



METRO LÍNEA 1

PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ



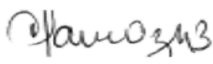
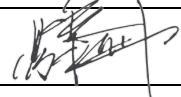
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA RECEPTORA SER 1 Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 115 KV. CAPITULO 10. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0002

CONTROL DE EMISIONES		
REVISIÓN	FECHA	EMITIDO PARA
VBB	21/12/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VA0	21/12/2022	Emitido para comentarios internos – Emisión preliminar para comentarios

El contenido de este documento no podrá ser divulgado a terceros ya sea en parte o en su totalidad sin autorización escrita de METRO LÍNEA 1 SAS
The content of this document may not be disclosed to third parties either in part or in full without written authorization from METRO LÍNEA 1 SAS
未经 METRO LÍNEA 1 SAS 的书面授权，不得将本文档的内容部分或全部透露给第三

CONTROL DE CAMBIOS		
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
VBB	21/12/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VA0	21/12/2022	Emitido para comentarios internos – Emisión preliminar para comentarios

APROBACIÓN ML1			
	FIRMA	NOMBRE	CARGO
REVISÓ		Claudia Marcela Diaz	Coordinadora Ambiental
REVISÓ		Oscar Rene Avella	Director Ambiental y SST
REVISÓ		Alexandra Coredor	Director Ambiental y SST
APROBÓ		Yi Liming	Vicepresidente Ambiental y SST

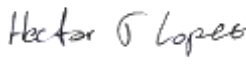
	APROBACIÓN CPA INGENIERÍA S.A.S.		
	FIRMA	NOMBRE	CARGO
ELABORÓ		Hector Julian Lopez	Coordinador de proyectos
REVISÓ		Sonia Ardila	Directora de proyectos
APROBÓ		Sonia Ardila	Directora de proyectos

Tabla de contenido

10 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO	1
10.1 Metodología de identificación y valoración del riesgo	1
10.2 Plan de Gestión del Riesgo.....	5
10.2.1 Identificación, Caracterización, Análisis y Evaluación de Amenazas.....	6
10.2.1.1 Amenazas de Origen Natural	7
10.2.1.1.1 Amenaza Sísmica	8
10.2.1.1.2 Amenaza por Movimientos en Masa	11
10.2.1.1.3 Amenaza de Inundación por Desbordamiento	14
10.2.1.1.4 Amenaza por Avenidas Torrenciales	17
10.2.1.1.5 Amenaza por Encharcamientos	19
10.2.1.1.6 Amenaza Cerámica	21
10.2.1.2 Amenazas de Origen Antrópico	25
10.2.1.2.1 Incendio Forestal.....	25
10.2.1.2.2 Amenazas Tecnológicas Externas	26
10.2.1.2.3 Daños a Bienes Civiles/Atentados Terroristas	29
10.2.1.3 Amenazas Operacionales que Pueden Afectar al Ambiente (Medio abiótico, biótico y socioeconómico).....	30
10.2.1.3.1 Amenazas Operacionales durante la construcción.....	30
10.2.1.3.2 Amenazas durante la operación y mantenimiento de la subestación y la línea ...	33
10.2.1.4 Probabilidad de Ocurrencia de Amenazas.....	35
10.2.2 Identificación, Caracterización, Análisis y Evaluación de la Vulnerabilidad de Elementos Expuestos.....	37
10.2.2.1 Identificación y caracterización de elementos expuestos	37
10.2.2.1.1 Asentamientos Humanos	37
10.2.2.1.2 Infraestructura Social	38
10.2.3 Identificación, Caracterización, Análisis y Evaluación de Escenarios de Riesgo	40
10.2.4 Estimación de áreas de afectación.....	53
10.2.5 Análisis y Valoración del Riesgo.....	54
10.3 Componente de Reducción del Riesgo	70
10.3.1 Prevención durante la construcción de líneas de transmisión eléctrica y subestación....	70
10.3.1.1 Excavaciones	70
10.3.1.2 Montaje de estructuras	72
10.3.2 Medidas de protección para reducción del riesgo por amenazas de riesgos eléctricos ..	72
10.3.3 Medidas de prevención de incendios	73
10.3.3.1 Prevención de incendios en edificaciones	73
10.3.3.2 Sistema de detección para interiores	74
10.3.3.3 Extintores portátiles	74
10.3.4 Fosos y tanques de aceite para controlar los efectos de un eventual derrame	74
10.3.5 Muros corta fuegos y ubicación de transformadores	75
10.3.6 Colocación de malla de puesta a tierra	75
10.3.7 Mantenimiento	75

10.4	Componente de Manejo del Desastre	76
10.4.1	Plan estratégico	77
10.4.1.1	Objetivo.....	77
10.4.1.2	Alcance	77
10.4.1.3	Cobertura geográfica.....	77
10.4.1.4	Infraestructura	78
10.4.1.4.1	Fases y actividades del proyecto	78
10.4.1.4.2	Características de la subestación SER 1 115 kV.....	84
10.4.1.5	Definición de los niveles de respuesta	85
10.4.1.6	Prioridades de protección.....	86
10.4.1.7	Organización	87
10.4.1.8	Asignación de responsabilidades	87
10.4.1.9	Programa de entrenamiento y capacitación para el personal	93
10.4.1.10	Simulacro de emergencias	95
10.4.1.11	Recursos y equipos para la atención de emergencias	96
10.4.2	Plan operativo	97
10.4.2.1	Objetivos.....	97
10.4.2.2	Alcances	97
10.4.2.3	Protocolo de notificación	97
10.4.2.4	Líneas de activación de respuesta operativa.....	97
10.4.2.5	Procedimientos básicos de la atención o plan de respuesta a una emergencia	98
10.4.2.5.1	Acciones y procedimientos de carácter general	98
10.4.2.5.2	Acciones y procedimientos de carácter detallado.....	100
10.4.2.6	Finalización del plan de contingencia y mantenimientos	116
10.4.2.7	Reporte de la contingencia.....	117
10.4.3	Plan informático	117
10.4.3.1	Directorio telefónico de emergencias de organismos externos	118

Índice de tablas

Tabla 1.	Probabilidad de ocurrencia - Frecuencia de Amenazas	2
Tabla 2.	Valoración de daños a personas.....	2
Tabla 3.	Valoración de consecuencias económicas	2
Tabla 4.	Valoración de efectos en el medio ambiente	3
Tabla 5.	Valoración de imagen de la empresa.....	3
Tabla 6.	Estimación del nivel de riesgo	4
Tabla 7.	Aceptabilidad del riesgo y planeación de acciones.....	5
Tabla 8.	Identificación de las amenazas	6

Tabla 9. Sismos con daños intermedios y severos en Bogotá	8
Tabla 10. Descripción de las zonas geotécnicas	10
Tabla 11. Descripción de las zonas de respuesta sísmica	10
Tabla 12. Descripción de las zonas geotécnicas	14
Tabla 13. Definiciones de amenaza alta, media y baja adoptadas	16
Tabla 14. Número total de reportes y tipos de lesiones	24
Tabla 15. Probabilidad de ocurrencia de los eventos de origen tecnológicos para la subestación SER1	28
Tabla 16. Probabilidad de ocurrencia de las amenazas generadas durante la construcción para la SER1	33
Tabla 17. Factores de riesgos eléctricos más comunes	34
Tabla 18. Grado de probabilidad de amenaza para el área de influencia	35
Tabla 19. Actividades e infraestructura expuestos	37
Tabla 20. Matriz de identificación de escenarios de riesgo	41
Tabla 21. Descripción de escenarios de riesgo	46
Tabla 22. Áreas de elementos expuestos por amenaza tecnológica	53
Tabla 23. Áreas de elementos expuestos por amenaza de inundaciones	53
Tabla 24. Matriz nivel de riesgos	54
Tabla 25. Matriz perfil de riesgos	55
Tabla 26. Matriz de nivel de riesgos -personas	56
Tabla 27. Matriz de nivel de riesgos - Económicos	57
Tabla 28. Matriz de nivel de riesgos - Ambientales	58
Tabla 29. Matriz de nivel de riesgos – Imagen de la empresa	59
Tabla 30. Nivel y descripción del riesgo	60
Tabla 31. Perfil de riesgo a personas	60
Tabla 32. Perfil de riesgo económico	61
Tabla 33. Perfil de riesgo ambiental	62
Tabla 34. Perfil de riesgo de imagen de la empresa	63
Tabla 35. Riesgos para los que es necesario realizar acciones que los disminuyan y/o planes de acción asociados	64
Tabla 36. Medidas de reducción de riesgos eléctricos	73
Tabla 37. Medidas de prevención de incendios	74
Tabla 38. Etapas del proyecto de conversión de la subestación SER 2 115 kV y sus líneas asociadas	79
Tabla 39. Niveles de emergencia	86

Tabla 40. Roles y responsabilidades del comité de emergencia	88
Tabla 41. Roles y responsabilidades del jefe de emergencias	89
Tabla 42. Roles y responsabilidades de la brigada de emergencias	89
Tabla 43. Primeros respondientes – Brigada integral	90
Tabla 44. Programa de capacitación	94
Tabla 45. Tipos de actividades de entrenamiento	95
Tabla 46. Ejecución de ejercicios de simulacro	96
Tabla 47. Equipos para emergencias - Extintores	96
Tabla 48. Equipos para emergencias – Camillas	97
Tabla 49. Equipos para emergencia - Kit de derrames	97
Tabla 50. Entidades Nacionales	117
Tabla 51. Teléfonos de emergencias	118
Tabla 52. Posibles sitios de atención	119

Índice de Figuras

Figura 1 Zonificación de la respuesta sísmica de los suelos de la ciudad de Bogotá D.C	9
Figura 2 Amenaza sísmica para el área de Estudio	11
Figura 3 Amenaza por movimientos de remoción en masa	12
Figura 4 Amenaza por remoción en masa para el área de estudio final	14
Figura 5 Resultados de la modelación del río Bogotá (Velocidades de flujo)	15
Figura 6 Resultados de la modelación del río Bogotá (Láminas de agua)	16
Figura 7 Amenaza de inundación por desbordamiento y por rompimiento de jarillón para el área de influencia	17
Figura 8 Zonificación de amenaza por avenidas torrenciales	19
Figura 9 Densidad de eventos por encharcamiento	21
Figura 10 Redes de localización de rayos en Colombia	22
Figura 11 Mapa de nivel cerámico de Colombia	23
Figura 12 Mapa de densidad de rayos en Colombia para el año 2012	23
Figura 13 Variación mensual de rayos en Colombia durante el 2012	24
Figura 14 Cantidad de incidentes y el área afectada por eventos forestales por localidad	26
Figura 15 Distribución de los establecimientos por áreas metropolitanas	27

Figura 16 Consolidado de eventos de origen tecnológico en la ciudad de Bogotá durante el año 2021	27
Figura 17 Amenazas tecnológicas externas en el área de influencia	29
Figura 18 Tasa de accidentalidad por cada 100.000 trabajadores en el sector de la construcción	32
Figura 19 Estructura social expuesta - UPZ Porvenir	39
Figura 20 Elementos expuestos dentro del área de estudio	40
Figura 21. Localización de la subestación y línea de transmisión	78
Figura 22. Vista isométrica de equipos en la subestación	85
Figura 23 Estructura del plan general de respuesta a emergencias	87
Figura 24 Control de incendios	91
Figura 25 Control de Evacuación	92
Figura 26 Grupo de primeros auxilios	93
Figura 27 Esquema básico de aviso de emergencias y las líneas de activación establecidas para el proyecto	98
Figura 28 Plan de acción frente a contingencias	99
Figura 29 Plan de acción y toma de decisiones en caso de accidente de incendios	100
Figura 30 Plan de acción y toma de decisiones en amenazas terroristas	101
Figura 31 Plan de acción y toma de decisiones en el control de explosiones	102
Figura 32 Plan de acción y toma de decisiones en el control de emergencia de sismos	103
Figura 33 Plan de acción y toma de decisiones para la atención de urgencias médicas	104
Figura 34 Plan de acción y toma de decisiones para la atención de derrames de concreto	105
Figura 35 Plan de acción y toma de decisiones para la atención de derrames de batería de baños	106
Figura 36 Plan de acción y toma de decisiones para la atención de derrames de sustancias químicas	107
Figura 37 Plan de acción y toma de decisiones para el volcamiento de maquinaria	108
Figura 38 Plan de acción y toma de decisiones para un siniestro vial	109
Figura 39 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de lesionados	110
Figura 40 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de un colapso estructural	111
Figura 41 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de lluvias torrenciales	112
Figura 42 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de robos y atracos	113
Figura 43 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de movimientos en masa	114
Figura 44 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de varadas viales	115
Figura 45 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de un accidente rábico	116

10 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

10.1 Metodología de identificación y valoración del riesgo

El proceso de gestión del riesgo, tiene como objetivo identificar, analizar y evaluar los riesgos que se pueden generar por las actividades del proyecto “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115kV”, a cargo de Metro Línea 1. En este documento deben considerarse las fuentes de riesgo, las consecuencias y la posibilidad de que estos riesgos identificados sean materializados.

Por medio de los Términos de Referencia de estudios ambientales para tendido de las líneas de transmisión, que se proyecte operen a tensiones entre 50 kV y 220 kV, elaborado por la Secretaría de Ambiente en el 2018 y la información abiótica, biótica y social del área de interés se determinarán las zonas de riesgo y sensibilidad ambiental que estarán asociadas con diferentes actividades durante la construcción y operación del proyecto. Es importante mencionar que para estimar el riesgo de la manera adecuada deben considerarse dos tipos de escenarios: El primero son los riesgos exógenos (Del medio al proyecto) y el segundo son los riesgos endógenos (Del proyecto al medio).

- ▶ **Análisis de riesgos exógenos:** El riesgo se forma a partir de los componentes de amenaza y vulnerabilidad, es por esto, que para este tipo de riesgos se identificarán y analizarán las amenazas de tipo natural, socio-natural, socio-cultural, geopolíticas y tecnológicas que provienen del medio y pueden producir afectaciones en el desarrollo normal del proyecto y se considerará como elementos vulnerables el proyecto en cada una de sus etapas
- ▶ **Análisis de riesgos endógenos:** En este tipo de riesgos se presentan amenazas operacionales como el daño de equipos, los errores humanos, las fallas en procesos, entre otros. De acuerdo con la descripción previa en esta sección se identificarán, clasificarán y describirán riesgos asociados con los métodos de construcción y el tipo de operación del proyecto

Los pasos para valorar el riesgo en cada uno de los escenarios se presentarán a continuación.

El análisis de riesgos se realizará por medio de la metodología Risk Assessment Matrix (RAM) que consiste en la evaluación de las consecuencias y las probabilidades de que se presente un evento amenazante.

Esta matriz es una herramienta por medio de la cual se pueden evaluar de manera cuantitativa los riesgos de un proyecto, adicionalmente, esta permite una mayor facilidad para clasificar las amenazas a la salud, medio ambiente, bienes e imagen de la empresa. De acuerdo con la definición de riesgo los ejes de la matriz serán constituidos por las consecuencias y la probabilidad.

El riesgo (R) se define como la probabilidad de que una amenaza se materialice provocando daño en personas, el ambiente, los bienes o la imagen de la empresa. Este riesgo se calcula al relacionar la amenaza (A) con la vulnerabilidad (V) de los elementos expuestos:

$$Riesgo (R) = Amenaza(A) \times Vulnerabilidad(V)$$

El análisis y valoración de los riesgos se ejecuta para cada una de las fases (Construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono) desarrolladas en el proyecto de “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV”.

- ▶ **Evaluación de la probabilidad**

La amenaza se encuentra definida como la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado, aplicado al presente proyecto, se definiría como la posibilidad de ocurrencia de una contingencia que puede generar afectaciones en el medio ambiente, las personas o la infraestructura dentro del área donde se desarrollan las actividades

operacionales. En la Tabla 1 se describirán los criterios para la medición de la probabilidad de ocurrencia del evento identificado.

Tabla 1. Probabilidad de ocurrencia - Frecuencia de Amenazas

Probabilidad de ocurrencia	Casos/Año	Descripción	Asignación	Nivel de Frecuencia
Frecuente	Más de 1 caso al año	Sucede varias veces al mes en la empresa (E)	5	Muy alta
Moderado	Hasta 1 caso cada 5 años	Sucede varias veces al año en la empresa (D)	4	Alta
Ocasional	Hasta 1 caso cada 20 años	Ha ocurrido en la empresa (C)	3	Media
Remoto	Hasta 1 caso cada 50 años	Ha ocurrido en el sector (B)	2	Baja
Improbable	Más de 50 años para 1	No ha ocurrido en el sector (A)	1	Muy baja

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

► Evaluación de la vulnerabilidad

Este concepto se define como la magnitud en que los factores de vulnerabilidad (Población, economía, ambiente e imagen de la empresa) son susceptibles de ser afectados por amenazas. En las siguientes tablas se presentarán las descripciones detalladas de los criterios usados para la valoración de consecuencias.

Tabla 2. Valoración de daños a personas

Escala	Descripción
0	Ninguna lesión
1	Lesión leve de primeros auxilios: Atención en lugar de trabajo que no afecta el rendimiento local, ni causa incapacidad
2	Lesión menor sin incapacidad (Incluye casos de primeros auxilios, de tratamiento médico y de enfermedades ocupacionales): No afecta el rendimiento laboral, ni causan incapacidad
3	Incapacidad temporal >1 día: Afectan el rendimiento laboral como la limitación a ciertas actividades o requerimiento de días de reposo. Produce efectos menores en la salud que son reversibles
4	Incapacidad permanente: Afectan el desempeño laboral por largo tiempo, como una ausencia prolongada al trabajo. Causa daños irreversibles en la salud con inhabilitación seria sin pérdida de la vida
5	1 o más muertes por accidente o enfermedad profesional

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Tabla 3. Valoración de consecuencias económicas

Escala	Descripción
0	Ninguna
1	Marginal (Menos de 1.000 dólares - daños leves): No hay interrupción de la actividad como la construcción, operación, mantenimiento, entre otros.
2	Importante (Entre 1.000 y 10.000 dólares - Daños menores): Interrupción breve de la actividad (Degradaciones, recirculación, reprocesos)

Escala	Descripción
3	Severo (10.000 a 100.000 dólares - daños locales): Pérdidas económicas por parada temporal, lucro, cesante o responsabilidad civil
4	Grave (Entre 100.000 y 1.000.000 de dólares - daños mayores): Pérdida parcial en las operaciones o de la subestación
5	Catastrófica (Mayor a 1.000.000 dólares - daños generalizados): Pérdida total o sustancial en la operación, infraestructura, entre otros.

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Tabla 4. Valoración de efectos en el medio ambiente

Escala	Descripción
0	Sin efectos: Sin afectación ambiental. No presenta modificaciones en el ambiente
1	Efectos leves: Emisiones o descargas con afectación ambiental leve y temporal dentro de las instalaciones. Acciones de remediación en el inmediato plazo. No existe contaminación
2	Efectos menores: Emisiones o descargas menores, con afectación ambiental dentro de las instalaciones, sin efectos duraderos, o que requieren de medidas de recuperación en el corto plazo, o una única violación a los límites legales o actos administrativos o una única queja registrada ante organismos gubernamentales. No existe contaminación
3	Contaminaciones localizadas: Emisiones o descargas limitadas con contaminación ambiental localizada en predios vecinos y/o el entorno, o que requieren medidas de recuperación en el mediano plazo, o repetidas violaciones de los límites legales o actos administrativos o varias quejas registradas ante organismos gubernamentales
4	Contaminaciones mayores: Emisiones o descargas que causan contaminación ambiental dispersa o grave o que requiere medidas de recuperación en el largo plazo, o violaciones prolongadas a los límites legales o actos administrativos, o molestia generalizada de la comunidad, registrada ante organismos gubernamentales
5	Contaminaciones irreparables: Emisiones o descargas que causan daños ambientales irreparables en extensas áreas, de uso creativo o de preservación de la naturaleza; o constante violación de los límites legales o actos administrativos. Requiere medidas de compensación de daños irreparables

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Tabla 5. Valoración de imagen de la empresa

Escala	Descripción
0	Ningún impacto: No es de interés
1	Interna: Puede ser de conocimiento interno de la empresa pero no de interés público
2	Local - interés público local relativo: Atención de algunos medios de prensa, comunidades y ONG locales que potencialmente pueden afectar a la empresa
3	Regional - interés público regional: Oposición de los medios locales de prensa. Relativa atención de los medios nacionales de prensa y/o partidos políticos locales/regionales. Oposición de ONG regionales y de gobierno local
4	Nacional - interés público nacional: Oposición general de los medios de prensa nacionales. Políticas nacionales/regionales con medidas potencialmente restrictivas y/o impacto en el otorgamiento de licencias. Quejas de ONG nacionales. Posible afectación del valor de las acciones
5	Internacional - interés público internacional: Oposición general de los medios de prensa internacionales. Políticas nacionales/internacionales con un impacto potencialmente grave en las

	relaciones internacionales de la empresa, el otorgamiento de licencias y/o la legislación impositiva. Afectación del valor de las acciones
--	---

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

► Valoración del riesgo

Como se mencionó previamente este parámetro se determina considerando la consecuencia y probabilidad correspondientes (Amenaza). Para esta metodología, en caso de repetir incidente, es decir que un mismo incidente tenga más de una consecuencia, el riesgo global de dicho incidente será clasificado de acuerdo con la categoría de consecuencia que tenga la calificación más crítica. Es importante tener en cuenta que las consecuencias que recaen sobre la vida humana tienen mayor relevancia durante la evaluación.

Tabla 6. Estimación del nivel de riesgo

CALIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD - CONSECUENCIAS					FRECUENCIA				
					Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy alta (5)
Personas	Económica	Ambiental	Imagen de la empresa	Calificación	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
					A	B	C	D	E
Una o más fatalidades	Catastrófica > \$1M	Contaminación imparabla	Internacional	5	5	10	15	20	25
Incapacidad permanente	Grave \$100k a \$1M	Contaminación mayor	Nacional	4	4	8	12	16	20
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo \$10k a \$100k	Contaminación localizado	Regional	3	3	6	9	12	15
Lesión menor (Sin incapacidad)	Importante \$1k a \$10k	Efecto menor	Local	2	2	4	6	8	10
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <\$1k	Efecto leve	Interna	1	1	2	3	4	5
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	9	0	0	0	0	0

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

El producto obtenido será una matriz se consolidará la probabilidad de ocurrencia de cada evento y las consecuencias de estos. De esta manera se identificarán los niveles de planeación y se definirán los lineamientos para la intervención del riesgo

De acuerdo con la Tabla 6 la estimación del riesgo se define de acuerdo con las categorías de muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. A continuación, se presentará la información sobre gravedad del evento, el nivel de aceptabilidad del riesgo y las acciones que se deberán implementar para prevenirlos y mitigarlos (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Aceptabilidad del riesgo y planeación de acciones

Nivel del riesgo	Número matricial	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO				
		Nivel	Descripción			
Muy alto	De 21 a 25	Inaceptable	Los escenarios ubicados en esta área necesitan que se realicen acciones prioritarias e inmediatas de protección y prevención ya que generarían un alto impacto sobre el entorno			
Alto	De 13 a 20					
Moderado	De 9 a 12	Tolerable	Los escenarios que se encuentran ubicados en esta área requieren de actividades que disminuyan el riesgo, sin embargo, su nivel de prioridad es de segundo nivel			
Bajo	De 5 a 8	Aceptable	Los escenarios ubicados en esta sección no presentan un riesgo significativo por lo que no se requiere de una inversión inmediata de recursos ni de acciones específicas sobre los elementos vulnerables considerados			
Muy bajo	De 1 a 4					
Ninguno	0					
Nivel del riesgo	Número matricial	PROBABILIDAD				
		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
CONSECUENCIAS	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
	0	0	0	0	0	0
	Nivel Aceptable	NO PLAN Es cuando un factor de riesgo no requiere la incorporación de grandes esfuerzos para controlarlo y resultan óptimas las medidas de prevención, este factor de riesgo presenta grados de repercusión y peligrosidad bajos				
	Nivel Tolerable	PLAN GENERAL En este caso el factor de riesgo presenta mayor importancia, por ende requiere de medidas de prevención e implementación de respuestas de tipo general				
	Nivel Inaceptable	PLAN DETALLADO La planeación en esta sección cobra gran importancia, ya que exige medidas de prevención, capacitación y realizar controles en la fuente el transmisor y /o el receptor con acciones detalladas				

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2 Plan de Gestión del Riesgo

De acuerdo con el Artículo 1 de la Ley 1523 de 2012, *“La gestión del riesgo es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la*

seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible” (Función Pública, 2012).

El análisis y valoración de riesgo son las bases necesarias para el diseño e implementación de medidas que generen una reducción del riesgo y la formulación de un plan de contingencia que contrarreste los riesgos que se materialicen.

De acuerdo con lo anterior, la gestión del riesgo para la “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV” abordará los procesos de conocimiento y reducción del riesgo y manejo de desastres; como consecuente se identificarán las siguientes variables:

- ▶ Hechos, acciones y/o actividades que generen riesgo y puedan generar condiciones no previstas dentro del funcionamiento y desarrollo del proyecto
- ▶ Acciones o medidas dirigidas para la reducción de la exposición de amenazas y la disminución de la vulnerabilidad de elementos (Personas, ambiente e infraestructura)
- ▶ Acciones de manejo de desastres

10.2.1 Identificación, Caracterización, Análisis y Evaluación de Amenazas

El término de amenaza se define como un peligro latente que, como consecuencia de un evento físico de origen natural, causado o inducido por acción humana de manera accidental, presente un grado de severidad suficiente para causar afectaciones a personas (Pérdida de vidas, lesiones y otros daños en la salud), infraestructura, pérdida de medios de sustento, pérdida en la prestación de servicios y en los recursos ambientales (Función Pública, 2012). Es comúnmente expresado como la frecuencia de ocurrencia de un evento peligroso dentro de un lapso específico de tiempo en un lugar determinado.

A continuación, se identificarán las amenazas tanto endógenas como exógenas, identificadas durante cada una de las fases del proyecto (Construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono), que pueden generar afectaciones en los elementos expuestos dentro del área de interés.

Tabla 8. Identificación de las amenazas

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	ID
Del medio ambiente hacia el proyecto (Exógenos)	Amenazas de origen natural (que pueden afectar el proyecto)	Geológico (E10)	Sismicidad	E11
		Geotécnico (E20)	Amenaza por Movimientos en Masa	E21
		Hídrico (E30)	Amenaza por Inundación por Desbordamiento	E31
			Avenidas Torrenciales	E32
			Encharcamientos	E33
		Hidrometeorológicos (E40)	Tormentas eléctricas	E41
		Incendio Forestal (E50)	Incendios forestales	E51
	Amenazas de origen antrópico (Internacionales y no internacionales, que pueden afectar el proyecto)	Tecnológicas Externas (E60)	Escape de gas en redes de gas natural	E61
			Incendios	E62
			Daños en redes de servicios públicos energía	E63
			Derrame/Fuga de sustancias químicas	E64

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	ID
Del proyecto hacia el medio ambiente (Endógenos)		Social (E70)	Toma y bloqueo de vías/Paro cívico	E71
			Delincuencia común	E72
		Daño a Bienes Civiles/Atentados Terroristas (E80)	Daños a Bienes Civiles/Atentados Terroristas	E81
	Amenazas operacionales durante la construcción	Construcción (E90)	Roturas/Daños de los equipos de construcción	E91
			Errores humanos/Fallas en procesos	E92
			Incidentes con vehículos y operación de maquinaria	E93
			Derrame de Producto	E94
	Amenazas operacionales (Que pueden afectar al ambiente)	Riesgo Eléctrico (E100)	Arcos eléctricos	E101
			Ausencia de electricidad	E102
			Contacto directo/indirecto	E103
			Cortocircuito	E104
			Sobrecarga	E105
			Tensión de contacto/Tensión de paso	E106
		Incendios o explosiones (E110)	Incendios o explosiones eléctricas	E111
		Derrame/Fuga (E120)	Derrame Aceite Dieléctrico	E121
			Fuga de gas -SF6	E122

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2.1.1 Amenazas de Origen Natural

En el marco del proyecto de actualización del componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria del plan de ordenamiento territorial de Bogotá D.C – POT, se presentan los documentos técnicos de soporte (DTS), en los que cuales, se muestra la metodología utilizada por el Instituto Distrital para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático (IDIGER), para la actualización del mapa de amenaza dentro de la zona urbana y de expansión del Distrito Capital, cumpliendo lo establecido para los estudios básicos del Decreto Nacional 1807 de 2014.

Para el presente estudio se toma como base el panorama previo y el componente de riesgo en el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad en el cual se adoptaron los siguientes planos normativos.

- ▶ Mapas de Microzonificación Sísmica de Bogotá
- ▶ Mapas de Amenaza por Remoción en Masa
- ▶ Mapas de Amenaza por Inundación (Rompimiento de Jarrillón)
- ▶ Mapa de Suelos por Protección de Riesgo

► Mapa de Zonas de Tratamiento Especial por riesgo

10.2.1.1.1 Amenaza Sísmica

Este tipo de amenaza es un fenómeno físico asociado con un sismo que tiene el potencial de producir afectaciones en personas, bienes y en entorno en general, estos poseen cierto grado de vulnerabilidad proporcionadas por sus características, que los hacen susceptibles de ser afectados. Este concepto se encuentra definido como el valor esperado de futuras acciones sísmicas en un sitio de interés y se cuantifica por medio de la aceleración horizontal del terreno, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado (IDIGER, 2017).

La actividad sísmica de Bogotá se encuentra asociada con los sistemas de la Falla Frontal de la Cordillera Oriental (Falla Guaicáramo, Falla Algeciras), Falla Usme, Honda e Ibagué. Entre todos estos la Falla Frontal de la Cordillera Oriental, que se encuentra ubicada a aproximadamente 40 km, representa la mayor contribución de la amenaza sísmica (IDIGER, 2021).

De acuerdo con el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia, toda la ciudad de Bogotá se encuentra en una zona sísmica intermedia con una aceleración máxima (Aa) probable de 0,15 g para un período de retorno de 475 (AIS, 2010).

Durante los últimos 500 años, en Bogotá se han presentado múltiples sismos, sin embargo, la mayoría de ellos debido a su baja intensidad no han sido representativos y han pasado al olvido. De acuerdo con el catálogo sísmico, en Bogotá solo se han presentado 7 sismos catalogados con daños entre intermedios y severos, la descripción de cada uno de estos se presentará a continuación (Espinosa Baquero, 2004).

Tabla 9. Sismos con daños intermedios y severos en Bogotá

Fecha	Origen	Efectos en Bogotá	Intensidad
1473, octubre 18	Páramo Chingaza	Daños intermedios	VII
1785, julio 12	Páramo Chingaza	Daños severos	VIII
1826, junio 17	Sopó	Daños intermedios	VII
1827, noviembre 16	Timaná (Huila)	Daños severos	VIII
1917, agosto 31	Páramo Sumapaz	Daños severos	VIII
1928, noviembre 1	Valle de Tenza	Daños intermedios	VII
1967, febrero 9	Vegalarga (Huila)	Daños intermedios	VI-VII

FUENTE: HISTORIA SÍSMICA DE BOGOTÁ. ELABORADO ESPINOSA, 2004

En la ciudad de Bogotá se han desarrollado estudios acerca de la respuesta dinámica de los suelos por la actividad sísmica regional (Microzonificación sísmica), gracias a estos se definieron 15 zonas de respuesta sísmica homogénea y tres de tratamiento especial, con sus respectivos espectros de respuesta (Observar Figura 1). Es importante mencionar que por medio de la modelación de la respuesta de perfiles unidimensionales y secciones bidimensionales acordes con el modelo geológico, geotécnico y geofísico, con sus propiedades dinámicas de los depósitos, se obtuvo la respuesta en superficie para diferentes sismos probable.

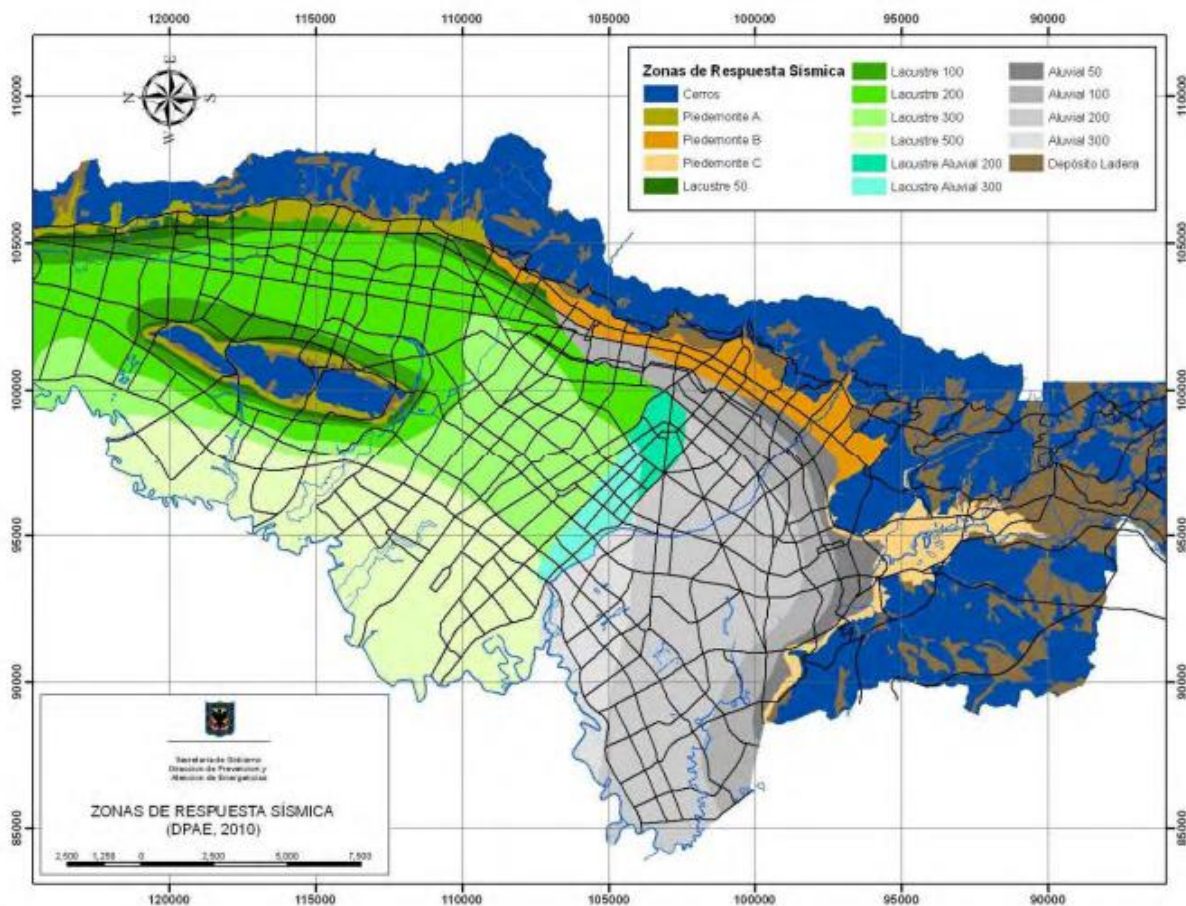


Figura 1 Zonificación de la respuesta sísmica de los suelos de la ciudad de Bogotá D.C

FUENTE: ZONIFICACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE BOGOTÁ PARA EL DISEÑO SISMO RESISTENTE DE EDIFICACIONES. ELABORADO POR FOPAE, 2010

Las zonas de respuesta sísmica se encuentran asociadas con las zonas geotécnicas clasificadas en cerros, piedemonte, lacustre, lacustre-aluvial, y aluvial, a su vez estas están subdivididas por espesores de depósito. En el mapa se definen los espectros de respuesta para cada zona, elementos que son empleados para el diseño sismo resistente de nueva infraestructura o reforzamiento de infraestructura antigua. Es importante mencionar que en estas zonas no se encuentran clasificadas en el rango de amena (Alta, media o baja) ya que representan la respuesta para todo un rango de periodos de vibración, por ende, la intensidad de la amenaza dependerá del periodo de vibración del elemento expuesto.

De acuerdo con lo anterior se puede indicar la dificultad que se presenta en la definición de las áreas con mayor amenaza sísmica; esta amenaza dependerá del tipo de elemento expuesto. A continuación, se presentarán las zonas geotécnicas y de respuesta sísmica encontradas en el proyecto denominado Construcción de Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión (Ver Tabla 10 y Tabla 11)

Tabla 10. Descripción de las zonas geotécnicas

Nom bre	Geotecnia	Geología	Geomor fología	Composición principal	Comportamiento geotécnico general
Llan ura B	Suelo de llanura-aluvial	Llanura de inundación	Llanura	Arenas sueltas y arcillas arenosas dura	Suelos de moderada capacidad portante y compresibles, susceptibles a licuación

FUENTE: FOPAE, 2010

Tabla 11.Descripción de las zonas de respuesta sísmica

Zona	Espesor del depósito (m)	Periodo fundamental del suelo	Descripción geotécnica general	Velocidad onda promedio 50 m Vs (m/s)	Humedad promedio 50 m Hn(%)	Efectos de sitios relacionados
Aluvi al 300	200-300	2,5-4,0	Suelo aluvial duro: Arcillas limosas o arenas arcilloso o limos arenosos, en algunos sectores se encuentran lentes de arenas limpias	175-300	25-50	Amplificaci ón, licuación
Aluvi al 200	100-200	1,2-2,5				

FUENTE: FOPAE, 2010

De acuerdo con la descripción de las zonas de respuesta sísmica, la totalidad del área de influencia se ubica en una región donde la velocidad de onda promedio oscila entre 175 y 300 m/s con un espesor de depósito que oscila entre los 100 y 300. Esta situación determina un nivel de amenaza baja para el área de estudio (Ver Figura 2)

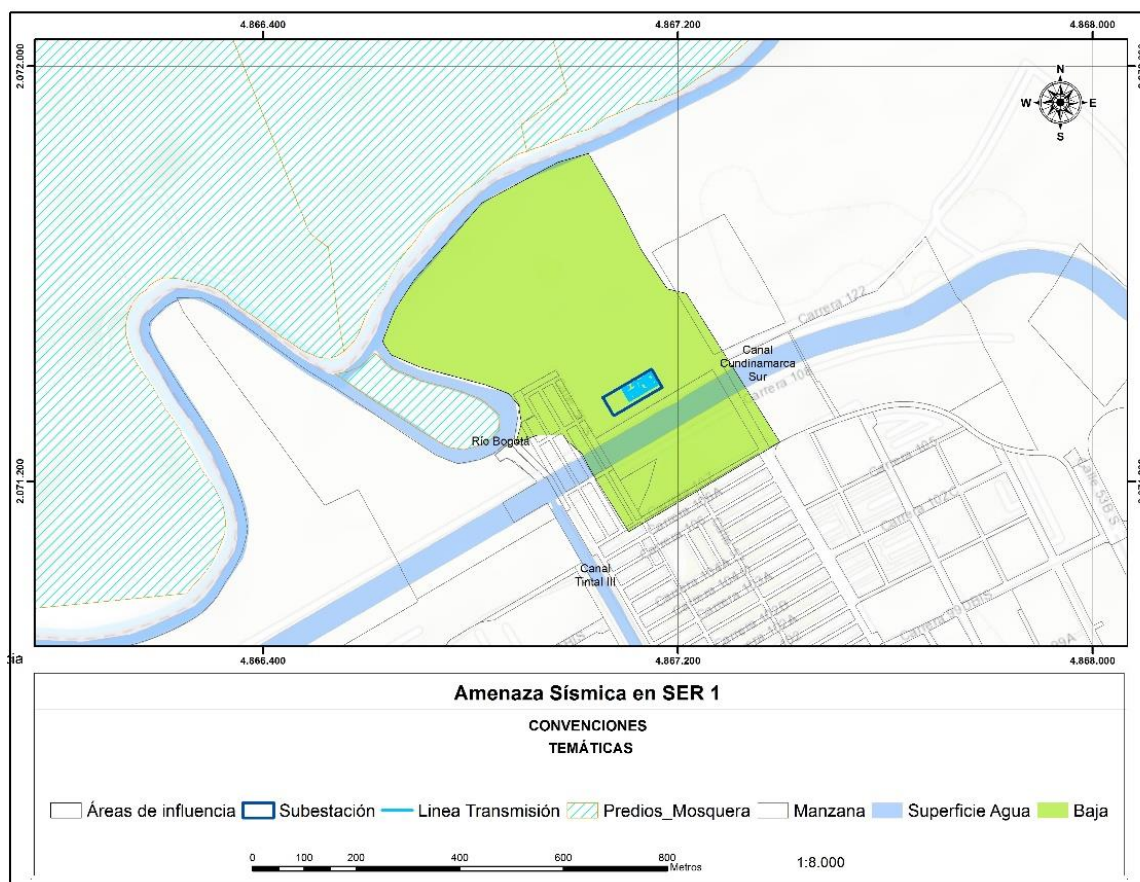


Figura 2 Amenaza sísmica para el área de Estudio

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2.1.1.2 Amenaza por Movimientos en Masa

De acuerdo con la actualización del mapa de amenaza por movimientos en masa del Distrito Capital, en cumplimiento de lo establecido para los estudios básicos del Decreto Nacional de 1807 de 2014 (Compilado por medio del Decreto Nacional 1077 de 2015), realizada por el IDIGER, se establece que del área urbana y de expansión del Distrito Capital, que corresponde a 39.406 Ha, el 3,2% de áreas se encuentran bajo amenaza alta (1.269 Ha) el 17,4% bajo amenaza media (6.865 Ha) y el 79,4% de amenaza baja (31.272 Ha) (IDIGER, 2022).

Las localidades que presentan mayores áreas de extensión susceptibles a presentar deslizamientos son la localidad de Usme, Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Suba, Usaquén y Rafael Uribe, en orden descendente respectivamente.

En la Figura 3 se presentan las amenazas por movimientos en masa para las diferentes localidades de la ciudad de Bogotá. De acuerdo con esta imagen se puede observar que la localidad de Bosa donde se ubica la “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115kV” (Dentro del círculo rojo) presenta una amenaza baja por movimientos de Remoción en masa.

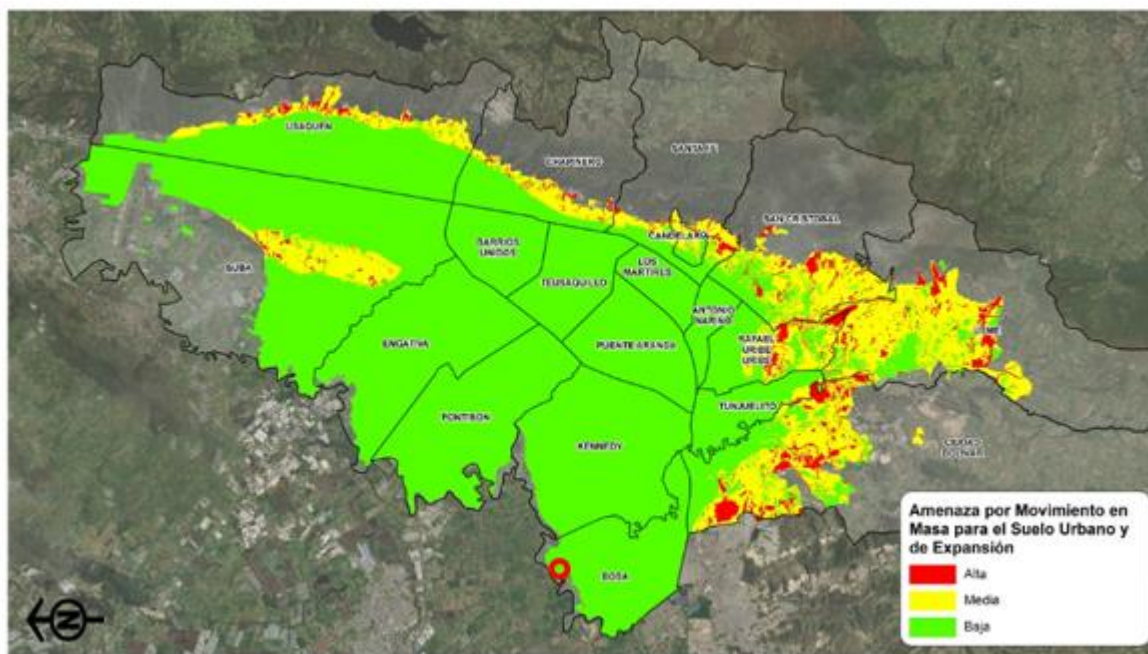


Figura 3 Amenaza por movimientos de remoción en masa

FUENTE: IDIGER, 2022

La información proporcionada por el IDIGER fue verificada de acuerdo con el trabajo de campo, esto con el objetivo de identificar la existencia de procesos morfodinámicos actuales. De acuerdo con las visitas realizadas al área de estudio, fue posible evidenciar la inexistencia de procesos de remoción en masa dentro de dicha zona.



Fotografía 1 Amenaza baja por remoción en masa en SER 1

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022



Fotografía 2 Amenaza baja por remoción en masa en SER 1

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

El mapa de amenaza por remoción en masa para el área de influencia del presente proyecto se mostrará a continuación (Ver Figura 4). Es importante mencionar que la totalidad del área de influencia se localiza en un nivel de amenaza bajo, por ende, el terreno donde se construirá la subestación eléctrica receptora SER 1 y su línea de transmisión a 115 kV, se localiza en su totalidad dentro de este nivel de amenaza para el componente de remoción en masa.

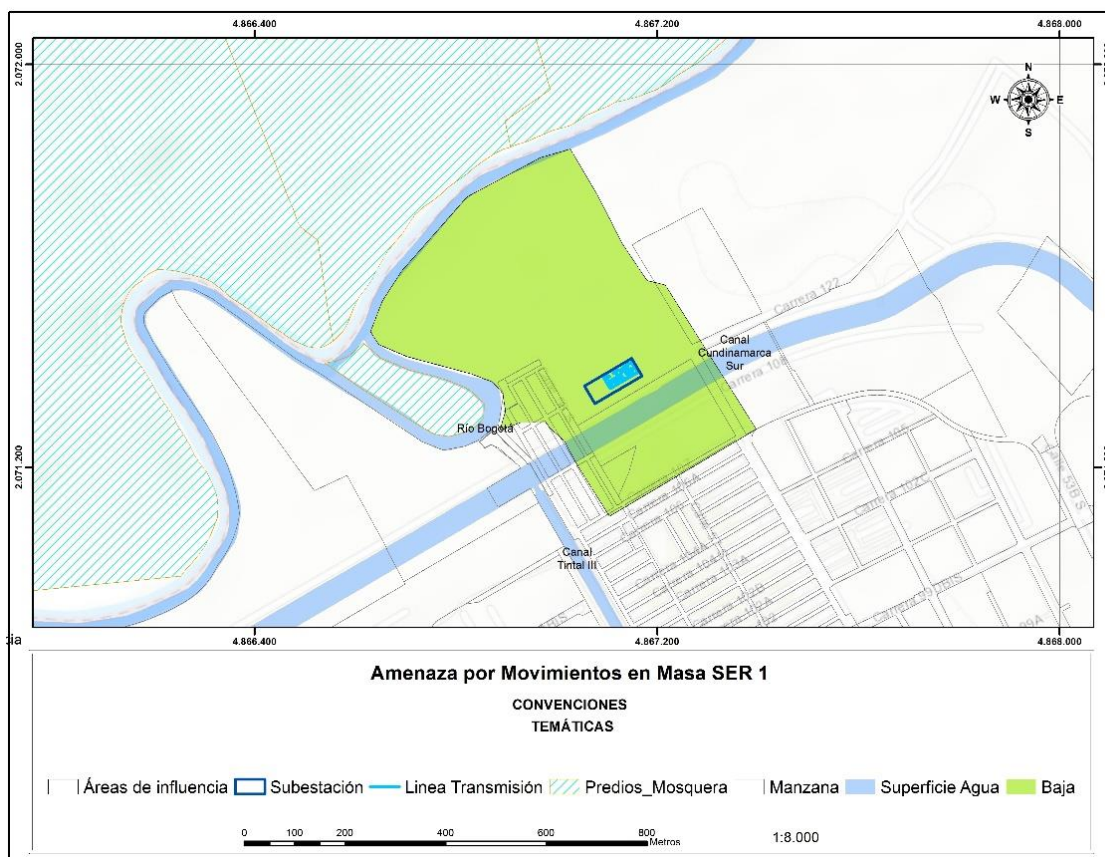


Figura 4 Amenaza por remoción en masa para el área de estudio final

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2.1.1.3 Amenaza de Inundación por Desbordamiento

Dentro del marco del proyecto de actualización del componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria del plan de ordenamiento territorial - POT, se presenta el documento técnico de soporte – DTS donde se muestra la metodología usada para la construcción del mapa de amenaza de inundación por desbordamiento en perspectiva de cambio climático para la zona urbana, de expansión urbana y rural del Distrito Capital, junto con diferentes modelaciones y resultados obtenidos.

► Escenarios de modelación del río Bogotá

Con el fin de realizar la evaluación de la amenaza de inundación por desbordamiento del río Bogotá, se realizaron diversos escenarios de modelación hidráulica, de acuerdo con los caudales obtenidos para diferentes períodos de retorno en el río Bogotá y sus afluentes (10, 50 y 100 años) (IDIGER, 2018). El resumen de estos resultados se podrá observar a continuación.

Tabla 12. Descripción de las zonas geotécnicas

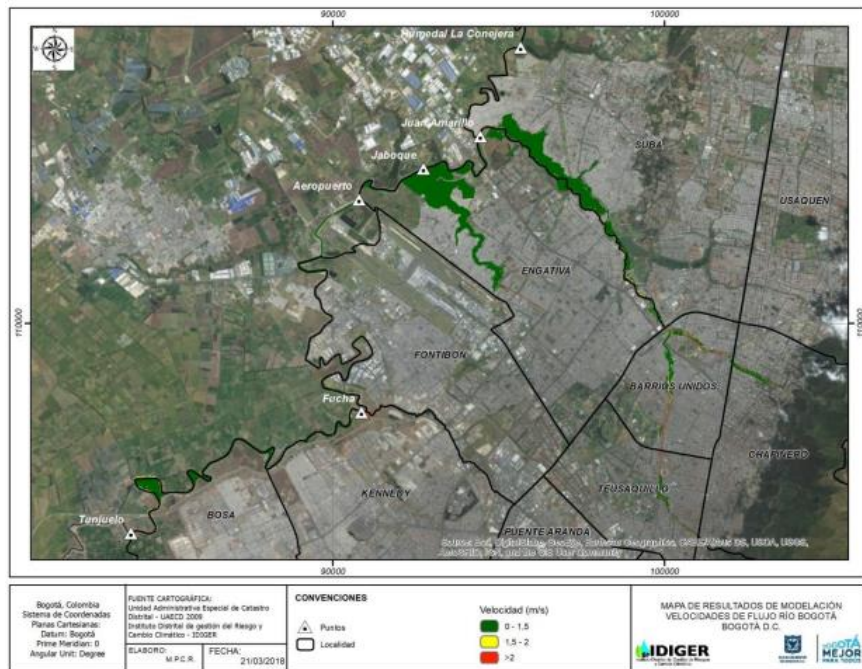
Cuerpo de agua	Periodos de retorno		
	10 años	50	100
Río Bogotá	50	65,53	80,69

Cuerpo de agua	Periodos de retorno		
	10 años	50	100
Río Torca	33,7	64,4	83
Río Salitre - Juan Amarillo	20	95,5	120,6
Río Fucha	44	123,3	155,1
Río Tunjuelo	54,6	126,3	190,8

FUENTE: POT BOGOTÁ, 2018

Es importante mencionar que para esta modelación los escenarios evaluados para el río Bogotá tuvieron en cuenta afluentes y la respectiva modelación de estos; con una condición de salida establecida por el río Bogotá para un periodo de 100 años de acuerdo con lo indicado en el “Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del río Bogotá en el sector Puente La Virgen - Alicachín” (Monsalve Saénz, 2017).

Como resultado se obtuvieron 2 mapas, uno de ellos muestra las velocidades y el otro las láminas de agua para las condiciones mencionadas previamente (Ver Figura 5 y Figura 6). De acuerdo con estas profundidades y velocidades de flujo se realiza una clasificación de amenaza, acorde a un periodo de retorno de 100 años. Finalmente, la interpretación de los niveles de amenazas se realiza de acuerdo con las posibles consecuencias de acuerdo con las magnitudes de las variables hidráulicas.



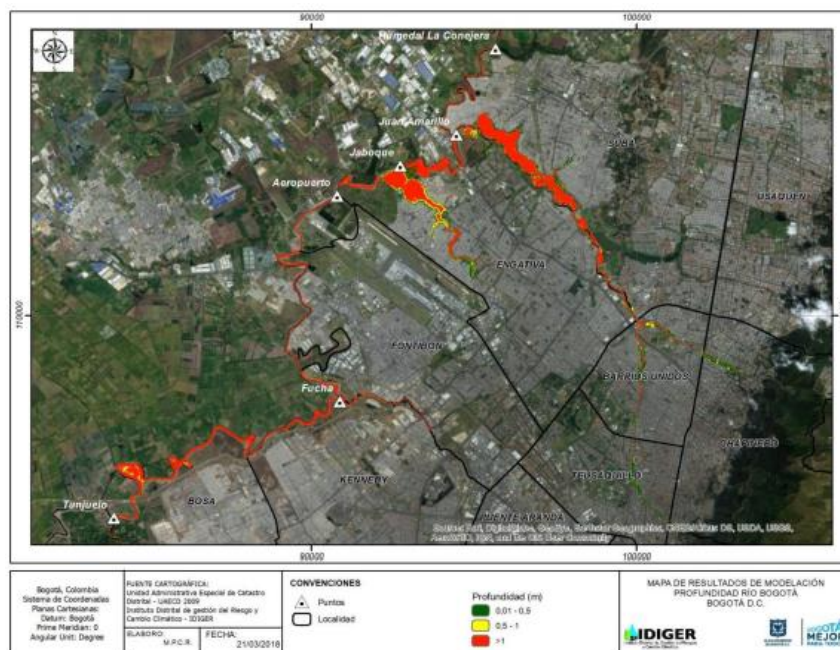


Figura 6 Resultados de la modelación del río Bogotá (Láminas de agua)

FUENTE: POT BOGOTÁ, 2018

Los niveles de amenaza por inundación definidos por el POT de Bogotá, se describirán a continuación.

Tabla 13. Definiciones de amenaza alta, media y baja adoptadas

Categorización de la amenaza	Descripción	Parámetros de evaluación	Periodos de retorno
Amenaza alta	Zona que se encuentra delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno igual a 100 años, con una profundidad de lámina de agua igual o superior a 1 m y una velocidad de flujo de agua igual o superior a 2m/s	Lámina de agua >1m; velocidad de flujo > 2m/s	100 años
Amenaza media	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno igual a 100 años, con una profundidad de lámina de agua entre 0,5m y 1m y una velocidad de flujo entre 1m/s y 1,5m/s. Adicionalmente contempla el área de influencia ante una posible falla funcional del sistema de drenaje pluvial de las plantas elevadoras	Lámina de agua entre 0,5m y 1m; velocidad de flujo entre 1,5m/s y 2m/s	100 años
Amenaza baja	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno igual a 100 años, con una profundidad de lámina de agua igual o menor a 0,5m y una velocidad de flujo igual o inferior a 1,5 m/s	Lámina de agua < 0,5; velocidad de flujo <1,5m/s	100 años

FUENTE: POT BOGOTÁ, 2018

De acuerdo con la información proporcionada por el IDIGER y POT de Bogotá se pudo identificar que una parte del área de interés presenta una amenaza alta por inundación por desbordamiento, mientras que la otra no se encuentra clasificada por su bajo grado de amenaza. Es importante mencionar que por otra parte, toda el área de influencia se encuentra catalogada por presentar una amenaza por inundación por rompimiento de jarillón alta (Ver Figura 7).

Como se puede observar en la figura previa, la localidad de Bosa en el sitio en el que se localizará la “Construcción de la Subestación Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV” presenta amenazas de inundación por desbordamiento a nivel alto.

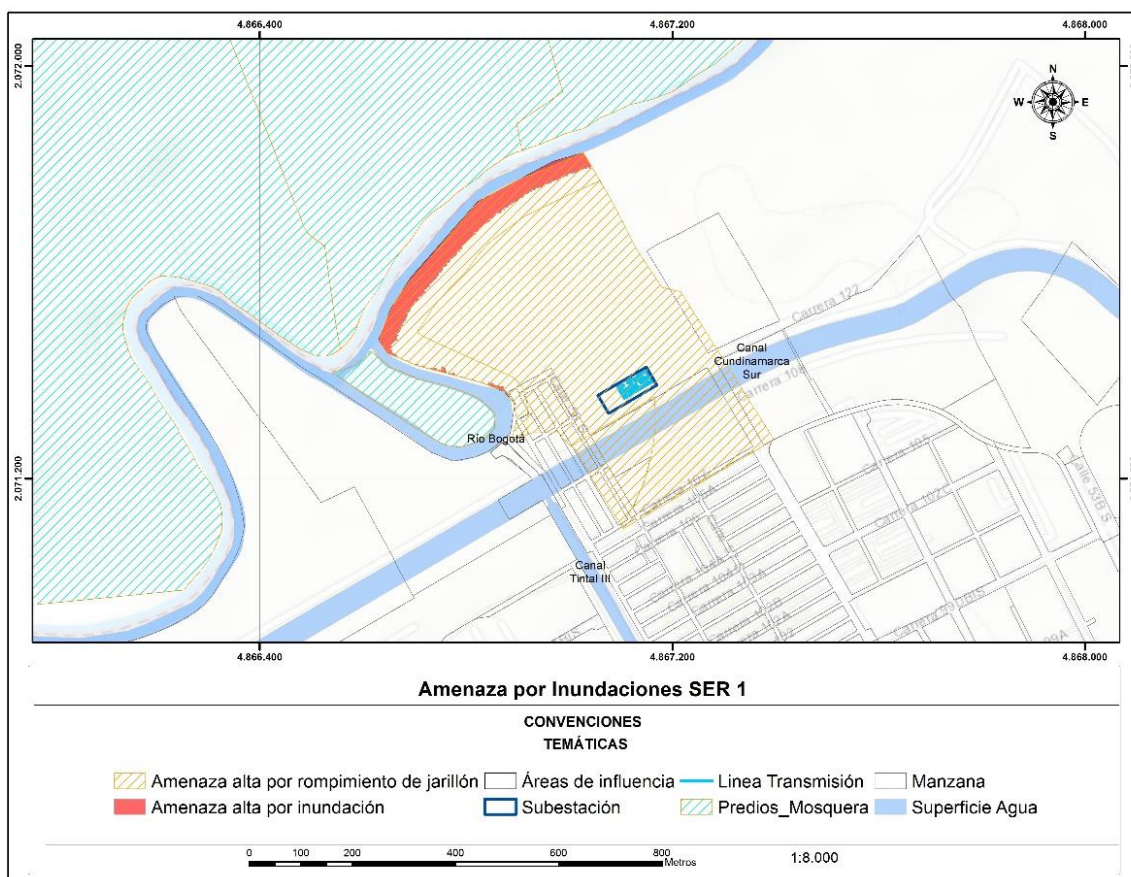


Figura 7 Amenaza de inundación por desbordamiento y por rompimiento de jarillón para el área de influencia

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2.1.1.4 Amenaza por Avenidas Torrenciales

Este tipo de amenaza consiste en crecidas repentinas producto de fuertes precipitaciones que producen el incremento del nivel de cuerpos hídricos como los ríos, las quebradas, entre otros. Muchas veces estas crecientes se acompañan por el flujo de sedimentos, según las condiciones de la cuenca. Es importante tener en cuenta que este tipo de amenaza puede causar grandes daños en las edificaciones y pérdida de vidas humanas (IDIGER, 2022).

En el documento técnico de soporte (DTS) para la revisión ordinaria del POT, se explica la metodología usada por el IDIGER para la elaboración de un nuevo mapa, no incluido en el Decreto 190 de 2004, acerca de las avenidas torrenciales en la zona urbana, de expansión y rural de la capital. Esta problemática ha sido estudiada con el fin de evitar impactos negativos en los ciudadanos y edificaciones asociados con los cuerpos de agua que pueden presentar esta condición de amenaza.

En la ciudad de Bogotá los cerros orientales caracterizados por sus altas pendientes se presentan como fuentes óptimas para la generación de avenidas torrenciales. Otro factor que contribuye con este tipo de amenaza son las precipitaciones, dentro del distrito capital se presentan dos temporadas de lluvia que producen los volúmenes de agua necesarios para ocasionar flujos torrenciales (abril - mayo, octubre - noviembre) (IDIGER, 2018). Finalmente, es importante tener en cuenta que las acciones antrópicas como la ocupación de cauces y cambios de coberturas naturales aumenta la susceptibilidad de la ciudad al impacto generado por este tipo de amenaza

Las categorías de amenaza por avenidas torrenciales se dividen en las siguientes subclases:

- ▶ Amenaza alta: Zona de desborde del cauce delimitada para un caudal de periodo de retorno de 100 años, con una profundidad de lámina de agua superior a 1 m y/o velocidad de flujo superior a 1,5m/s
- ▶ Amenaza media: Zona de desborde del cauce delimitada para un caudal de periodo de retorno de 100 años, con una profundidad de lámina de agua entre 0,4 y 1 m y/o velocidad de flujo superior entre 0,4 y 1,5m/s
- ▶ Amenaza baja: Zona de desborde del cauce delimitada para un caudal de periodo de retorno de 100 años, con una profundidad de lámina de agua entre 0 y 0,4 m y/o velocidad de flujo inferior a 0,4m/s

En la Figura 8 se puede observar la clasificación de amenazas por avenidas torrenciales para la ciudad de Bogotá, esta indica que toda el área de interés presenta una amenaza baja para el desarrollo del proyecto “Construcción de la Subestación Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV” (Observar estrella verde).

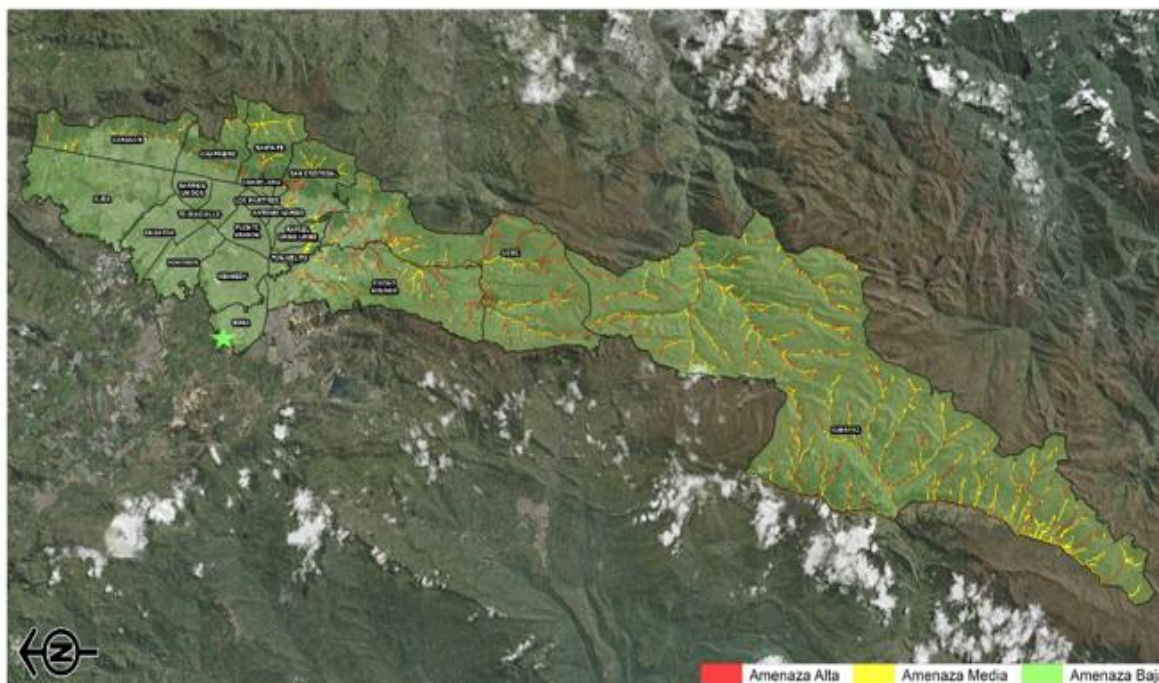


Figura 8 Zonificación de amenaza por avenidas torrenciales

FUENTE: IDIGER, 2022

10.2.1.1.5 Amenaza por Encharcamientos

El sistema de alcantarillado pluvial es el encargado de la recolección, transporte y disposición de aguas (precipitación y escorrentía), en otras palabras, el sistema tiene como objetivo la evacuación de las lluvias presentes en la urbanización (Edificaciones y vías), previniendo de esta forma las inundaciones y encharcamientos. Estas aguas son llevadas a través de canales a cuerpos hídricos como los ríos, quebradas, humedales, entre otros (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

El alcantarillado pluvial se ha ampliado en los últimos años acorde con el crecimiento de la ciudad, por ende se han construido estructuras como sumideros, colectores locales y troncales con el fin de impermeabilizar la ciudad y evacuar las lluvias a los cuerpos receptores (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

Este tipo de amenaza puede generarse por medio de dos eventos que se mencionaran a continuación:

1. Falla funcional del sistema de alcantarillado pluvial
2. Falla estructural del sistema de alcantarillado pluvial

Las principales causas cuando se presenta una falla funcional en el sistema de alcantarillado pluvial se asocian con los siguientes factores:

- ▶ Aguaceros de condiciones extremas (Intensidad y duración), para los cuales no está diseñado el sistema de tuberías
- ▶ Problemas generados por el depósito indebido de residuos sólidos domésticos o escombros que generan la disminución de la sección hidráulica a través de las tuberías

- ▶ Insuficiencia hidráulica de la red que se presenta por tuberías sin la capacidad necesaria para tratar los caudales que se producen
- ▶ Fallas en las estaciones elevadoras
- ▶ Fenómenos climáticos como las granizadas, ya que taponan los sumideros y obstaculizan el transporte del agua
- ▶ Fallas en las redes proporcionadas por la inexistencia de estas en diversas zonas o por sistemas combinados
- ▶ Problemas de descarga por altos niveles en los cuerpos de agua; se genera reflujo en las redes y encharcamientos ya que le agua se sale del sistema de alcantarillado

Por otro lado, las principales causas de la falla estructural del sistema de alcantarillado pluvial se asocian a:

- ▶ Colapso estructural de redes antiguas por obsolescencia

Los encharcamientos, en los últimos años de Bogotá, han incrementado principalmente cuando se presenta el fenómeno de la Niña; estos han producido colapsos viales, trancones que afectan las vías de la capital, han dejado a personas atrapadas en carros y calles, han producido la inundación de sótanos y parqueaderos y enfermedades por falta de saneamiento y vectores (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

Por medio de estudios realizados por el IDIGER se evaluó la susceptibilidad a las inundaciones producidas por encharcamientos; para esto se tomó como fuente el registro de eventos por encharcamientos reportados a través del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático (SIRE) durante el periodo de 2005 y 2019. Como producto de este estudio se identificaron aquellas zonas en las que durante los últimos años se ha presentado una mayor densidad de estos eventos, los cuales se deben principalmente a fallas funcionales en el sistema de drenaje (Ver Figura 9).

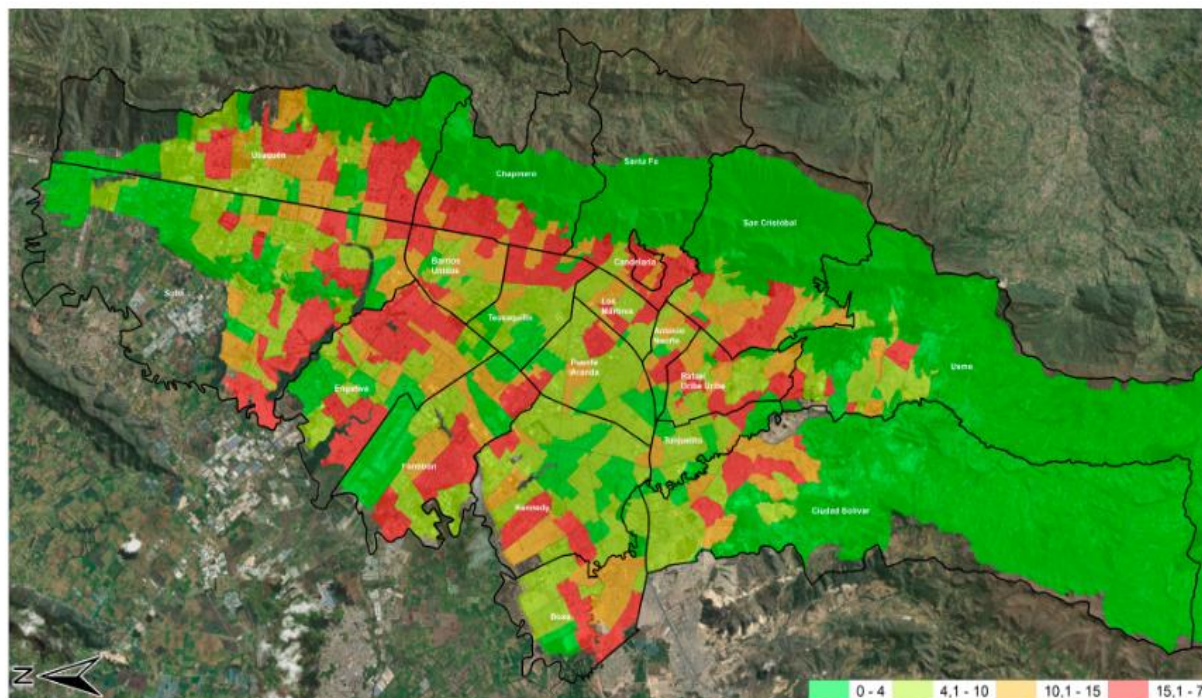


Figura 9 Densidad de eventos por encharcamiento

FUENTE: IDIGER, 2022

De acuerdo con los resultados de la zonificación de áreas por encharcamiento se pudo establecer que el área de influencia se encuentra presuntamente sobre una región de entre 0 y 4 eventos por cada kilómetro cuadrado.

10.2.1.1.6 Amengza Ceráunica

El objetivo de la evaluación de este tipo de amenaza es determinar la necesidad y adopción de un sistema de protección contra los rayos logrando así la protección de infraestructura, adicionalmente, se busca establecer acciones que permitan disminuir el riesgo.

Colombia es uno de los países con mayor actividad de rayos en el mundo debido a su ubicación geográfica en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), a la interacción de los vientos con la cordillera de los Andes y a la humedad del ambiente; en Sudamérica solo se encuentra superado por Venezuela (Cortés Gómez, 2020). En el caso de Bogotá la situación no difiere ya que históricamente se han reportado un alto número de tormentas en distintas localidades.

- ▶ Redes de localización de rayos en Colombia

Colombia ha presentado dos redes de localización de rayos a lo largo de su historia. La primera estuvo a cargo de la empresa Intercolombia S.A E.S.P y fue suspendida en el año 2016, por otro lado, la segunda red fue instalada por la empresa privada de servicios y desarrollo tecnológico conocida como Keraunos S.A.S (Younes Velosa, 2020).

La primera red tuvo dos periodos de operación, en el periodo inicial (1997-2001) se presentaban 6 sensores LPATSIII (Lightning Position and Tracking System) y una unidad de procesamiento central que recibía la localización e información básica de señales electromagnéticas de descarga de rayos con base en el método TOA. Por otro lado, durante el segundo periodo (2007-2015) el sistema estuvo

compuesto de seis sensores IMPACT LS7001, los cuales determinaban el punto de impacto de los flashes nube-tierra por medio de la combinación de métodos MDF y TOA (Younes Velosa, 2020).

La segunda red empezó a operar en el 2012 y en la actualidad se compone de 24 sensores que cubren una amplia región del territorio colombiano. Esta red utiliza la técnica de detección LINET, que se basa en la técnica TOA, pero adicionalmente usa otro algoritmo para también usa la información de señales VLF/LF de descargas nube-tierra e intranube (Younes Velosa, 2020).

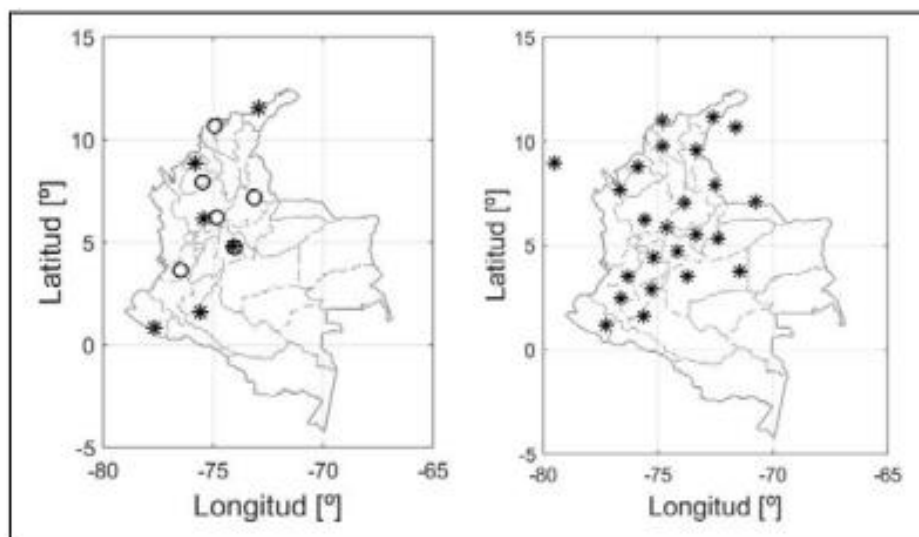


Figura 1. Ubicación espacial de las redes de localización. Izquierda: primera red ([o] 1997 – 2001, [*] 2007 – 2015). Derecha: segunda red (adaptado de **Herrera, et al., 2018**). Derecha: tercera red

Figura 10 Redes de localización de rayos en Colombia

FUENTE: VELOSA, 2020

De acuerdo la Figura 10 se puede observar que la distribución espacial de los sensores en la segunda red es mucho mejor ya que cubre casi toda la extensión del territorio colombiano, incluyendo dos sensores en diferentes países (Venezuela y Panamá). Adicionalmente, el mayor número de sensores aumenta la confiabilidad de los datos y el análisis de estos.

► Actividad de rayos en Colombia

El estudio de los rayos en Colombia ha sido elaborado principalmente por la Universidad Nacional de Colombia; en 1976 elaboraron el primer mapa de nivel cerámico que incluía datos de tres años, posteriormente, en 1990 con ayuda del HIMAT (Actual IDEAM) se elaboró un nuevo mapa cerámico, pero esta vez incluía la información entre el periodo 1974 y 1988 (Universidad Nacional de Colombia, 2019).

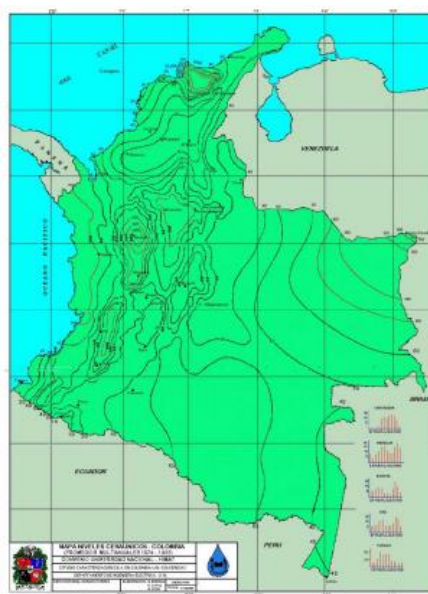


Figura 11 Mapa de nivel cerámico de Colombia

FUENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2019

Debido a las limitaciones de los mapas cerámicos se empezaron a considerar otras variables para el análisis de los rayos; el parámetro de densidad de rayos (DDT) se encuentra definido como los rayos que impactan sobre un área específica en un tiempo específico (1km²/año). El DDT de Colombia se puede observar en la siguiente figura (Ver Figura 12).

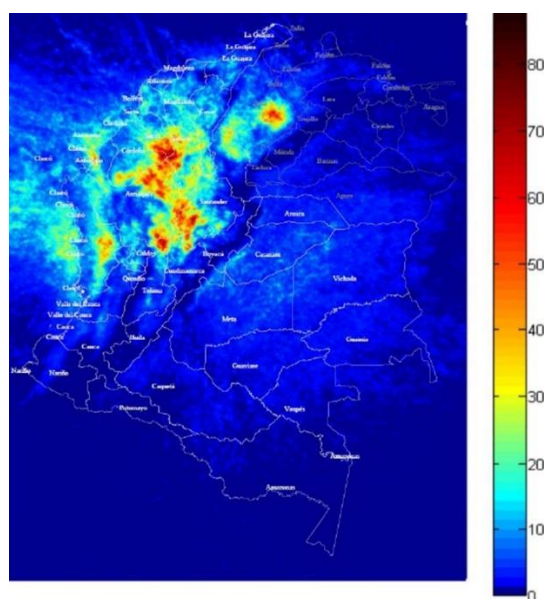


Figura 12 Mapa de densidad de rayos en Colombia para el año 2012

FUENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2020

De acuerdo con la información obtenida a través del mapa DDT, se puede observar que las zonas con mayor actividad de rayos se encuentran en el Magdalena, Chocó y el Catatumbo.

Se han realizado estudios que demuestran dos comportamientos en la actividad de rayos, la primera se presenta en la región central y sigue un comportamiento bimodal con picos en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre; por otra parte, en la región de la costa norte se produce un comportamiento monomodal con un pico durante los meses de junio, julio y agosto. A continuación se presentará la distribución mensual de rayos para la región de Colombia (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

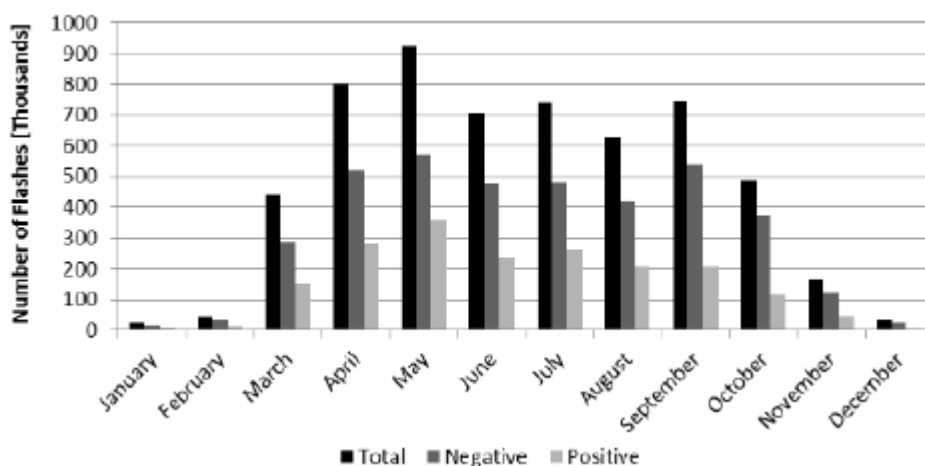


Figura 13 Variación mensual de rayos en Colombia durante el 2012

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2020

En el caso específico de la ciudad de Bogotá, como se mencionó previamente se presenta un régimen bimodal coincidiendo con los periodos lluvia de la región. De acuerdo con esta información en el primer periodo se presentan entre 9 y 10 días tormentosos, mientras que en el segundo se presentan entre 8 y 14 días (Se presenta mayor actividad). Finalmente, se debe tener en cuenta que la ciudad de Bogotá cuenta con 88 tormentas eléctricas promedio, encontrándose en un rango de amenaza por tormentas eléctricas media (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

► Estadísticas generales

Los reportes de daños generados por la actividad de rayos se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 14. Número total de reportes y tipos de lesiones

Tipo de daño	Lesiones
A seres vivos	286
Daños físicos	140
Fallas en sistemas eléctricos y electrónicos	49
Total	351

FUENTE: POT BOGOTÁ, 2018

De acuerdo con la información registrada se puede observar que la mayoría de las lesiones es causada en seres vivos (81%) seguido de los daños físicos y por las fallas en sistemas eléctricos y electrónicos.

Sin embargo es importante mencionar que estos datos presentan un grado de incertidumbre relacionado con que la gran mayoría de reportes se encuentra enfocado únicamente en los daños ocasionados a seres vivos.

► Eventos relacionados por rayos por Departamento

De acuerdo con estudios realizados por las diferentes zonas del país, los departamentos que presentan una mayor cantidad de reportes de actividad cerámica son: Antioquia (15%), Valle del Cauca (7%), Bolívar (6%), Córdoba (6%) y Boyacá (5%). Por otra parte, los departamentos que presentan mayores lesiones a seres vivos son: Antioquia (15%), Córdoba (7%), Bolívar (6%), Boyacá (6%) y Cauca (6%). Siguiendo el mismo análisis, los departamentos con mayores registros de daños físicos son: Antioquia, Sucre, Córdoba, Valle del Cauca y Cesar. Finalmente, los departamentos con mayores fallas en sistemas eléctricos y electrónicos son: Antioquia, Sucre, Cesar, Bogotá D.C y Norte de Santander (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

En el caso específico de la ciudad de Bogotá, esta cuenta con 14 reportes entre los cuales 10 han presentado lesiones a seres vivos, 8 han sido daños físicos y 4 han sido fallas en sistemas eléctricos y electrónicos (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

10.2.1.2 Amenazas de Origen Antrópico

10.2.1.2.1 Incendio Forestal

El Minambiente define como incendio forestal al fuego que se extiende libremente sin control ni límites preestablecidos, destruyendo vegetación viva o muerta en terrenos destinados para actividades forestales o en zonas de importancia ambiental. Por otro lado, de acuerdo con la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales (CDPMIF) el incendio es el fuego que se propaga sin control y consume coberturas vegetales de áreas rurales o componentes de la estructura ecológica principal, cuya área de afectación supera las 0,5 Ha (IDIGER, 2022).

Desde 1996 Bogotá cuenta con La Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales (CDPMIF), esta institución a partir del 2005 adquirió respaldo jurídico gracias al Decreto Distrital 146 subrogado el 16 de septiembre de 2014, mediante el Decreto No. 377, con el fin de armonizar la CDPMIF con los requerimientos de las leyes 1523 y 1575 de 2012, y determinando la DCPMIF como la instancia asesora técnica permanente, en materia de conocimiento, reducción y manejo del riesgo asociado con los incendios forestales en la ciudad de Bogotá, como parte integral del Sistema Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático (SDGR), y se articula a través de la Comisión Intersectorial de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, de conformidad con el artículo 16 del Decreto Distrital 172 de 2014 (IDIGER, 2022).

Los eventos forestales se encuentran clasificados en las siguientes clases:

- Quema: Fuego con o sin control y/o límite preestablecido, originado por la actividad humana, que consume cualquier material combustible y puede afectar zonas con cobertura vegetal.
- Conato forestal: Fuego que se propaga sin control y consume coberturas vegetales de áreas rurales o componentes de la estructura ecológica principal, cuya área de afectación es inferior a las 0,5 Ha
- Incendio forestal: Fuego que se propaga sin control y consume coberturas vegetales de áreas rurales o componentes de la estructura ecológica principal, cuya área de afectación supera las 0,5 Ha

De acuerdo con el IDIGER durante el periodo del 2010 y el 2020 se presentaron 7022 eventos forestales, representados de la siguiente forma: 5334 perteneces a quemas, 1493 fueron conatos y 195 fueron

incendios forestales; en total estos eventos produjeron una afectación de 1783,6 Ha. En la siguiente figura se podrá observar la cantidad de incidentes y área afectada de acuerdo con la localidad.

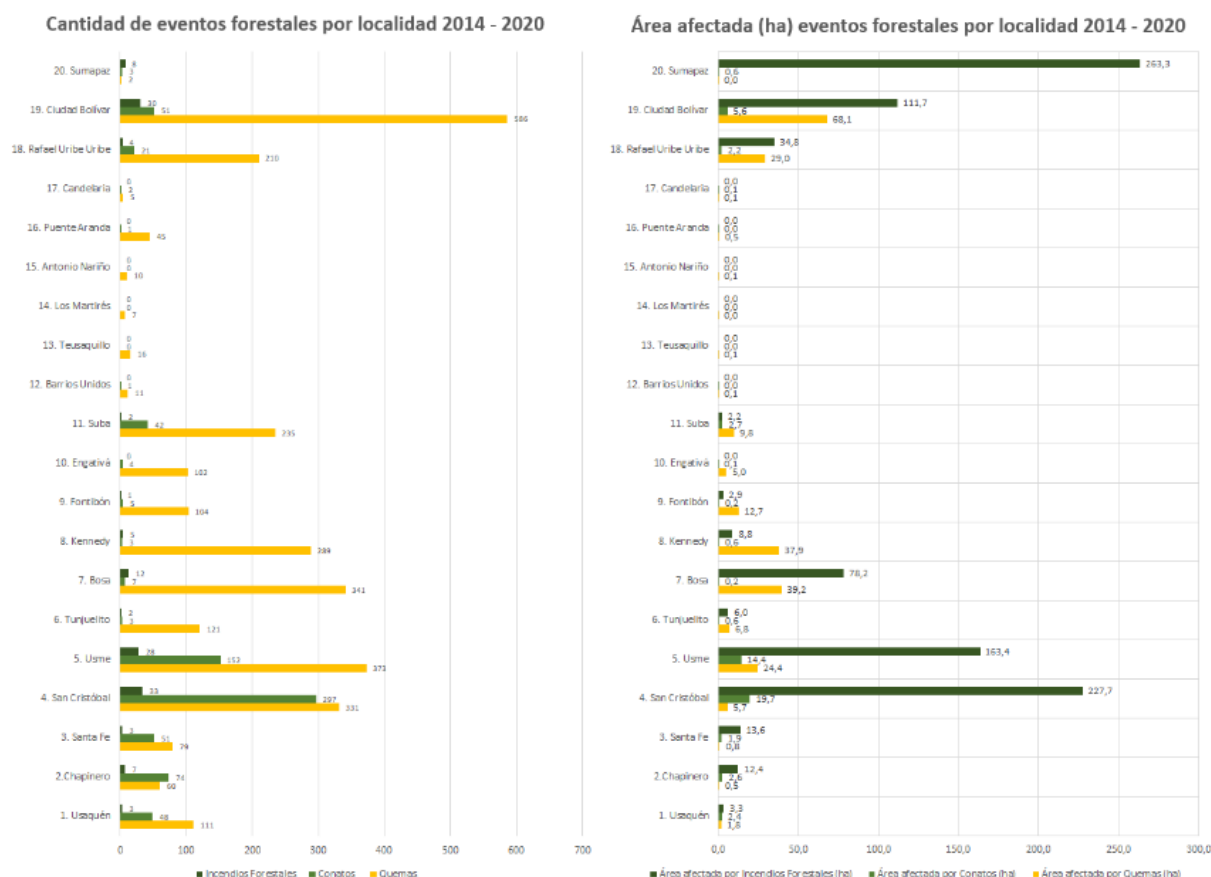


Figura 14 Cantidad de incidentes y el área afectada por eventos forestales por localidad

FUENTE: IDIGER, 2022

Como se puede observar, durante un período de 6 años se presentaron 360 eventos; esta información junto con el mapa proporcionado por el IDIGER permite identificar que el área de influencia se encuentra en una zona diversa que presenta amenazas altas, bajas medias y sin amenaza.

10.2.1.2.2 Amenazas Tecnológicas Externas

Las amenazas tecnológicas externas en la ciudad de Bogotá pueden verse representadas por diferentes infraestructuras o actividades que, por su operación, o por factores o variables externas pueden ocasionar eventos accidentales.

De acuerdo con la Encuesta Manufacturera del 2015 (EAM) ejecutada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) se reportó que, dentro de las agrupaciones industriales investigadas a nivel nacional, el 41,9% se encuentran ubicadas en la ciudad de Bogotá (Ver Figura 15).

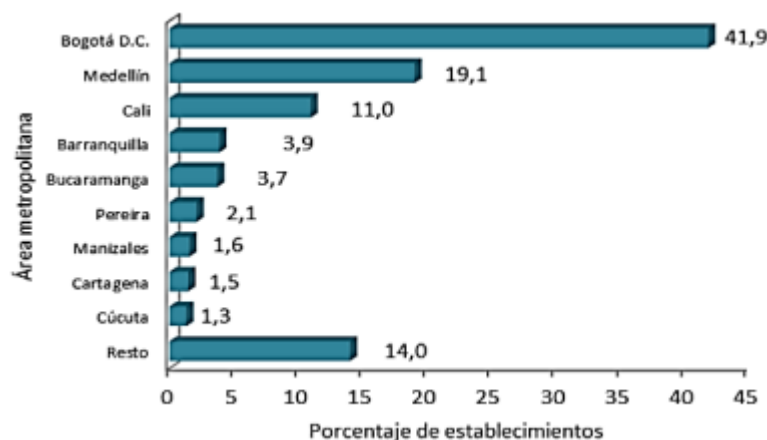


Figura 15 Distribución de los establecimientos por áreas metropolitanas

FUENTE: ENCUESTA ANUAL MANUFACTURERA, 2015

Como se puede observar de acuerdo con la información proporcionada por el DANE, la ciudad de Bogotá presenta zonas con grandes establecimientos industriales y manufactureros.

Por otra parte, el IDIGER, mediante el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y Cambio Climático (SIRE) analizó y consolidó los registros de eventos de emergencia reportados en Bogotá. Esta información se conformó a partir de reportes de ciudadanos u otras entidades territoriales que conformaron 128 documentos técnicos donde se valoran las condiciones de riesgo de forma cualitativa (IDIGER, 2022). Los resultados obtenidos podrán observarse en la siguiente figura (Ver Figura 16)

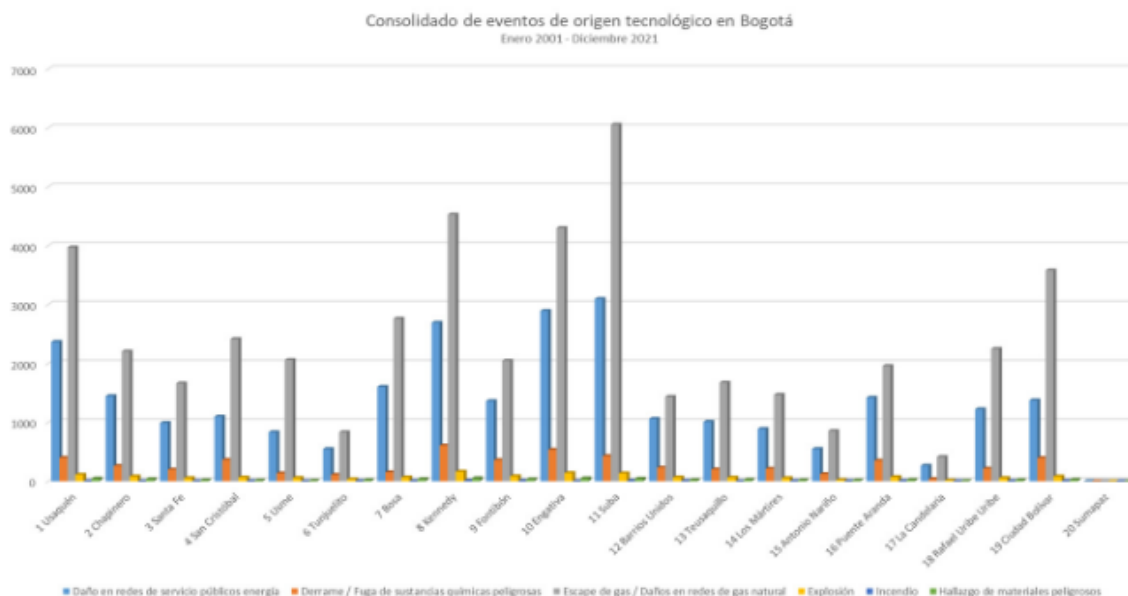


Figura 16 Consolidado de eventos de origen tecnológico en la ciudad de Bogotá durante el año 2021

FUENTE: IDIGER, 2022

De acuerdo con los resultados puede decirse que el mayor riesgo se encuentra relacionado con los escapes de gas, seguido por el daño en redes de servicio público y la fuga de sustancias químicas peligrosas. En la localidad de Bosa, lugar donde se encuentra ubicada la subestación, se han presentado los siguientes eventos de emergencia en orden de mayor a menor número de eventos: Escape de gas, daño en redes de servicios públicos de energía, fuga de sustancias químicas peligrosas, explosión, hallazgo de materiales peligrosos e incendios (IDIGER, 2022).

En el 2014 la Secretaría Distrital de Salud (SDS) realizó un Boletín de Seguridad Química; en este se realizó una priorización de las sustancias químicas usadas en la ciudad, considerando tanto la cantidad almacenada como la cantidad utilizada en los establecimientos. De acuerdo con los resultados, se identificó que las sustancias más usadas son el ACPM, la gasolina y el ácido sulfúrico con un 48%, 38% y 7%, respectivamente (IDIGER, 2017).

Los factores que promueven la materialización de este tipo de riesgo son los siguientes:

- ▶ Desconocimiento o conocimiento inadecuado
- ▶ Deficiencia en materiales de construcción
- ▶ Deficiencias tecnológicas
- ▶ Fallas en procesos, equipos o diseños
- ▶ Error humano
- ▶ Actores externos (Voluntarios)
- ▶ Fenómeno naturales o socio naturales

De acuerdo con toda la información presentada previamente, se estima que la frecuencia de ocurrencia de este tipo de amenaza para el área de influencia del proyecto “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115kV” es catalogada como de ocurrencia ocasional (Nivel de frecuencia medio).

Tabla 15. Probabilidad de ocurrencia de los eventos de origen tecnológicos para la subestación SER1

Determinación de probabilidad de ocurrencia - Frecuencia					Eventos de origen tecnológicos			
Probabilidad de ocurrencia	Casos/Año	Descripción	Asignación	Nivel de Frecuencia	Escapes de gas en redes de gas natural	Incendios	Daños en redes de servicios públicos de energía	Derrame/Fuga de sustancias químicas
Frecuente	Más de 1 caso al año	Sucede varias veces al mes en la empresa (E)	5	Muy alta				
Moderado	Hasta 1 caso cada 5 años	Sucede varias veces al año en la empresa (D)	4	Alta				
Ocasional	Hasta 1 caso cada 20 años	Ha ocurrido en la empresa (C)	3	Media				
Remoto	Hasta 1 caso cada 50 años	Ha ocurrido en el sector (B)	2	Baja				
Improbable	Más de 50 años para 1	No ha ocurrido en el sector (A)	1	Muy baja				

FUENTE: CPA INGENIERÍA, 2022

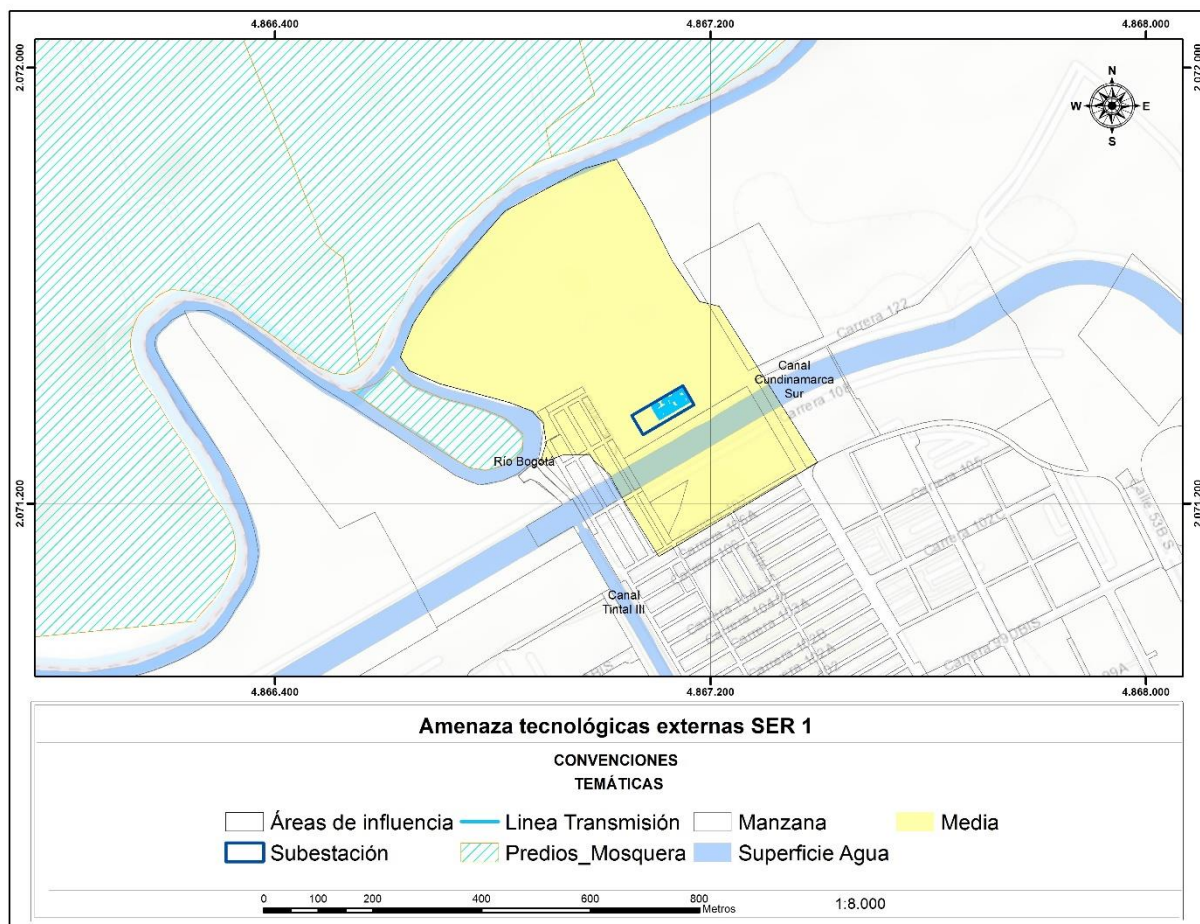


Figura 17 Amenazas tecnológicas externas en el área de influencia

FUENTE: CPA INGENIERÍA, 2022

10.2.1.2.3 Daños a Bienes Civiles/Atentados Terroristas

El término de daños a bienes civiles describe todos aquellos daños que afectan los bienes materiales, los cuales no son objetivos militares y no deben ser objeto de ataque o represalia.

Por otro lado, el atentado terrorista describe aquellos ataques indiscriminados realizados por medio de explosivos contra objetivos civiles en lugares públicos, que presentan un alto potencial de devastación o letalidad sobre la población civil (Centro de Memoria Histórico, 2013).

Desde la década de los 80, Bogotá ha sido el blanco de distintos ataques terroristas que han ocasionado caos y miedo. En estos ataques con explosivos realizados en la ciudad de Bogotá los principales afectados han sido la fuerza pública, las entidades gubernamentales y los medios de comunicación.

Entre 1958 y el 2022 en la ciudad de Bogotá se han registrado 442 casos que han producido un total de 13 víctimas. Estos ataques han sido producidos principalmente por la guerrilla (51,8%) seguida de los grupos armados (42,2) y de los grupos paramilitares (2,9%). Adicionalmente, es importante mencionar que estos ataques han tenido las siguientes modalidades: ataque a propiedad (33,3%), quema de vehículos (23,3%), ataque a instituciones (13,1%), sabotaje (10,9%), ataque a organizaciones (10%) y

atentados (5,9%). Por todo lo anterior, se considera que los daños a bienes civiles pueden presentarse con una probabilidad de ocurrencia media u ocasional (Centro de memoria histórica, 2002).

10.2.1.3 Amenazas Operacionales que Pueden Afectar al Ambiente (Medio abiótico, biótico y socioeconómico)

Posterior a la identificación y examinación de los riesgos exógenos es importante identificar aquellas acciones que durante el desarrollo del proyecto puedan producir, incrementar o activar factores de riesgo existentes en las zonas adyacentes al proyecto “Construcción de la Subestación Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV”.

Las amenazas operacionales fueron clasificadas de acuerdo con la etapa del proyecto que las afecta, de esta manera fueron catalogadas en aquellas que se pueden presentar durante la fase de construcción y en aquellas que se puede presentar durante la fase de operación de la línea y la subestación, A continuación, se presentaran cada una de las amenazas identificadas

10.2.1.3.1 Amenazas Operacionales durante la construcción

En esta sección se encuentran todas las situaciones que, durante el desarrollo de las obras de construcción, tienen el potencial de afectar infraestructura de servicios, vías, espacio público, recursos ambientales y en especial los predios adyacentes al proyecto y las personas que transitan por la zona.

A continuación, se caracterizarán cada una de las amenazas identificadas durante la fase de la construcción.

10.2.1.3.1.1 Roturas / Daños en los equipos de construcción

El daño o rotura de los equipos utilizados en la obra pueden generar problemas en la seguridad del personal y las comunidades adyacentes, produciendo desde lesiones hasta graves siniestros.

Las principales causas que producen estos eventos son las siguientes.

- ▶ Equipos desgastados
- ▶ Programas de mantenimiento incompletos y/o inadecuados
- ▶ Utilización de equipos que no están en óptimas condiciones (Rotos o dañados)
- ▶ Uso inapropiado de equipos y herramientas por parte del personal
- ▶ Falta de mantenimientos preventivos y correctivos
- ▶ Capacitaciones inadecuadas al personal
- ▶ Exceder los parámetros de estrés en los equipos
- ▶ Rotura debido al estrés ambiental
- ▶ Falta de liderazgo gerencial

10.2.1.3.1.2 Accidentes laborales – Errores humanos / Fallas en procesos

De acuerdo con el Ministerio de Salud y Protección Social los accidentes de trabajo son sucesos repentinos que sobrevengan por causa de cualquier actividad relacionada con el trabajo y que produzcan en el trabajador una lesión orgánica, perturbación funcional o psiquiátrica, invalidez o incluso la muerte (Función Pública, s.f.).

Las causas básicas de estos accidentes son las siguientes:

- ▶ Capacitaciones inadecuadas para procesos y operaciones
- ▶ Equipos de seguridad en condiciones incorrectas (Inadecuados o ausentes)
- ▶ Procedimientos inadecuados
- ▶ Falta de observación y concentración de los procesos
- ▶ Despeje de franja de incertidumbre
 - ▶ Golpes con árboles intervenidos
 - ▶ Atrapamiento por el proceso en diversas actividades
 - ▶ Sobreesfuerzos en el manejo de equipos por técnicas inadecuadas

Excavaciones

- ▶ Atrapamiento (Falla de cohesión del terreno o caída del material)
- ▶ Caídas de distinto nivel, desde el borde de la excavación
- ▶ Golpe por caída de materiales
- ▶ Caídas desde pasarelas y escaleras
- ▶ Golpes con equipos de excavación en roca
- ▶ Tareas de percusión o trepidación cercana a las excavaciones

Montaje de estructuras

- ▶ Golpes por caída de materiales
- ▶ Caídas de distinto nivel
- ▶ Atrapamiento con estructuras

De acuerdo con estudios realizados por la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, mediante la Secretaría de Salud, entre 2011 y 2021 la tasa de accidentalidad laboral en la ciudad ha venido en descenso. Sin embargo, durante el periodo de 2020 y 2021 esta cifra incrementó ya que el Decreto 676 de 2020 que modificó el Decreto 1477 de 2014, estableció el COVID-19 como una enfermedad de origen laboral para trabajadores de la salud. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos indicadores también varían de acuerdo con el sector económico al que pertenecen los trabajadores (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2022).

En el caso de la construcción la tasa de accidentalidad y mortalidad sigue siendo una de las más representativas, alcanzando en el primer semestre del 2022 un total de 7238 accidentes y 17 muertes. En la Figura 18 se podrá observar la evolución de esta variable con el paso del tiempo.

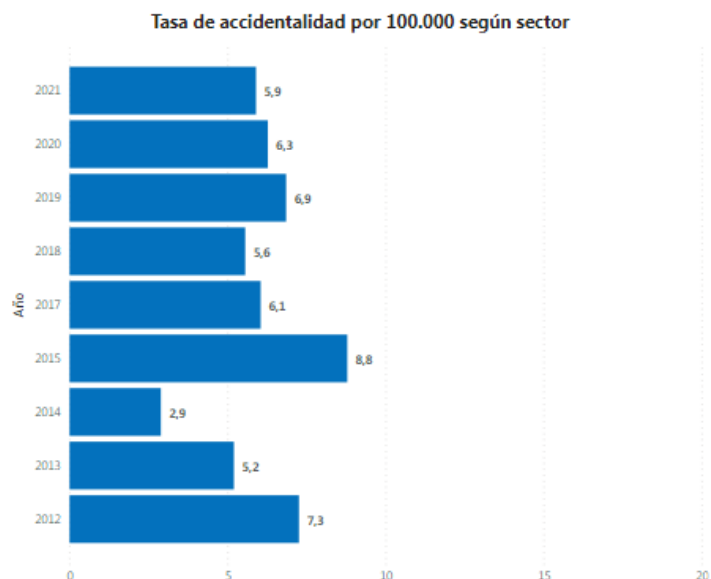


Figura 18 Tasa de accidentalidad por cada 100.000 trabajadores en el sector de la construcción

FUENTE: ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, 2022

10.2.1.3.1.3 Incidentes con vehículos y operación de maquinaria

Los incidentes que presenten vehículos pueden generar lesiones o siniestros en el personal o en personas que transiten por las mismas rutas que los vehículos involucrados. Adicionalmente, este tipo de incidentes puede generar atención no deseada por parte de los medios de comunicación y puede resultar en un aumento considerable en las primas de seguros.

Las causas básicas de estas situaciones se relacionan con:

- ▶ Vehículos en mal estado (Desgastados)
- ▶ Planes de mantenimiento inadecuados
- ▶ Vehículos que no cuentan con las características óptimas para el tipo de terreno
- ▶ Fatiga por parte de los operadores
- ▶ Terreno inestable o en malas condiciones por falta de mantenimiento o mantenimiento inadecuado

10.2.1.3.1.4 Derrame de producto

Los derrames o fugas de combustibles, aceites y sustancias químicas pueden generar grandes afectaciones al personal (lesiones), al medio ambiente (a largo plazo) y puede contribuir a la explosión de los equipos usados en la obra.

Las principales causas asociadas con esta amenaza se presentarán a continuación:

- ▶ Escape durante el transporte
- ▶ Uso de incorrectos o inadecuados recipientes de almacenaje

- ▶ Capacitación inadecuada del personal
- ▶ Condiciones meteorológicas extremas que producen incidentes
- ▶ Fallas físicas en el estado de tanques o recipientes usados para el almacenamiento
- ▶ Manipulación inadecuada durante la carga y descarga de los productos

Para determinar el grado de amenaza durante las actividades de construcción se consultó principalmente informes previos acerca de los accidentes generados en la ciudad de Bogotá; algunos de estos fueron la “Conversión de la Subestación San José 57.5 kV a 115 kV” y el documento “Construcción de la Subestación Calle Primera y Línea de Transmisión a 115 kV”.

Tabla 16. Probabilidad de ocurrencia de las amenazas generadas durante la construcción para la SER1

Determinación de probabilidad de ocurrencia - Frecuencia					Amenazas generadas durante construcción			
Probabilidad de ocurrencia	Casos/Año	Descripción	Asignación	Nivel de Frecuencia	Roturas/Daños en los equipos de construcción	Errores humanos/ Fallas en procesos	Incidentes con vehículos y operación de maquinaria	Derrame del producto
Frecuente	Más de 1 caso al año	Sucede varias veces al mes en la empresa (E)	5	Muy alta				
Moderado	Hasta 1 caso cada 5 años	Sucede varias veces al año en la empresa (D)	4	Alta				
Ocasional	Hasta 1 caso cada 20 años	Ha ocurrido en la empresa (C)	3	Media				
Remoto	Hasta 1 caso cada 50 años	Ha ocurrido en el sector (B)	2	Baja				
Improbable	Más de 50 años para 1	No ha ocurrido en el sector (A)	1	Muy baja				

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2.1.3.2 Amenazas durante la operación y mantenimiento de la subestación y la línea

Los accidentes electivos pueden ser producidos por contactos directos (bipolar, fase-neutro, fase-tierra), contactos indirectos (inducción, contacto con masa energizada, tensión de paso, tensión de contacto, tensión transferida), impactos de rayo, fulguración, explosión, incendio, sobrecorriente y sobretensiones (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

10.2.1.3.2.1 Riesgo eléctrico

Este tipo de riesgo está presente durante el desarrollo de cualquier actividad que requiera la manipulación o maniobra de instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, operaciones de mantenimiento de las mismas, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de máquinas, entre otros (Universidad Politécnica de Madrid). Finalmente es importante tener en cuenta que por regla general toda instalación eléctrica tiene un riesgo eléctrico implícito y ante la imposibilidad de controlarlos todos, se deben tener presentes lo que generen una mayor cantidad de accidentes. En la Tabla 17 se presentan los factores de riesgo eléctrico más comunes y sus posibles causas

Tabla 17. Factores de riesgos eléctricos más comunes

Riesgos	Posibles causas
Contacto directo/Indirecto	Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad. Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.
Ausencia de electricidad	Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos
Arcos eléctricos	Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundaria con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.
Cortocircuito	Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.
Sobrecarga	Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumple las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.
Tensión de contacto/Tensión de paso	Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.

FUENTE: ENEL CODENSA, 2020

10.2.1.3.2.2 Incendios o explosiones

De acuerdo con estudios previos se puede establecer que los incendios rara vez se producen durante la construcción de subestaciones, sin embargo, esta situación puede generar consecuencias hasta de un nivel de pérdida total (CPA Ingeniería S.A.S, 2020). Entre las principales causas de este fenómeno se encuentran los siguientes ítems:

- ▶ Envejecimiento de circuitos y cortocircuitos en tomas de corriente
- ▶ Recalentamiento del cableado y sobrecargas eléctricas
- ▶ Fallos en los circuitos de motores eléctricos
- ▶ Puntos de luz e interruptores expuestos a atmosferas explosivas

Como puede observarse el cableado es el peligro más latente ya que se caracteriza por ser una fuente de ignición y a la vez contiene materiales inflamables. Por la falla en un cable puede generarse un incendio en el equipo que lo contiene y posteriormente derivar en incendios mayores.

En esta sección también debe considerarse el peligro creado en equipos enfriados por medio de aceite mineral, entre estos equipos se destacan los transformadores e interruptores. El aceite es una fuente inflamable que al ser iniciada por una falla dentro de un equipo puede generar incendios de equipos que pueden desencadenar en incendios de mayores magnitudes. Las principales causas para que se produzcan arcos internos dentro del aceite son las siguientes

- ▶ Filtración de agua o humedad
- ▶ Falla de aislamiento del núcleo
- ▶ Corriente de falla exteriores
- ▶ Fallas en el cambiador de taps

10.2.1.3.2.3 Derrame Aceite Dieléctrico

Los transformadores son elementos muy fiables dentro de una red eléctrica, su tasa de fallos aún con el incremento en los últimos tiempos continúa siendo baja. Sin embargo, los fallos en estos equipos son muy costosos y pueden generar graves consecuencias al nivel de la pérdida total (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

La quema de transformadores se produce principalmente por sobrecargas eléctricas o térmicas, defectos en el sistema de refrigeración y fallos constructivos (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

Los transformadores presentarán fosos y tanque recolector de aceite para controlar los efectos de posibles derrames. Este sistema de recolección se diseñará e implementará de tal forma que sea eficaz ante la presencia de lluvias. Por otra parte, los fosos serán diseñados e implementados de modo que extingan el fuego en caso de roturas de tanques de transformador y derrame de aceite inflamado (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

10.2.1.4 Probabilidad de Ocurrencia de Amenazas

Para valorar la probabilidad de ocurrencia de las distintas amenazas identificadas, se utilizarán los parámetros de la Tabla 18; en esta el puntaje para cada probabilidad de ocurrencia varía entre 5 y 1, siendo 5 el valor para los eventos que se producen con mayor frecuencia y 1 el valor asignado para los eventos con menor probabilidad de ocurrencia.

De acuerdo con la información expuesta en el numeral 9.1.1, la Tabla 1 resume el grado de probabilidad de amenaza para el proyecto “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV”.

Tabla 18. Grado de probabilidad de amenaza para el área de influencia

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	ID	Probabilidad de ocurrencia de las amenazas
Del medio ambiente hacia el proyecto (Exógenos)	Amenazas de origen natural (que pueden afectar el proyecto)	Geológico (E10)	Sismicidad	E11	Media
		Geotécnico (E20)	Amenaza por Movimientos en Masa	E21	Baja
		Hídrico (E30)	Amenaza por Inundación por Desbordamiento	E31	Alta
			Avenidas Torrenciales	E32	Baja
			Encharcamientos	E33	Baja
		Hidrometereológicos (E40)	Tormentas eléctricas	E41	Media
		Incendio Forestal (E50)	Incendios forestales	E51	Baja
	Amenazas de origen antrópico (Internacionales y no internacionales, que	Tecnológicas Externas (E60)	Escape de gas en redes de gas natural	E61	Media

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	ID	Probabilidad de ocurrencia de las amenazas
	pueden afectar el proyecto)		Incendios	E62	Media
			Daños en redes de servicios públicos energía	E63	Media
			Derrame/Fuga de sustancias químicas	E64	Media
		Social (E70)	Toma y bloqueo de vías/Paro cívico	E71	Media
			Delincuencia común	E72	Alta
		Daño a Bienes Civiles/Atentados Terroristas (E80)	Daños a Bienes Civiles/Atentados Terroristas	E81	Media
Del proyecto hacia el medio ambiente (Endógenos)	Amenazas operacionales durante la construcción	Construcción (E90)	Roturas/Daños de los equipos de construcción	E91	Media
			Errores humanos/Fallas en procesos	E92	Alta
			Incidentes con vehículos y operación de maquinaria	E93	Media
			Derrame de Producto	E94	Baja
	Amenazas operacionales (Que pueden afectar al ambiente)	Riesgo Eléctrico (E100)	Arcos eléctricos	E101	Baja
			Ausencia de electricidad	E102	Media
			Contacto directo/indirecto	E103	Baja
			Cortocircuito	E104	Baja
			Sobrecarga	E105	Baja
			Tensión de contacto/Tensión de paso	E106	Baja
		Incendios o explosiones (E110)	Incendios o explosiones eléctricas	E111	Baja
		Derrame/Fuga (E120)	Derrame Aceite Dieléctrico	E121	Baja
	Fuga de gas -SF6		E122	Baja	

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2.2 Identificación, Caracterización, Análisis y Evaluación de la Vulnerabilidad de Elementos Expuestos

10.2.2.1 Identificación y caracterización de elementos expuestos

Los elementos expuestos se encuentran caracterizados como el contexto social, material y ambiental representado por personas, recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico (Cidbimena, 2010). Es importante tener en cuenta que los elementos expuestos son todos aquellos que se encuentran dentro del área de influencia, sin embargo, no todos son objeto de interés desde el punto de vista de la respuesta a emergencias.

Estos corresponden a los elementos que deben ser protegidos en caso de presentarse cualquier amenaza. Para la “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115kV” estos elementos se han subdividido en aquellos que pertenecen al ambiente y aquellos que son propios del proyecto

De acuerdo con la descripción técnica del proyecto, desarrollada en el “Capítulo 3 Descripción del proyecto” las actividades e infraestructura que pueden ser amenazadas por el presente proyecto son las siguientes.

Tabla 19. Actividades e infraestructura expuestos

Actividad/Infraestructura	Descripción
Construcción de la subestación eléctrica y tendido de la línea eléctrica	Construcción y montaje de la subestación eléctrica SER 1
	Construcción y tendido de la línea eléctrica
Operación	Operación de la subestación eléctrica SER 1
	Operación de la línea de transmisión
Mano de obra Construcción - Operación de la subestación eléctrica y línea de transmisión	

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Los elementos externos, por otro lado, se conforma por los asentamientos humanos, infraestructura social, bienes de interés cultural, actividades productivas, empresas y entidades de carácter industrial y áreas ambientales sensibles que pueden verse afectadas por la operación del proyecto.

10.2.2.1.1 Asentamientos Humanos

- Transeúntes área de influencia/Mano de obra durante la construcción y operación del proyecto (Subestación y tendido de línea eléctrica)

El uso de energía eléctrica con el paso del tiempo ha traído la aparición de accidentes relacionados con elementos energizados o incendios. El resultado final del paso de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano puede predecirse con gran porcentaje de certeza, si se toman condiciones de riesgo conocidas y se evalúa en qué medida influyen todos los factores que se relacionan durante un accidente de tipo eléctrico. Por esta razón todo el personal que intervenga en una instalación, en función de las características de la actividad, proceso o situación, debe aplicar las medidas necesarias para que no se potencialice un riesgo de origen eléctrico.

En el caso del presente proyecto, la demanda de mano de obra no calificada durante la fase de construcción, se suplirá con habitantes de las zonas cercanas. Por otro lado, durante la operación se contempla una cuadrilla de mantenimiento. Es importante mencionar que el personal de obra dispuesto para la subestación eléctrica se estima en 150 personas que se encontrarán conformadas por personal de obra civil, personal de montaje, electromecánico, personal de apoyo HSEQ, personal de apoyo externo y personal especialista de montaje eléctrico.

Para el desarrollo del proyecto, comúnmente se necesitan de diferentes tipos de personal, entre los cuales se destacan los siguientes perfiles

- ▶ Personal de dirección: Ingenieros civiles, eléctricos y ambientales con experiencia en este tipo de obras
- ▶ Personal de apoyo: Técnicos o tecnólogos en seguridad industrial y administración
- ▶ Personal operativo: Capataces, oficiales linieros, oficiales de obra civil, obreros de construcción y ayudantes rasos

10.2.2.1.2 Infraestructura Social

Los servicios sociales se encuentran definidos como las prestaciones que son muy importantes para el bienestar social, en otras palabras, para la calidad de vida de los individuos que integran la sociedad (Pérez Porto & Gardey, 2014).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, la estructura social expuesta en el área del proyecto corresponde con vías y medios de transporte como se presenta a continuación Figura 19.

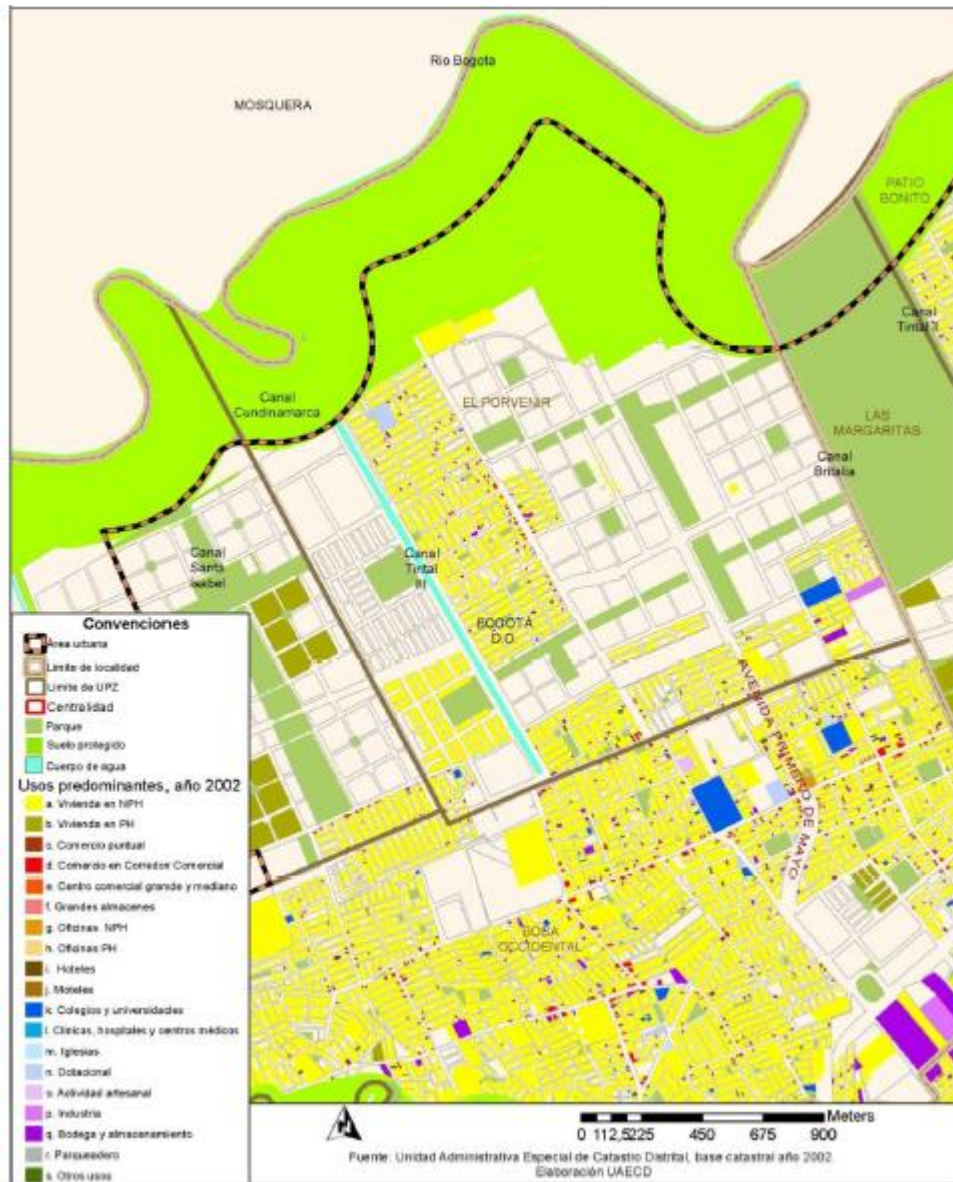


Figura 19 Estructura social expuesta - UPZ Porvenir

FUENTE: ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, 2013

El proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, al costado noroccidental de la localidad de Bosa y en la UPZ Povenir (86). Esta UPZ, limita al norte con la localidad de Kennedy por medio de la Calle 49 Sur, al oriente con la UPZ Bosa Occidental (84) por medio de la Avenida Tintal (Avenida Carrera 89), al sur con la UPZ Tintal Sur (87) por medio de la Calle 63 Sur y al occidente con el municipio de Mosquera por medio del río Bogotá.

La distribución de elementos expuestos dentro del área de influencia, se presentan a continuación.

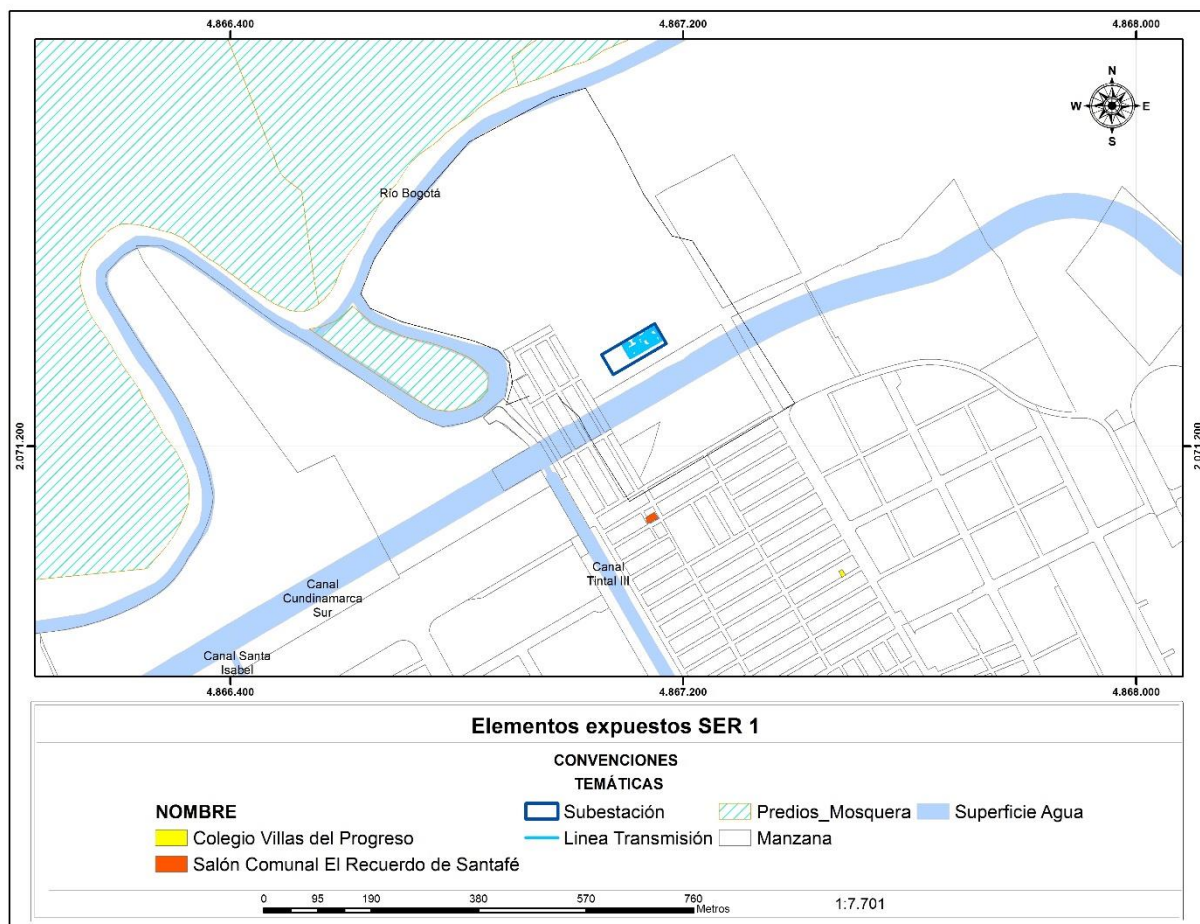


Figura 20 Elementos expuestos dentro del área de estudio

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2.3 Identificación, Caracterización, Análisis y Evaluación de Escenarios de Riesgo

De acuerdo con las actividades que se desarrollarán en el proyecto y la caracterización del área de influencia, el siguiente paso es la identificación de escenarios bajo los cuales pueden materializarse los riesgos derivados de amenazas (naturales, antrópicas, socio-naturales y operacionales); que generen efectos no previstos en las personas, infraestructura y ambiente (Ver tablas Tabla 20 y Tabla 21).

Tabla 20. Matriz de identificación de escenarios de riesgo

ESCENARIOS DE RIESGO PARA LA "CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SER 1 Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 115 KV"					ELEMENTOS EXPUESTOS							
					DEL PROYECTO					DEL AMBIENTE		
					Construcción de la subestación eléctrica y línea de transmisión		Operación		Mano de obra durante la fase de construcción y operación de la SE y la LT	Asentamientos humanos	Infraestructura social	Actividad productiva
					Construcción y montaje de la SE SER 1	Construcción y tendido de la línea eléctrica	Operación de la SE SER 1	Operación de la LT				
					A	B	C	D	E	F	G	H
Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	ID	Escenarios								
Del medio ambiente hacia el proyecto (Exógenos)	Amenazas de origen natural (que pueden afectar el proyecto)	Geológico (E10)	Sismicidad	E11			E1 1/C					
		Hídrico (E30)	Amenaza por Inundación por Desbordamiento	E31	E31/A	E31/B	E3 1/C					
			Encharcamientos	E33	E33/A	E33/B						
		Hidrometeorológicos (E40)	Tormentas eléctricas	E41	E41/A	E41/B	E4 1/C	E41/D				
	Amenazas de origen antrópico (Internacionales)	Tecnológicas Externas (E60)	Escape de gas en redes de gas natural	E61	E61/A	E61/B	E6 1/C		E61/E			

ESCENARIOS DE RIESGO PARA LA "CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SER 1 Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 115 KV"					ELEMENTOS EXPUESTOS							
					DEL PROYECTO					DEL AMBIENTE		
					Construcción de la subestación eléctrica y línea de transmisión		Operación		Mano de obra durante la fase de construcción y operación de la SE y la LT	Asentamientos humanos	Infraestructura social	Actividad productiva
					Construcción y montaje de la SE SER 1	Construcción y tendido de la línea eléctrica	Operación de la SE SER 1	Operación de la LT				
					A	B	C	D	E	F	G	H
Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	ID	Escenarios								
		Incendios	E62	E62/A		E6 2/C		E62/E				
		Daños en redes de servicios públicos energía	E63				E63/D					
		Derrame/ Fuga de sustancias químicas	E64	E64/A		E6 4/C		E64/E				
	Social (E70)	Toma y bloqueo de vías/Paro cívico	E71	E71/A	E71/B							
		Delincuencia común	E72	E72/A	E72/B			E72/E				

ESCENARIOS DE RIESGO PARA LA "CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SER 1 Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 115 KV"					ELEMENTOS EXPUESTOS							
					DEL PROYECTO					DEL AMBIENTE		
					Construcción de la subestación eléctrica y línea de transmisión		Operación		Mano de obra durante la fase de construcción y operación de la SE y la LT	Asentamientos humanos	Infraestructura social	Actividad productiva
					Construcción y montaje de la SE SER 1	Construcción y tendido de la línea eléctrica	Operación de la SE SER 1	Operación de la LT				
					A	B	C	D	E	F	G	H
Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	ID	Escenarios								
		Daño a Bienes Civiles/Atentados Terroristas (E80)	Daños a Bienes Civiles/Atentados Terroristas	E81	E81/A	E81/B	E81/C	E81/D	E81/E			
Del proyecto hacia el medio ambiente (Endógenos)	Amenazas operacionales durante la construcción	Construcción (E90)	Roturas/Daños de los equipos de construcción	E91	E91/A	E91/B				E91/F		
			Errores humanos/Fallas en procesos	E92	E92/A	E92/B			E92/E	E92/F		

ESCENARIOS DE RIESGO PARA LA "CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SER 1 Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 115 KV"					ELEMENTOS EXPUESTOS								
					DEL PROYECTO					DEL AMBIENTE			
					Construcción de la subestación eléctrica y línea de transmisión		Operación		Mano de obra durante la fase de construcción y operación de la SE y la LT	Asentamientos humanos	Infraestructura social	Actividad productiva	
													Construcción y montaje de la SE SER 1
					A	B	C	D	E	F	G		
					Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	ID	Escenarios				
		Incidentes con vehículos y operación de maquinaria	E93					E93/E	E93/F	E93/G			
		Derrame de Producto	E94	E94/A	E94/B								
	Riesgo Eléctrico (E100)	Arcos eléctricos	E101					E101/E	E101/F				
		Ausencia de electricidad	E102							E102/G	E102/H		
		Contacto directo/indirecto	E103					E103/E	E103/F				
		Cortocircuito	E104				E104/C						
	Amenazas operacionales (Que pueden afectar al ambiente)												

ESCENARIOS DE RIESGO PARA LA "CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SER 1 Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 115 KV"				ELEMENTOS EXPUESTOS							
				DEL PROYECTO					DEL AMBIENTE		
				Construcción de la subestación eléctrica y línea de transmisión		Operación		Mano de obra durante la fase de construcción y operación de la SE y la LT	Asentamientos humanos	Infraestructura social	Actividad productiva
				Construcción y montaje de la SE SER 1	Construcción y tendido de la línea eléctrica	Operación de la SE SER 1	Operación de la LT				
				A	B	C	D	E	F	G	H
Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	ID	Escenarios							
		Sobrecarga	E105								E105/H
		Tensión de contacto/Tensión de paso	E106					E106/E	E106/F		
	Incendios o explosiones (E110)	Incendios o explosiones eléctricas	E111				E111/C	E111/D	E111/E	E111/F	
	Derrame /Fuga (E120)	Derrame Aceite Dieléctrico	E121				E121/C				
		Fuga de gas -SF6	E122				E122/C				

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Tabla 21. Descripción de escenarios de riesgo

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Descripción/Área de afectación de los escenarios
Del medio ambiente hacia el proyecto (Exógenos)	Amenazas de origen natural (que pueden afectar el proyecto)	Geológico (E10)	Sismicidad	E11/C	Se puede producir una interrupción y/o suspensión de las actividades por sismos
		Hídrico (E30)	Amenaza por Inundación por Desbordamiento	E31/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a eventos de inducción (Río Bogotá o Canal de Cundinamarca)
				E31/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por eventos de inundación (Río Bogotá o Canal de Cundinamarca)
				E31/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE por eventos de inundación (Río Bogotá o Canal de Cundinamarca)
			Encharcamientos	E33/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a eventos de encharcamiento
				E33/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por eventos de encharcamientos

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Descripción/Área de afectación de los escenarios
		Hidrometeorológicos (E40)	Tormentas eléctricas	E41 /A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a eventos de tormenta eléctrica
				E41 /B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por eventos de tormentas eléctrica
				E41 /C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE por eventos de tormentas eléctricas
				E41 /D	Interrupción y/o suspensión de la operación de la LT por eventos de tormentas eléctricas
	Amenazas de origen antrópico (Internacionales y no internacionales, que pueden afectar el proyecto)	Tecnológicas Externas (E60)	Escape de gas en redes de gas natural	E61/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a escapes de gas en redes de gas natural
				E61 /B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por escape de gas en redes de gas natural
				E61 /C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE por escape de gas en redes de gas natural

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Descripción/Área de afectación de los escenarios
				E61 /E	Afectación de la mano de obra, durante las fases de construcción y/o operación, por el escape de gas en redes de gas natural
				E62/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a incendios
				E62/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE por incendios
			Incendios	E62/E	Afectación de la mano de obra, durante las fases de construcción y/o operación, por incendios
				E63/D	Interrupción y/o suspensión de la operación de la LT por daños en redes de servicios públicos energía
			Derrame/Fuga de sustancias químicas	E64/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a derrames o fuga de sustancias químicas
				E64/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE por derrames o fugas de sustancias químicas
				E64/E	Afectación de la mano de obra, durante las fases de construcción y/o operación, por derrames o fugas de sustancias químicas

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Descripción/Área de afectación de los escenarios
		Social (E70)	Toma y bloqueo de vías/Paro cívico	E71/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a tomas y bloqueos de vías o paros cívicos
				E71/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por toma y bloqueo de vías o paros cívicos
			Delincuencia común	E72/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por delincuencia común
				E72/E	Afectación de la mano de obra, durante las fases de construcción y/o operación, por delincuencia común
		Terrorista (E80)	Daños a Bienes Civiles/Atentados Terroristas	E81/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a atentados terroristas
				E81/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por atentados terroristas
				E81/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE por atentados terroristas
				E81/D	Interrupción y/o suspensión de la operación de la LT por atentados terroristas

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Descripción/Área de afectación de los escenarios
				E81/E	Afectación de la mano de obra, durante las fases de construcción y/o operación, por atentados terroristas
Del proyecto hacia el medio ambiente (Endógenos)	Amenazas operacionales durante la construcción	Construcción (E90)	Roturas/Daños de los equipos de construcción	E91/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a roturas o daños de los equipos de construcción
				E91/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por roturas o daños de los equipos de construcción
				E91/F	Afectación a transeúntes del área de influencia por roturas o daños de los equipos de construcción
			Errores humanos/Fallas en procesos	E92/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a errores humanos o fallas en los procesos
				E92/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por errores humanos o fallas en los procesos
				E92/E	Accidente laboral, por errores humanos o fallas en los procesos
				E92/F	Afectación a transeúntes por errores humanos o fallas en los procesos

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Descripción/Área de afectación de los escenarios
			Incidentes con vehículos y operación de maquinaria	E93/E	Accidente laboral, por incidentes con vehículos y operación de maquinaria
				E93/F	Afectación a transeúntes por incidentes con vehículos y operación de maquinaria
				E93/G	Afectación a vías y medios de transporte por incidentes con vehículos y operación de maquinaria
			Derrame de Producto	E94/A	Interrupción y/o suspensión de las actividades durante la fase de construcción y montaje de la subestación SER 1 debido a derrame de producto
				E94/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por derrame de producto
	Amenazas operacionales (Que pueden afectar al ambiente)	Riesgo Eléctrico (E100)	Arcos eléctricos	E101/E	Afectación de la mano de obra, durante las fases de construcción y/o operación, con quemaduras, caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico
				E101/F	Afectación de personal ajeno a la SE y LT, con quemaduras, caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico
			Ausencia de electricidad	E102/G	Interrupciones del funcionamiento de la instalación eléctrica, generando afectación en vías y medios de transporte
				E102/H	Afectación de actividades productivas por falta de electricidad

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Descripción/Área de afectación de los escenarios
			Contacto directo/indirecto	E103/E	Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (Contacto eléctrico directo), o con masas puesta accidentalmente en tensión (Contacto eléctrico indirecto)
				E103/F	Choque eléctrico (personal ajeno a la SE y TL) por contacto con elementos en tensión (Contacto eléctrico directo), o con masas puesta accidentalmente en tensión (Contacto eléctrico indirecto)
			Cortocircuito	E104/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE por cortocircuitos
			Sobrecarga	E105/H	Daños causados por sobrecorrientes y sobretensiones
		Incendios o explosiones (E110)	Tensión de contacto/Tensión de paso	E106/E	Choque eléctrico, durante la fase de operación de la SE y LT, por contacto con elementos de tensión
				E106/F	Choque eléctrico (Personal ajeno a la SE y LT), por contacto con elementos de tensión
			Incendios o explosiones eléctricas	E111/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE por incendios o explosiones eléctricas
				E111/D	Interrupción y/o suspensión de la operación de la LT por incendios o explosiones eléctricas
				E111/E	Afectación de operadores por incendios o explosiones eléctricas
				E111/F	Afectación de transeúntes del área de influencia y/o personal ajeno por incendios o explosiones eléctricas

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Descripción/Área de afectación de los escenarios
		Derrame/Fuga (E120)	Derrame Aceite Dieléctrico	E121/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE por derrame de aceite dieléctrico
			Fuga de gas -SF6	E122/C	Fuga no controlada de SF-6 en subestaciones de potencial tipo GIS – Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE SER 1 por fuga de gas – SF6

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2.4 Estimación de áreas de afectación

El área de afectación depende de los impactos generados por cada una de las amenazas previamente identificadas.

Para los siguientes eventos: remoción en masa, encharcamientos, avenidas torrenciales, sismicidad se pudo determinar que todo el proyecto se localiza en un grado de amenaza bajo, por lo cual no existe un área de afectación probable para estos eventos.

Por otro lado, las amenazas de origen tecnológico, son de carácter puntual, por esto, las áreas afectadas corresponden al polígono de la subestación y el ducto de la línea. Las áreas de estos elementos se podrán observar a continuación.

Tabla 22. Áreas de elementos expuestos por amenaza tecnológica

Infraestructuras	Área afectada (m2)
Subestación y línea de transmisión	4408

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Finalmente, las amenazas de inundaciones por desbordamiento, debido a que afectan una gran zona de la localidad de Bosa, tendrán un área de afectación representada en el área de influencia. A continuación, se presentará la región en cuestión.

Tabla 23. Áreas de elementos expuestos por amenaza de inundaciones

Infraestructuras	Área afectada (Ha)
Área de influencia abiótica	27,24

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.2.5 Análisis y Valoración del Riesgo

Después de haber identificado las amenazas (endógenas y exógenas) y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, se realizará un análisis que permite conocer los riesgos que pueden afectar el proyecto o pueden generarse a causa del desarrollo y ejecución del mismo.

Como se explicó previamente, en la sección de metodología, para definir el grado o nivel del riesgo se deberán aplicar las siguientes matrices de toma de decisiones (Tabla 24 y Tabla 25). A continuación, se darán los pasos de la metodología a seguir:

- Definir el escenario de riesgo que se requiere evaluar o categorizar
- Determinar las consecuencias que afectan los factores de vulnerabilidad (Personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa)
- Buscar el punto cruce de la matriz correspondiente a la consecuencia (0,1,2,3,4,5) y a la frecuencia determinada (A, B, C, D, E); esa será la valoración del riesgo para cada factor de vulnerabilidad
- Se repetirá el proceso para los siguientes factores de vulnerabilidad hasta que se cubran todas las posibles pérdidas
- Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del escenario de riesgo
- Tomar decisiones o acciones, para reducción del riesgo y/o manejo de la contingencia

Tabla 24. Matriz nivel de riesgos

CALIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD - CONSECUENCIAS					FRECUENCIA				
					Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy alta (5)
Personas	Económica	Ambiental	Imagen de la empresa	Calificación	No ha ocurrido en el sector A	Ha ocurrido en el sector B	Ha ocurrido en la empresa C	Sucede varias veces al año en la empresa D	Sucede varias veces al mes en la empresa E
Una o más fatalidades	Catastrófica > \$1M	Contaminación imparables	Internacional	5	5	10	15	20	25
Incapacidad permanente	Grave \$100k a \$1M	Contaminación mayor	Nacional	4	4	8	12	16	20
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo \$10k a \$100k	Contaminación localizada	Regional	3	3	6	9	12	15
Lesión menor (Sin incapacidad)	Importante \$1k a \$10k	Efecto menor	Local	2	2	4	6	8	10
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <\$1k	Efecto leve	Interna	1	1	2	3	4	5

CALIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD - CONSECUENCIAS					FRECUENCIA				
Personas	Económica	Ambiental	Imagen de la empresa	Calificación	Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy alta (5)
					No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
					A	B	C	D	E
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	0	0	0	0	0	0

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Tabla 25. Matriz perfil de riesgos

CALIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD - CONSECUENCIAS					FRECUENCIA				
Personas	Económica	Ambiental	Imagen de la empresa	Calificación	Muy Baja (A)	Baja (B)	Media (C)	Alta (D)	Muy alta (E)
					No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
					A	B	C	D	E
Una o más fatalidades	Catastrófica > \$1M	Contaminación imparable	Internacional	5	Inaceptable				
Incapacidad permanente	Grave \$100k a \$1M	Contaminación mayor	Nacional	4					
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo \$10k a \$100k	Contaminación localizado	Regional	3	Tolerable				
Lesión menor (Sin incapacidad)	Importante \$1k a \$10k	Efecto menor	Local	2					
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <\$1k	Efecto leve	Interna	1	Aceptable				
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	0					

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

De acuerdo con lo mencionado anteriormente y a partir del cálculo de los valores de riesgo realizados para cada escenario según su frecuencia y consecuencias relativas; se construyen las matrices de nivel del riesgo, para cada uno de los factores de vulnerabilidad, indicando que escenario presenta mayores niveles de riesgo, como se presenta de la Tabla 26 a la Tabla 29.

Tabla 26. Matriz de nivel de riesgos -personas

Nivel de riesgos a personas			Frecuencia				
			Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy alta (5)
			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Magnitud de consecuencias en personas	Calificación		A	B	C	D	E
	Una o más fatalidades	5		E111/E	E81/E E93/E		
	Incapacidad permanente	4		E101/E - E101/F E103/E - E103/F E106/E - E106/F E111/F	E93/F	E72/E E92/E E92/F	
	Incapacidad temporal (>1 día)	3			E62/E E64/E E91/F		
	Lesión menor (Sin incapacidad)	2		E122/C			
	Lesión leve (Primeros auxilios)	1			E102/G		
	Ninguna lesión	0		E94/A - E94/B E104/C - E105/H E111/C - E111/D E121/C	E11/C - E31/A - E31/B E31/C - E33/A - E33/B E41/A - E41/B - E41/C E41/D - E61/A - E61/B E61/C - E61/E - E62/A E62/C - E63/D - E64/A E64/C - E71/A - E71/B E81/A - E81/B - E81/C E81/D - E91/A - E91/B E93/G - E102/H	E72/B E92/A E92/B	

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

De acuerdo con la matriz de riesgos para personas, los siguientes escenarios: E81/E, E93/E, E72/E, E92/E y E92/F son los que presentan un mayor nivel de riesgo (Alto), por ello, están relacionados con la posibilidad de afectación de la vida y la salud humana para trabajadores, transeúntes del área de influencia, personal ajeno a la SE y LT y Operarios.

Por otro lado, observando la Tabla 26, se puede indicar que la mayoría de los escenarios no presenta afectación sobre la vía y salud humana, sin embargo, algunos eventos como la delincuencia, los errores humanos o las fallas en procesos pueden generar lesiones graves o incapacidad permanente.

Tabla 27. Matriz de nivel de riesgos - Económicos

Nivel de riesgos económicos			Frecuencia				
			Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy alta (5)
			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Magnitud de consecuencias económicas	Calificación		A	B	C	D	E
	Catastrófica > \$1M	5					
	Grave \$100 K a \$1 M	4			E81/C		
	Severo \$10 K a \$100 K	3		E91/A - E91/B - E91/F E101/E - E101/F - E103/E E103/F - E104/C - E105/H E106/E - E106/F - E111/C E111/D - E111/E - E111/F	E11/C - E31/A - E31/B E31/C - E41/C - E41/D E61/C - E61/E - E62/C E62/E - E63/D - E64/C E64/E - E81/A - E81/B E81/D - E81/E - E93/E E93/F - E93/G		
	Importante \$1 K a \$10 K	2		E94/A - E94/B E121/C - E122/C	E33/A - E33/B - E41/A E41/B - E61/A - E61/B E62/A - E64/A - E71/A E71/B - E102/G - E102/H	E72/B E72/E E92/A E92/B E92/E E92/F	
	Marginal <\$1 K	1					
	Ninguna	0					

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

De acuerdo con la matriz de riesgos económicos, todos los escenarios se encuentran ubicados dentro del nivel medio y bajo, adicionalmente, estos episodios se encuentran relacionados con la probabilidad de ocurrencia de daños que generen la interrupción de actividades o de la operación, la reposición de equipos, los accidentes laborales y/o el pago a terceros.

Tabla 28. Matriz de nivel de riesgos - Ambientales

Nivel de riesgos ambientales			Frecuencia				
			Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy alta (5)
			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Magnitud de consecuencias ambientales	Calificación		A	B	C	D	E
	Contaminación imparable	5					
	Contaminación mayor	4		E121/C			
	Contaminación localizada	3		E94/A - E94/B E111/C - E111/D E111/E	E81/A - E81/B E81/C - E81/D E91/A - E91/B E102/H		
	Efecto menor	2		E122/C	E31/A - E31/B E31/C - E64/A E64/C - E64/E E93/E - E93/F E93/G	E92/A E92/B E92/E E92/F	
	Efecto leve	1					
	Ningún efecto	0		E101/E - E101/F E103/E - E103/F E104/C - E105/H E106/E - E106/F E111/F	E11/C - E33/A - E33/B E41/A - E41/B - E41/C E41/D - E61/A - E61/B E61/C - E61/E - E62/A E62/C - E62/E - E63/D E71/A - E71/B - E81/E E91/F - E102/G	E72/B E72/E	

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Para este componente, los escenarios E81/A, E81/B, E81/C, E81/D, E91/A, E91/B y E102/H se encuentran catalogados bajo un nivel de riesgo moderado; estos escenarios están relacionados con la posibilidad de afectar el medio ambiente (Contaminación localizada) como consecuencia de eventos de atentados, daños en los equipos de construcción y derrame del producto.

Tabla 29. Matriz de nivel de riesgos – Imagen de la empresa

Nivel de riesgos en la imagen de la empresa		Frecuencia				
		Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy alta (5)
		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Magnitud de consecuencias en la imagen de la empresa	Calificación	A	B	C	D	E
	Internacional	5				
	Nacional	4	E111/C E111/D E111/E E111/F E122/C	E62/C – E62/E E64/C – E64/E E81/A – E81/B E81/C – E81/D E81/E		
	Regional	3	E101/E - E101/F E103/E - E103/F E104/C - E105/H E106/E - E106/F E121/C	E31/A - E31/B E31/C - E41/C E41/D - E61/C E61/E – E63/D E91/F	E72/BE92/A E92/B E92/E E92/F	
	Local	2	E94/A E94/B	E11/C - E33/A - E33/B E41/A - E41/B – E61/A E61/B - E62/A – E64/A E71/A - E71/B – E91/A E91/B – E93/E – E93/F E93/G - E102/G – E102/H	E72/E	
	Interna	1				
	Ningún impacto	0				

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Los escenarios ubicados en los rangos de nivel superiores (Riesgo moderado) están relacionados con la ocurrencia de eventos por inundación de desbordamiento (E31), incendios (E62), daños en redes de servicios públicos energía (E63), derrame/fuga de sustancias químicas (E64), daño a bienes civiles (E81), entre otros.

► Perfil de riesgos - Aceptabilidad de los riesgos

Para poder medir la gravedad relativa de un riesgo y determinar la necesidad e inmediatez de intervenirlo, así como determinar la magnitud de los recursos para dichas acciones, se deben establecer los “Criterios de Aceptabilidad” en función del impacto relativo. Para desarrollar esta metodología se definieron los siguientes criterios de aceptabilidad

Tabla 30. Nivel y descripción del riesgo

Nivel	Descripción
Inaceptable	Los escenarios clasificados bajo este nivel necesitan de acciones prioritarias e inmediatas de protección y prevención por el alto impacto que tendrían sobre el entorno
Tolerable	Los escenarios clasificados bajo este nivel necesitan de acciones que disminuyan el riesgo; su nivel de prioridad es de segundo nivel
Aceptable	Los escenarios clasificados bajo este nivel no presentan un riesgo significativo, por esto, no requieren de una inversión inmediata de recursos ni de acciones específicas sobre los elementos vulnerables identificados para cada escenario

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se debe construir la matriz de aceptabilidad de riesgos, gracias a la cual, se definirán los niveles de riesgo que son aceptables o no para la organización. Para determinar las zonas de aceptabilidad y poder desarrollar esta metodología se deben implementar matrices de Frecuencia vs Consecuencias.

Sobre la matriz de aceptabilidad del riesgo mencionada anteriormente, se deben ubicar cada uno de los escenarios evaluados para cada uno de los factores de impacto seleccionados. Cada uno de estos perfiles se denominará de la siguiente forma: “Perfil de Riesgo Humano”, “Perfil de Riesgo Económico”, “Perfil de Riesgo Ambiental” y “Perfil de Riesgo de Institucional o de Imagen”. De la Tabla 31 a la Tabla 34

Tabla 34 se presentan los perfiles de riesgo para cada uno de los factores mencionados.

Tabla 31. Perfil de riesgo a personas

PERFIL DE RIESGOS A PERSONAS							
CONSECUENCIAS	Una o más fatalidades	5		E111/E	E81/E E93/E		
	Incapacidad permanente	4		E101/E-E101/F E103/E-E103/F E106/E-E106/F E111/F	E93/F	E72/E E92/E E92/F	
	Incapacidad temporal (>1día)	3			E62/E E64/E E91/F		
	Lesión menor (Sin incapacidad)	2		E122/C			
	Lesión leve (Primeros auxilios)	1			E102/G		
	Ninguna lesión	0		E94/A-E94/B E104/C-E105/H E111/C-E111/D E121/C	E11/C-E31/A-E31/B E31/C-E33/A-E33/B E41/A-E41/B-E41/C E41/D-E61/A-E61/B E61/C-E61/E-E62/A E62/C-E63/D-E64/A E64/C-E71/A-E71/B E81/A-E81/B-E81/C E81/D-E91/A-E91/B E93/G-E102/H	E72/B E92/A E92/B	
			Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy alta (5)
PROBABILIDAD							

PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE ESCENARIOS			
Nivel de aceptabilidad	Escenarios	Distribución real	Distribución de escenarios
Aceptable	48	83%	Mínimo el 65%
Tolerable	5	9%	Máximo el 25%
Inaceptable	5	9%	Máximo el 10%
TOTAL	58	100%	100%

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Tabla 32. Perfil de riesgo económico

PERFIL DE RIESGOS ECONÓMICOS						
CONSECUENCIAS	Catastrófica >\$1M	5				
	Grave \$100 k a \$1M	4			E81/C	
	Severo \$10k a \$100k	3		E91/A-E91/B-E91/F E101/E-E101/F-E103/E E103/F-E104/C-E105/H E106/E-E106/F-E111/C E111/D-E111/E-E111/F	E11/C-E31/A-E31/B E31/C-E41/C-E41/D E61/C-E61/E-E62/C E62/E-E63/D-E64/C E64/E-E81/A-E81/B E81/D-E81/E-E93/E E93/F-E93/G	
	Importante \$1 k a \$10k	2		E94/A-E94/B E121/C-E122/C	E33/A-E33/B-E41/A E41/B-E61/A-E61/B E62/A-E64/A-E71/A E71/B-E102G-E102/H	E72/B-E72/E E92/A-E92/B E92/E-E92/F
	Marginal <\$1k	1				
	Ninguna	0				
			Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)
PROBABILIDAD						
PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE ESCENARIOS						
Nivel de aceptabilidad	Escenarios	Distribución real		Distribución de escenarios		
Aceptable	37	64%		Mínimo el 65%		
Tolerable	21	36%		Máximo el 25%		
Inaceptable	0	0%		Máximo el 10%		

TOTAL	58	100%	100%
-------	----	------	------

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Tabla 33. Perfil de riesgo ambiental

PERFIL DE RIESGOS AMBIENTAL						
CONSECUENCIAS	Contaminación imparable	5				
	Contaminación mayor	4		E121/C		
	Contaminación localizada	3		E94/A-E94/B E111/C- E111/D E111/E	E81/A-E81/B E81/C-E81/D E91/A-E91/B E102/H	
	Efecto menor	2		E122/C	E31/A-E31/B E31/C-E64/A E64/C-E64/E E93/E-E93/F E93/G	E92/A E92/B E92/E E92/F
	Efecto leve	1				
	Ningún efecto	0		E101/E- E101/F E103/E- E103/F E104/C- E105/H E106/E- E106/F E111/F	E11/C-E33/A-E33/B E41/A-E41/B-E41/C E41/D-E61/A-E61/B E61/C-E61/E-E62/A E62/C-E62/E-E63/D E71/A-E71/B-E81/E E91/F-E102/G	E72/B E72/E
			Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)
PROBABILIDAD						
PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE ESCENARIOS						
Nivel de aceptabilidad	Escenarios	Distribución real	Distribución de escenarios			
Aceptable	51	88%	Mínimo el 65%			
Tolerable	7	12%	Máximo el 25%			
Inaceptable	0	0%	Máximo el 10%			
TOTAL	58	100%	100%			

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

Tabla 34. Perfil de riesgo de imagen de la empresa

PERFIL DE RIESGOS IMAGEN DE LA EMPRESA						
CONSECUENCIAS	Internacional	5				
	Nacional	4	E111/C E111/D E111/E E111/F E122/C	E62/C-E62/E E64/C-E64/E E81/A-E81/B E81/C-E81/D E81/E		
	Regional	3	E101/E-E101/F E103/E-E103/F E104/C-E105/H E106/E-E106/F E121/C	E31/A-E31/B E31/C-E41/C E41/D-E61/C E61/E-E63/D E91/F	E72/B E92/A E92/B E92/E E92/F	
	Local	2	E94/A E94/B	E11/C-E33/A-E33/B E41/A-E41/B-E61/A E61/B-E62/A-E64/A E71/A-E71/B-E91/A E91/B-E93/E-E93/F E93/G-E102/G-E102/H	E72/E	
	Interna	1				
	Ningún impacto	0				
			Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4) Muy alta (5)
PROBABILIDAD						
PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE ESCENARIOS						
Nivel de aceptabilidad		Escenarios	Distribución real	Distribución de escenarios		
Aceptable		35	60%	Mínimo el 65%		
Tolerable		23	40%	Máximo el 25%		
Inaceptable		0	0%	Máximo el 10%		
TOTAL		58	100%	100%		

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

De acuerdo con lo anterior, aquellos escenarios catalogados como “Inaceptables” requerirán de acciones prioritarias e inmediatas de protección y prevención ya que tendrían un alto impacto en el entorno, los escenarios catalogados como “Tolerables” requieren actividades que disminuya el riesgo y requieren de la formulación de Planes de Acción general; finalmente las acciones catalogadas como “Aceptables” no requieren de acciones prioritarias o inversiones inmediatas.

En la siguiente tabla (Tabla 35) se presentan los riesgos para los que es necesario adelantar acciones que disminuyan el riesgo y los planes de acción asociados.

Tabla 35 . Riesgos para los que es necesario realizar acciones que los disminuyan y/o planes de acción asociados

Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Escenario	Decisiones y acciones para controlar el riesgo	
					Medidas para reducción del riesgo	Medidas para manejo de la contingencia
Del medio ambiente hacia el proyecto (Exógenos)	Amenazas de origen natural (Que pueden afectar el proyecto)	Geológico (E10)	E11/C	Interrupción y/o suspensión de actividades por sismo		Procedimiento ante sismos
		Hídrico (E30)	E31/A	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y montaje de la SE SER 1 por inundación		Procedimiento ante inundaciones
			E31/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por inundación		
			E31/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE SER1 por inundación		
		Hidrometeorológico	E41/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE SER1 por tormentas eléctricas		Procedimiento ante tormentas y descargas eléctricas
			E41/D	Interrupción y/o suspensión de la operación de la LT por tormentas eléctricas		

Origen del evento		Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Escenario	Decisiones y acciones para controlar el riesgo	
						Medidas para reducción del riesgo	Medidas para manejo de la contingencia
Amenazas de origen antrópico (Intencionales y no intencionales, que puedan afectar al proyecto)	Tecnológicas externas (E60)	Escapes de gas en redes de gas natural (E61)	E61/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE SER1 por escape de gas en redes de gas		Plan de Acción ante interrupción o interferencia temporal con una red de servicio público	
			E61/E	Afectación a mano de obra (construcción y/o operación) por escape de gas en redes de gas natural		Plan de Acción en caso de accidente laboral - MEDEVAC	
		Incendios (E62)	E62/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE SER1 por incendios		Plan de Acción ante interrupción o interferencia temporal con una red de servicio público	
			E62/E	Afectación a mano de obra (Construcción y/o operación) por incendios		Plan de Acción en caso de accidente laboral - MEDEVAC	
		Daños en redes de servicios públicos de energía (E63)	E63/D	Interrupción y/o suspensión de la operación de la LT por daños en redes de servicios públicos de energía		Plan de Acción ante interrupción o interferencia temporal con una red de servicio público	

Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Escenario	Decisiones y acciones para controlar el riesgo	
					Medidas para reducción del riesgo	Medidas para manejo de la contingencia
		Derrame/fuga de sustancias químicas (E64)	E64/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE SER 1 por derrame/fuga de sustancias químicas		Directrices generales para la preparación y respuesta ante incidentes y emergencias ambientales
			E64/E	Afectación a mano de obra (construcción/operación) por derrame/fuga de sustancias químicas		Plan de Acción en caso de accidente laboral - MEDEVAC
		Delincuencia común	E72/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y montaje de la SE SER 1 por delincuencia común		Protocolos de operación
			E72/E	Afectación a mano de obra (construcción y/o operación) por delincuencia común		Plan de Acción en caso de accidente laboral - MEDEVAC
		Terrorista (E80)	E81/A	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y montaje de la SE SER 1 por atentados terroristas		Plan de acción ante situación geopolítica por atentado terrorista
		Daño a bienes civiles/Atentados terroristas (E81)				

Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Escenario	Decisiones y acciones para controlar el riesgo	
					Medidas para reducción del riesgo	Medidas para manejo de la contingencia
			E81/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por atentado terrorista		
			E81/C	Interrupción y/o suspensión de la operación de la SE SER 1 por atentado terrorista		
			E81/D	Interrupción y/o suspensión de la operación de la LT por atentado terrorista		
			E81/E	Afectación a mano de obra (construcción y/o operación) por atentado terrorista		
						Plan de Acción en caso de accidente laboral - MEDEVAC
Del proyecto hacia el medio ambiente (Endógenos)	Amenazas durante construcción	Construcción (E90)	Roturas/Daños en los equipos de construcción	E91/A	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y montaje de la SE SER1 por roturas/daños en los equipos de construcción	Mantenimiento/Prevención durante la construcción de líneas de transmisión eléctrica y subestación

Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Escenario	Decisiones y acciones para controlar el riesgo	
					Medidas para reducción del riesgo	Medidas para manejo de la contingencia
			E91/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por roturas/daños en los equipos de construcción		
			E91/F	Afectación a transeúntes del área de influencia por roturas/daños en los equipos de construcción		
		Errores humanos/Fallas en procesos (E92)	E92/A	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y montaje de la SE SER1 por errores humanos/fallas en procesos		
			E92/B	Interrupción y/o suspensión de actividades de construcción y tendido de la LT por errores humanos/fallas en procesos		

Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Escenario	Decisiones y acciones para controlar el riesgo	
					Medidas para reducción del riesgo	Medidas para manejo de la contingencia
			E92/E	Accidente laboral por errores humanos/fallas en procesos	Plan de Acción en caso de accidente laboral - MEDEVAC	
			E92/F	Afectación a transeúntes del área de influencia /personal ajeno a la SE y LT		
		Incidentes con vehículos y operación de maquinaria (E93)	E93/E	Accidente laboral por incidentes con vehículos y operación de maquinaria	Plan de acción en caso de accidente con vehículos Plan de acción en caso de accidente laboral	
			E93/F	Afectación a transeúntes del área de influencia por incidentes con vehículos y operación de maquinaria		
			E93/G	Afectación a vías y medios de transporte por incidentes con vehículos y operación de maquinaria		

Origen del evento	Clasificación del evento	Sucesos finales	Código escenario	Escenario	Decisiones y acciones para controlar el riesgo	
					Medidas para reducción del riesgo	Medidas para manejo de la contingencia
Amenazas operacionales (Que puedan afectar al ambiente)	Riesgo eléctrico (E100)	Ausencia de electricidad (E102)	E102/H	Afectación de actividades productivas por ausencia de electricidad	Directrices generales para la preparación y respuesta ante incidentes y emergencias operacionales	
	Incendios o explosiones (E110)	Incendios o explosiones (E110)	E111/E	Afectación de operadores por incendios o explosiones eléctricas	Medidas de prevención de incendios- Muros corta fuegos y ubicación de transformadores	Procedimiento ante incendios

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.3 Componente de Reducción del Riesgo

Este componente se encuentra compuesto de las medidas de prevención y mitigación que se deben adoptar con el fin de disminuir las amenazas identificadas y la exposición y/o vulnerabilidad de los elementos expuestos al riesgo; con el fin de evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de que el riesgo se materialice.

- ▶ **Medidas correctivas:** Son aquellas acciones que no evitan el riesgo, y que tratan de reducir o eliminar los daños sobre los elementos vulnerables. Estas medidas actúan sobre el medio de transmisión y sobre los elementos expuestos (Aulas Preventivas, 2019)
- ▶ **Medidas preventivas:** Son aquellas acciones que se implementan antes de que se produzca el daño, estas medidas intentan eliminar o reducir las causas que lo provocan; estas acciones actúan sobre el foco (Aulas Preventivas, 2019).

A continuación, se presentarán las medidas contempladas para el presente proyecto.

10.3.1 Prevención durante la construcción de líneas de transmisión eléctrica y subestación

10.3.1.1 Excavaciones

- ▶ En las personas:

- ▶ Realizar inducciones a los trabajadores acerca de los riesgos que se presentan en las excavaciones (ARL Sura, 2018)
- ▶ Contar con un inventario o control de las personas que se encuentran dentro de la excavación. En caso de tratarse de una excavación profunda el personal deberá estar vigilado por el supervisor, el cual en caso de algún riesgo provea a sus compañeros una cuerda de vida para poder salir de la excavación (CPA Ingeniería S.A.S, 2020)
- ▶ Verificar los elementos de protección personal necesarios y usarlos en las correspondientes actividades. Controlar que no ingrese personal ajeno a la actividad en las áreas de trabajo.
- ▶ Los trabajadores que se encuentren en los bordes de la excavación, realizando actividades de subida de material, deberán estar afianzados con un arnés de seguridad.
- ▶ Los operarios deberán entrar y salir de la excavación por medio de escaleras, las cuales deberán estar apoyadas de forma segura, deberán tener la inclinación necesaria para evitar su volteo y deberán sobresalir como mínimo un metro sobre el nivel del suelo natural.
- ▶ Los operarios que usen equipos neumáticos deberán ser capacitados con el objetivo de identificar las condiciones óptimas del equipo para ser utilizado
- ▶ En las máquinas y/o equipos
 - ▶ Realizar pre operacionales de maquinaria y equipos
 - ▶ Realizar mantenimientos periódicos a maquinaria y equipos (Motobomba, retroexcavadora, entre otros)
 - ▶ Controlar los radios de giro y de operación de la maquinaria
 - ▶ En caso de existir la presencia de equipos de compactación pesados cercanos a lugares de trabajo y que pongan en riesgo al personal que esté realizando las actividades de excavación, se deberán suspender las tareas mientras duren las anteriores
- ▶ En el medio
 - ▶ Realizar análisis de riesgo antes de iniciar las jornadas laborales y después de un cambio en las condiciones climáticas, o cuando se presenten situaciones adversas a la seguridad de la excavación.
 - ▶ Diligenciar el permiso de trabajo en excavación y de trabajos de alto riesgo antes de iniciar la jornada. Es fundamental que todo el personal de la actividad de excavación esté involucrado en esta actividad
 - ▶ Mantener demarcada y señalizada el área de trabajo; la delimitación interna alrededor de la excavación, deberá ser ubicada a una distancia apropiada que evite derrumbes causados por objetos pesados como materiales, vehículos y equipos pesados.
 - ▶ Se debe realizar un reconocimiento preliminar del terreno por medio de un estudio de mecánica de suelos que permita evaluar la ejecución de los trabajos
 - ▶ Realizar inspecciones antes, durante y después de las actividades; estas deberán ser realizadas por una persona competente y deberán cumplir con los siguientes componentes: Inspección al estado de taludes, a los sistemas de protección, a la protección de áreas adyacentes y presión dentro de la excavación (En atmósferas)
 - ▶ Verificar que las condiciones para la ejecución del trabajo de excavación cumplan con lo establecido en la planeación y que sigan los lineamientos de normatividad. Esta verificación se debe realizar teniendo en cuenta los procedimientos acordados. En caso de no cumplir

con las normas de seguridad, el trabajo se deberá suspender y establecer un nuevo plan de acción que cumpla con los requerimientos para poder continuar.

- ▶ Implementar accesos y áreas de circulación, estas deberán estar limpias y ordenadas; en caso de derrame de aceites deberán ser cambiadas de inmediato
- ▶ Cuando se presenten excavaciones de más de 1,5 metros de profundidad y su tamaño permita que un trabajador caiga adentro, deberá aplicarse la reglamentación vigente sobre trabajo en alturas para el personal que ingrese y el que trabaje a menos de 1,8 metros del borde, por medio de delimitación o líneas de advertencias, entre otras medidas
- ▶ Se debe habilitar una zona segura y exclusiva para la disposición de materiales o residuos producto de la excavación, estos deberán ser apilados a mínimo 0,6 m del borde de la excavación y en lo posible deberá ser retirado el material que no es apto para rellenos.
- ▶ El área de trabajo deberá permanecer ordenada y aseada, el material excavado deberá permanecer el menor tiempo posible (En lo posible máximo 24 horas)
- ▶ De ser consideradas las construcciones de pasarelas para el traslado de material, éstas deberán encontrarse bien ubicadas en el suelo, deberán contar con protecciones laterales en caso de ser de madera.

10.3.1.2 Montaje de estructuras

Todo el personal que se encuentre bajo el área de trabajo deberá contar con los elementos de protección personal adecuados, adicionalmente se deberá evitar que transiten personas bajo el área de montaje o movimiento de estructuras, aquellos que participen en la maniobra deberán hacerlo con precaución (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

Durante el desarrollo de esta actividad, el personal deberá estar equipado con un arnés de seguridad de 2 colas, una cola deberá mantenerse en la estructura dejando el mayor grado de maniobrabilidad, mientras que la otra cola debe estar conectada a la cuerda de vida vertical (Libre y sin obstáculos) que incrementa a medida que la altura va incrementando; el carro que usará el operador deberá encontrarse siempre sobre la cabeza de este. Finalmente es importante mencionar que cuando el operador cambie de posición en la estructura nunca dejara de estar asegurado a la cuerda de vida certificada (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

Se debe revisar el estado del equipo, los accesorios y la capacidad de levante calculado por el fabricante. El personal que participa en estas maniobras deberá estar capacitado para efectuar rescates en caso de atrapamiento en altura (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

Es importante tener especial cuidado con las líneas energizadas, por esto, se debe realizar un reconocimiento de las condiciones presentes para así poder generar un procedimiento específico de trabajo logrando evitar el contacto directo o indirecto del personal con la línea (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

10.3.2 Medidas de protección para reducción del riesgo por amenazas de riesgos eléctricos

Para prevenir accidentes durante la operación de la subestación, se debe restringir el área asegurándose el ingreso de solamente el personal autorizado; este personal deberá recibir capacitaciones acerca de los peligros y las formas más seguras de realizar cada actividad. A continuación, se podrán observar las recomendaciones para cada uno de los factores de riesgo (Ver

Tabla 36).

Tabla 36. Medidas de reducción de riesgos eléctricos

Factores de riesgo	Medidas de protección
Arcos eléctricos	-Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos -Mantener una distancia de seguridad -Usar elementos de protección personal (Gafas contra rayos ultravioleta)
Ausencia de electricidad	-Disponer de sistemas interrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática
Contacto directo	-Establecer distancias de seguridad -Interposición de obstáculos -Aislamiento o recubrimiento de partes activas -Uso de interruptores diferenciales -Uso de elementos de protección personal -Sistema de puesta a tierra -Probar ausencia de tensión -Doble aislamiento
Contacto indirecto	-Separación de circuitos -Uso de muy baja tensión -Distancias de seguridad -Conexiones equipotenciales -Sistema de puesta a tierra -Interruptores diferenciales -Mantenimiento preventivo y correctivo
Cortocircuito	-Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles
Sobrecarga	-Uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga -Interruptores automáticos asociados con cortacircuitos -Cortacircuitos -Fusibles bien dimensionados -Dimensionamiento técnico de conductores y equipos -Compensación de energía reactiva con banco de condensadores
Tensión de contacto Tensión de paso	-Puestas a tierra de baja resistencia -Restricción de accesos -Alta resistividad del piso -Equipotencializar

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2020

10.3.3 Medidas de prevención de incendios

Para el presente proyecto se considerarán todas las normas recomendadas y aplicables para minimizar los riesgos relacionados con el inicio y propagación de incendios. La construcción de la subestación y sus componentes estarán guiados de acuerdo con la última edición de la norma IEEE Std 979 "IEEE Guide for Substation Fire Protection".

10.3.3.1 Prevención de incendios en edificaciones

Las medidas de prevención de incendios se indicarán a continuación (García Romero, s.f.) .

Tabla 37. Medidas de prevención de incendios

Elementos	Medidas de prevención
Cables	-Se deben aislar los cables para evitar la propagación del fuego, por lo cual se deben contar con los respectivos certificados de pruebas -Ductos, canaletas y tuberías se elaborarán con materiales y barreras apropiadas que eviten la propagación de este evento. -No sobrecargas los enchufes
Puentes de salida	-La ubicación y cerraduras de las puertas de salida permitirán una fácil evacuación y prevendrán que el personal quede atrapado No obstaculizar los recorridos y salidas de emergencia o evacuación
Alarmas	-Se dispondrá de un sistema de detección de humo y activación de alarma local y remota
Diseño y construcción	-La composición de paredes, techos, pisos, mesas, sillas, entre otros muebles, se realizará con materiales que no sean combustibles. -Las paredes, puertas, pisos y techos dispuestos en las diferentes zonas del proyecto, deberán soportar la máxima intensidad de fuego esperada -Las tuberías, canaletas y ductos tendrán sellos evitando la transferencia de humo, gases o líquidos inflamables entre diferentes áreas -Se tendrán sistemas de ventilación adecuados para evitar la concentración de humo y prevenir la obstaculización de la operación de los dispositivos manuales contra incendios -Los locales que almacenen materiales inflamables deberán tener una ventilación apropiada o sistemas de ventilación específicos -En las zonas de manipulación de productos inflamables, es obligatorio disponer de instalación eléctrica especial. Antes de introducir equipos, comprobar que son adecuados para este tipo de instalaciones

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2020

10.3.3.2 Sistema de detección para interiores

Para las áreas interiores se diseñará, especificará, suministrará, instalará, probará y pondrá en servicio un sistema de detección de humo e incendios con sus respectivas alarmas sonoras y visuales (Con señalización en el Sistema Digital de Automatización)

10.3.3.3 Extintores portátiles

En las edificaciones y patio de conexiones se instalarán extintores portátiles, estos dispositivos contarán con las condiciones óptimas y estarán ubicados de tal forma que estén siempre accesibles para su rápida utilización en evacuaciones o casos de emergencia (García Romero, s.f.). Finalmente es importante señalar que las sustancias que componen estos elementos no deberán deteriorar los componentes de los quipos sobre los cuales sean rociados

10.3.4 Fosos y tanques de aceite para controlar los efectos de un eventual derrame

Cada transformador contará con fosos y tanques de recolector de aceite con el fin de controlar las consecuencias de un posible derrame. Por un lado, el sistema de recolección de aceite estará construido de tal forma que sea eficaz ante la presencia de aguas lluvias, mientras que el foso estará construido para tener una capacidad de almacenamiento del 110% del volumen de aceite del transformador de potencia (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

Los fosos deberán diseñarse de una forma adecuada para extinguir el fuego en casos de rompimiento del tanque del transformador y derrame del aceite inflamado. Estos elementos estarán diseñados para recibir y evacuar de forma segura el aceite expulsado por la operación de las válvulas de sobre presión

de los transformadores, de modo que no se produzcan salpicaduras o derrames que puedan causar un incendio o un accidente (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

El sistema deberá incluir separadores agua-aceite y los elementos necesarios (Bombas o drenajes) para la evacuación del agua. Adicionalmente, por medio del diseño se deberá prevenir la contaminación de sistemas de agua externos con el aceite de los transformadores (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

10.3.5 Muros corta fuegos y ubicación de transformadores

Los transformadores que se presenten en el interior del área de interés estarán separados por medio de muros cortafuegos. Adicionalmente, la ubicación de los transformadores se planificará y ejecutará de tal forma que se reduzca la probabilidad de que la falla e incendio de un transformador desencadene en la afectación de otros equipos.

Los muros cortafuegos son estructuras que se implementan en los espacios interiores, con el objetivo de emplear una protección pasiva contra incendios (Grupo prointex, s.f.). En el caso del presente proyecto estos elementos servirían para controlar el fuego aislando los transformadores de potencia ante casos de emergencia.

Estos muros consisten en un pórtico de concreto compuesto de columnas de sección 30 x 30cm y vigas de 30 x 40 cm, que contienen módulos de muro en bloque de concreto de espesor de 30 cm. Adicionalmente la altura deberá sobrepasar el nivel máximo de aceite contenidos en los transformadores, siguiendo los lineamientos de la IEEE Std 979 (CPA Ingeniería S.A.S, 2020)

10.3.6 Colocación de malla de puesta a tierra

Los sistemas de tierra tienen los siguientes objetivos (Hurtado Villa, 2010):

- ▶ Proteger al personal operativos, autorizado y no autorizado
- ▶ Protección a los equipos e instalaciones contra tensiones peligrosas
- ▶ Cumplimiento de normativas y reglamentos públicos en vigor.
- ▶ Evitar que durante la circulación de falla a tierra, se produzcan diferencias de potencial entre distintos puntos de la instalación, por medio de la generación de un circuito de baja impedancia para la circulación de estas corrientes.

En el caso del presente proyecto la implementación de una malla de puesta a tierra tiene como fin principal que todos los voltajes que se originen en la subestación sean descargados a tierra.

Las características de este sistema consisten en un tejido de cables de cobre unidos por medio de procesos termo fundentes, mediante soldadura exotérmica enterrados a una profundidad aproximada de 50 cm aterrizado con varillas “copperweld” de 5/8 y 2,4m de longitud que van hincadas en el terreno (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

Es importante tener en cuenta que este sistema involucra una reducción de riesgo en el elemento vulnerable más importante que es la vida y salud de las personas. Para lograr esto, el diseño del sistema debe garantizar que los valores máximos de las tensiones de paso, de contacto y transferidas a las que pueden estar sometidos los seres humanos (Trabajadores y transeúntes) no superen los umbrales de soportabilidad (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

10.3.7 Mantenimiento

Existen dos grandes clasificaciones para el desarrollo de los mantenimientos, el primero se denomina mantenimiento preventivo y el segundo se denomina mantenimiento correctivo. A continuación, se presentarán cada uno de los mantenimientos que se llevarán a cabo en la “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su línea de transmisión a 115 kV”.

► Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento también es conocido como “mantenimiento planificado” ocurre antes de que se presente el fallo o error, se efectúa bajo condiciones controladas sin la presencia de algún tipo de avería en el sistema. Su implementación se realiza en base a la experiencia del personal o a través de los manuales técnicos de los equipos (Albarado Merchán, 2017). En el presente proyecto, los mantenimientos se realizarán siguiendo las políticas establecidas en los manuales específicos entrados por los fabricantes de los equipos.

Este mantenimiento se ocupará de realizar revisiones físicas, lubricación de partes mecánicas, ajuste de conexiones, todo tipo de pruebas (Mecánicas, eléctricas y dieléctricas), verificación y pruebas en los sistemas de tierra, inspección y calibración de cámaras de seguridad y limpieza y reapriete a las partes de los equipos (Esaemex, 2022). Adicionalmente debe realizarse limpieza a las otras estructuras como edificaciones, cárcamos, cunetas y trampas de arenas. Es importante mencionar que todas estas actividades deberán ser realizadas por parte del personal encargado, quienes deberán tener los equipos adecuados contra arco eléctrico, deberán mantener las distancias de seguridad adecuadas y deberán usar los elementos de protección personal (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

► Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento también es conocido como “mantenimiento reactivo” ocurre durante la presencia de una falla o error, esto implica que solo se presenta durante una avería del sistema (Albarado Merchán, 2017).

Este tipo de mantenimiento debe ejecutarse cuando se presente una falla grave en el que se deba reemplazar el equipo o corregir la avería de inmediato, en especial cuando se presente un fallo en el servicio de la energía eléctrica que se presta a la comunidad. Las principales causas de estos daños son descuidos humanos, condiciones climáticas adversas, desgaste de piezas con el paso del tiempo, vandalismo, entre otros (CPA Ingeniería S.A.S, 2020).

Cuando se presenten este tipo de fallas en el servicio deberá haber una comunicación con la cuadrilla del personal idóneo para que atiendan el fallo con immediatez

10.4 Componente de Manejo del Desastre

El plan de contingencia que se presentará a continuación tiene como base los riesgos que se establecieron para el proyecto “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV”, descritos en el presente capítulo.

El plan de contingencia es un conjunto de acciones detalladas (Predictivas, preventivas y reactivas) con una estructura estratégica, operativa e informática, cuya aplicación adecuada y oportuna, ante un evento específico, produce mitigar la afectación y reducir las consecuencias de este, buscando como fin último regresar a la normalidad con el mínimo de detrimento de la población y el medio ambiente (Dirección de Gestión del Riesgo). Los planes de contingencia se componen a través de los siguientes mecanismos:

- Mecanismo estratégico: Este componente debe tener: objetivo, alcance, cobertura geográfica, infraestructura, organización, asignación de responsabilidades y definición de los niveles de respuesta del Plan de Contingencia. Adicionalmente se deben hacer recomendaciones para mejorar las acciones preventivas que tienen como objetivo minimizar los riesgos.
- Mecanismo operativo: Este componente se basa en las actividades de operación inmediata que se deben realizar cuando se presente el evento contingente. En este deben encontrarse los siguientes elementos.
 - Procedimientos básicos para la atención o plan de respuesta ante una emergencia

- ▶ Procedimiento de notificación (Reporte y evaluación)
- ▶ Mecanismo informático: Este componente lo asumen los asesores externos o internos que presenten apoyo técnico o sugieran procesos en las operaciones.

10.4.1 Plan estratégico

10.4.1.1 Objetivo

Presentar los lineamientos para la activación de todos los niveles en la atención de una emergencia durante la construcción y operación de la “Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115kV”, de tal forma que se tenga una herramienta que permita actuar frente a la ocurrencia de estos eventos.

10.4.1.2 Alcance

El Plan de Contingencia es una herramienta que se lleva a cabo durante la construcción y operación del proyecto, en este se encuentran todas las normas y pasos que deben seguirse para atender emergencias y servir de instrumento rector del diseño y realización de actividades destinadas a prevenir, mitigar y corregir los daños que estos puedan ocasionar.

10.4.1.3 Cobertura geográfica

La construcción y operación del proyecto “Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su línea de transmisión a 115 kV” se localiza en la ciudad de Bogotá D.C, en la localidad de Bosa (N° 7), dentro de las instalaciones del Patio Taller Metro de Bogotá sobre los 2576 msnm y cuenta con un lote de una extensión aproximada de 1400 m²

La subestación Receptora SER 1 alimentará de energía la infraestructura de estacionamiento y zonas de mantenimiento de los trenes del Metro de Bogotá, la subestación se conectará a través de una línea de transmisión de 115 kV, subterránea a la Subestación Eléctrica Porvenir de ENEL Colombia.

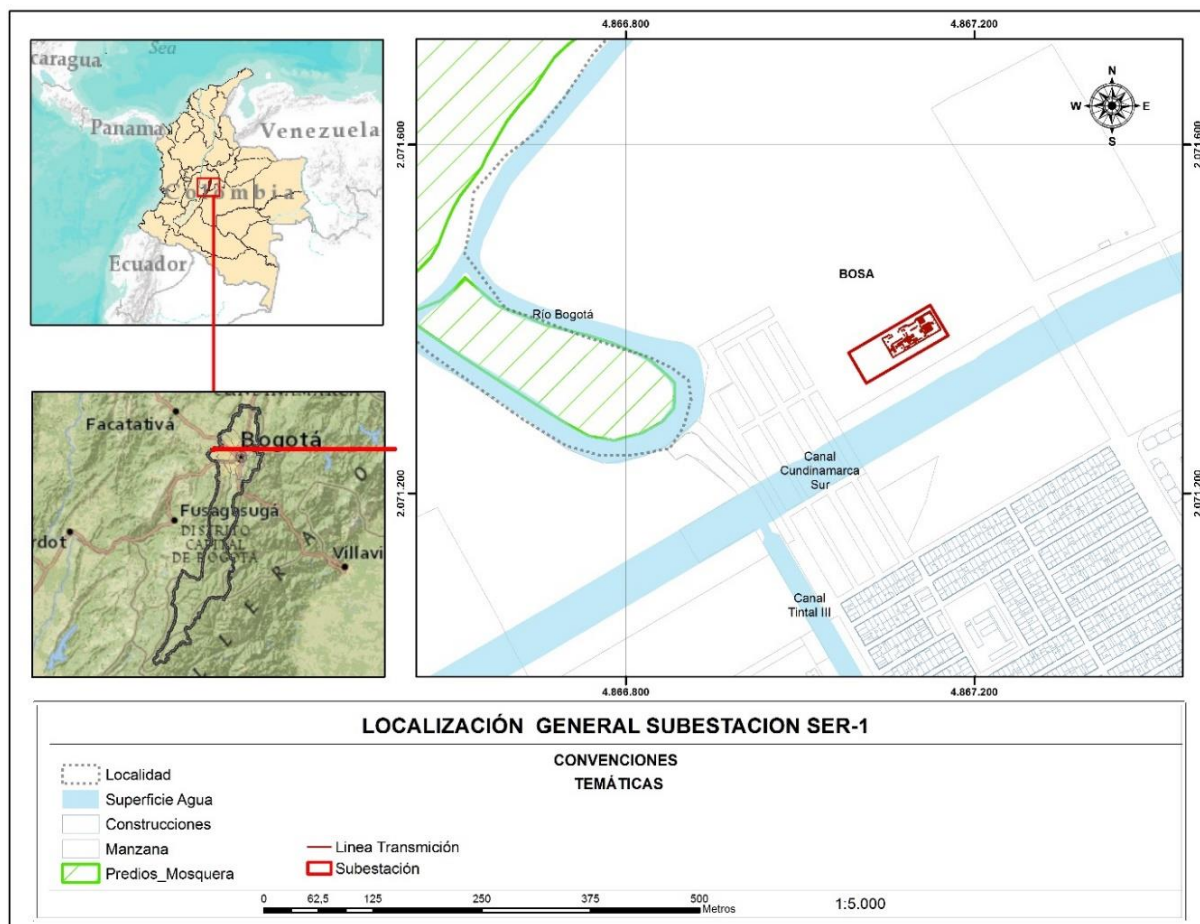


Figura 21. Localización de la subestación y línea de transmisión

FUENTE: CPA INGENIERÍA 2022

Las unidades interceptadas por el proyecto SER 1 corresponden a 2 barrios, El Corzo y El Cañaveralejo, que pertenecen a la UPZ Porvenir (UPL 15 Provenir), área de influencia que se describe en el Capítulo 5 de caracterización del área de influencia del proyecto.

10.4.1.4 Infraestructura

10.4.1.4.1 Fases y actividades del proyecto

De acuerdo con lo presentando mediante el Capítulo 3: "Descripción del Proyecto" las etapas y actividades del proyecto de forma general (Ver Tabla 38); estas se encuentran conformadas por la pre-construcción, desmantelamiento de la infraestructura a ser cambiada, constructiva, operativa y de desmantelamiento.

Tabla 38. Etapas del proyecto de conversión de la subestación SER 2 115 kV y sus líneas asociadas

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Etapa Pre-Constructiva	Organización Laboral.	Esta actividad consiste en la contratación del personal y la agrupación del equipo necesario para realizar los trabajos.
	Localización y replanteo topográfico	El replanteo se realizará luego de la revisión del diseño y previo al inicio de la fase constructiva de la subestación y Línea de Transmisión, este replanteo consiste en la ubicación de puntos referenciales, desde los cuales se tomarán las medidas precisas de las ubicaciones de cimentaciones para los diferentes equipos y en general para todas las obras civiles a ser construidas.
	Establecimiento de Áreas de trabajo, cerramiento provisional, áreas de almacenamiento de material y sustancias especiales. señalización	Consiste en la planificación de los espacios dispuestos para la operación y la gestión administrativa y técnica del proyecto, en los cuales se ubicarán en contenedores oficina para las áreas administrativas, SSTA, Almacén y depósitos para almacenamiento de materiales y equipos para obra civil y electromecánico, herramientas, elementos químicos y otros que se requieran para desarrollar la operación de la obra. Y la debida señalización de las áreas dispuestas.
	Construcción de campamento temporal.	Consiste en la planificación de los espacios dispuestos para la operación y la gestión administrativa y técnica del proyecto, en los cuales se ubicarán en contenedores oficina para las áreas administrativas, SSTA, Almacén y depósitos para almacenamiento de materiales y equipos para obra civil y electromecánico, herramientas, elementos químicos y otros que se requieran para desarrollar la operación de la obra. Y la debida señalización de las áreas dispuestas. Este espacio debe contar con servicios básicos como baños portátiles, de suministro de agua, energía y comunicación.
	Trasporte de Elementos Constructivos.	Consiste en el traslado de los elementos constructivos hasta y desde el sitio de montaje; para esta actividad se analiza el tipo de acceso y movilidad de transporte para el acarreo adecuado de los materiales. Se elabora y presenta el Plan de Manejo de Tránsito a la Secretaría Distrital de Movilidad.
Etapa Constructiva	Implementación de medidas de manejo de residuos. Generación, manejo y disposición de Residuos Líquidos y Sólidos.	Esta actividad hace referencia a la generación y manejo de residuos sólidos y líquidos durante el desarrollo de las demás actividades que hacen parte de la etapa constructiva y a su adecuada disposición de acuerdo con la normatividad aplicable.
	Capacitación al Personal en Seguridad, Salud y Medio Ambiente.	Esta actividad se lleva a cabo con el personal que hace parte de la ejecución del proyecto, esto con el fin de que conozca las obligaciones establecidas sobre seguridad, salud y medio

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
		ambiente, esto incluye las obligaciones que contiene la Licencia Ambiental.
	Implementación de los Programas Sociales.	Esta actividad es la que permite la interacción y la adecuada comunicación entre los encargados de la ejecución del proyecto y la comunidad circundante a este.
	Adecuación de Accesos.	Para la construcción de la subestación, se emplearán y mantendrán las vías de acceso y vías perimetrales existentes, que permiten la movilidad de vehículos pesados como grúas para la instalación de equipos y demás actividades operativas. Teniendo en cuenta que las acometidas de Alta Tensión serán subterráneas, se buscará realizar el menor impacto visual y ocupación del espacio público, no obstante, en la etapa constructiva se emplearán como vías de acceso: las vías perimetrales existentes, andenes viales y vías principales.
	Construcción de cerramiento perimetral.	Consiste en la ejecución de obras civiles de una estructura perimetral compuesta de dados y vigas de cimentación en concreto reforzado, mampostería, parales metálicos y bastidores en malla eslabonada. sirve para encerrar el espacio de la subestación, restringiendo el acceso de personal No autorizado, se genera un acceso controlado para ingreso y descargue de equipos y mantenimientos periódicos.
	Excavación y Adecuación del Terreno Subestación.	En la etapa de construcción y con equipo mecánico, se harán excavaciones hasta llegar a los diferentes niveles establecidos en los diseños estructurales. En la planificación de las obras se debe prever los carreteables de trabajo y los sitios de acopio de materiales y ubicación de la maquinaria y equipos necesarios.
	Excavación y Adecuación del Terreno Línea de Trasmisión.	Con equipo mecánico o de forma manual se llegará hasta los diferentes niveles de los cárcamos establecidos por el Diseño para el recorrido de las líneas de transmisión. desde las obras de cimentación, cajas de subterranización y la perforación de ductos subterráneos, si es necesario se harán los mejoramientos de suelo que indiquen los estudios de suelo y las recomendaciones del Diseño estructural.
	Construcción dados de cimentación	Construcción de las canastas de acero de refuerzo de los dados y de las vigas de cimentación con sus respectivos empalmes por traslapes establecidos en Norma NSR 10. El acero de preferencia será figurado por el proveedor, las canastas serán armadas in situ para posterior traslado al punto definido previamente con topografía, se hará empalme entre el acero de refuerzo de las vigas de cimentación y el de los dados, dejando previsto el arranque del acero de los pedestales, se instala el encofrado para evitar desperdicio de concreto y

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
		deformaciones y se realiza el vaciado y posterior vibrado de concreto obtener una mezcla homogénea, asegurado la resistencia y calidad requerida, posteriormente se realiza el complemento del acero de refuerzo de los pedestales en concreto, se encofran y se funden acuerdo a las resistencias definidas en el diseño, se deja embebido y nivelado el para estructural que será el soporte de los paneles en marcos de ángulo metálico y malla eslabonada que conforma el cerramiento.
	Construcción y Obras Civiles de cimentación, super estructura y acabados de la Subestación	Para la construcción de la subestación eléctrica y la infraestructura (equipos y red subterránea) de la línea de transmisión, se realizará la construcción de las obras civiles necesarias, de forma manual o mediante el uso de equipo mecánico para suministro y compactación del material de mejoramiento hasta alcanzar las densidades necesarias para adelantar las obras de dados y vigas de cimentación de los muros de concreto que conforman la barrera cortafuego que rodea el transformador de potencia, banco de capacitores así como de los muros de los diferentes espacios como el cuarto de baterías, baños, edificio de control y escaleras. También se hará conformación del piso técnico necesario, cárcamos, tapas en concreto prefabricado, cajas, mediacañas, tuberías, canalizaciones y cubierta metálica tipo standing sean, por último, se harán obras de adecuación del urbanismo con vías en concreto reforzado y sardineles prefabricados en concreto.
	Construcción, Cimentación y Obras Civiles de la Línea de Transmisión	Para la construcción de la infraestructura de la línea de transmisión, se realizarán sobre las excavaciones la construcción de la cimentación de los cárcamos, utilizando para ello, acero de refuerzo que podrá ser instalado en sitio, se funde la base y posteriormente se instala formaleta contra terreno y se funden las paredes, Para el tramo subterráneo se empleará maquinaria de perforación para los ductos y trabajo manual para las cajas de transición.
	Instalación de Equipos Subestación Eléctrica	Esta etapa consiste en el montaje de todos los equipos y estructuras previstas, cableado y conexonado hasta la caseta de alta tensión, caseta de la subestación GIS y la caseta de control de la subestación en donde finalmente se ubican los mandos y sistemas de operación y control de cada uno de los equipos y de la subestación en su conjunto. Las instalaciones de la subestación GIS y las celdas de alta tensión se instalarán directamente sobre las bases de hormigón armado y estará ubicados en una caseta construida para el efecto. Se costurarán bases en hormigón armado para instalar los transformadores de potencia los cuales

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
		estarán provistos de rieles de carga y muros cortafuego cumpliendo con la normatividad vigente.
	Construcción de canalizaciones de Alta Tensión entrada a subestación.	Actividades de infraestructura civil para las redes eléctricas subterráneas los cuales comprende los aspectos de construcción de canalizaciones, cámaras, cajas de inspección, cárcamos, cajas y tapas, en los cuales se busca que la disposición de los conductores dentro del ducto conserve su posición y adecuación a lo largo del recorrido, La ductería de PVC se utiliza para canalizar redes primarias, en los cuales se considera la construcción de cajas de inspección para hacer la transición y tendido de cables aislados en Alta Tensión.
	Montaje, tendido, conexión de la línea.	Esta actividad consiste en el montaje de estructura metálica, vestido de estructuras, instalación de herrajes y aisladores, tendido de conductores, templado y engrampado de conductores y cable de guarda, pruebas y puesta en servicio. Las actividades realizadas en una red subterránea de Alta Tensión consideran el tendido de cables aislados XLPE, instalación de soportes y aisladores de Transición, elaboraciones de terminales de conexión para cables aislados, tendido de conductor de tierra y fibra óptica, conexión de conductores, pruebas y puesta en servicio
Etapa Operativo	Energización Líneas de Trasmisión.	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, cumplimiento de las distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.
	Energización de Subestación Eléctrica AT/MT.	Corresponde a la energización o puesta en servicio al nivel de tensión previsto en el diseño, cumpliendo las normas y protocolos previstos para la operación segura de los equipos.
	Operación de Equipos.	La operación del proyecto consiste en la transmisión de la energía en forma continua, de acuerdo con las normas de seguridad y cumpliendo los criterios de calidad respecto a la frecuencia, la regulación de tensión, las pérdidas de energía y la distorsión producida por armónicos.
	Mantenimiento Subestación y Líneas de Trasmisión.	Mantenimiento preventivo: En esta fase se prevendrán los posibles daños en los equipos de las redes de distribución que puedan afectar la continuidad del servicio. Mantenimiento correctivo: En esta fase se repararán los daños ocasionados en los equipos de las redes de distribución que afecten el

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
		suministro de energía eléctrica. El mantenimiento de los equipos híbridos se realizará cada seis años y el de los transformadores cada 10 años. Estos mantenimientos serán realizados por profesionales especializados.
	Generación, manejo y disposición de Residuos.	Esta actividad hace referencia a la generación y manejo de residuos sólidos y líquidos durante el desarrollo de las demás actividades que hacen parte de la etapa operativo del proyecto y a su adecuada disposición de acuerdo con la normatividad aplicable.
Etapa de Desmantelamiento de la infraestructura existente y entrega de predio.	Desenergización	Es la actividad mediante la cual se corta el flujo de corriente eléctrica en la línea de transmisión, la subestación
	Desmantelamiento de línea de transmisión y subestación.	Se refiere a la actividad de realizar el desmonte de conductores y equipos que hacen parte de las líneas de conexión a la subestación.
	Embalaje, transporte y almacenamiento de Equipos de potencia, control, protección y comunicaciones Subestación Eléctrica que serán reutilizados.	Las actividades de embalaje consisten en la fabricación de huacales, cajas de madera, embalajes tipo jaula y bases en madera con el fin de preservar el estado de los equipos eléctricos de potencia, control, comunicaciones, tableros y gabinetes eléctricos que se requieren transportar. Las actividades de transporte de equipos hacen referencia al traslado de los equipos desmontados y embalados adecuadamente para llevarlos a un sitio de almacenamiento o disposición final. Las actividades de almacenamiento están relacionadas con guardar, proteger y conservar correctamente los equipos durante el periodo de tiempo que sea necesario, a su vez se realizan actividades de transporte, ubicación, manipulación y acondicionamiento de las mismas desde su recepción hasta su expedición.
	Reutilización y reciclaje de elementos.	Se refiere a las alternativas para manejar los elementos que se retiran de la red de distribución, subestación AT/MT y Línea de transmisión. Los elementos producto del desmantelamiento pueden ser reciclados y reutilizados en la construcción de otro proyecto.
	Retiro y disposición final de residuos.	Los materiales sobrantes deberán ser dispuestos adecuadamente en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental Competente.
	Restauración de áreas intervenidas.	Implica la ejecución de labores para la recuperación de las áreas que fueron intervenidas por las obras. la SER 1 estará ubicada en las instalaciones de del Patio Taller, una vez terminadas las obras, el terreno aledaño debe ser nivelado y compactado para las obras de urbanismo posteriores.

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.4.1.4.2 Características de la subestación SER 1 115 kV

De acuerdo con el decreto 2157 del 20 de diciembre de 2017, por medio del cual se establecen los lineamientos generales para la “Elaboración del plan de gestión de riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012”, se debe realizar una descripción del entorno y actividades a realizar dentro del proyecto. A continuación, se presentarán las características más importantes del presente proyecto “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión”.

La subestación eléctrica receptora SER 1 alimentará de energía la infraestructura de estacionamiento y zonas de mantenimiento de los trenes del Metro de Bogotá, la subestación se conectará a través de una línea de transmisión de 115 kV, subterránea a la Subestación Eléctrica Porvenir de Enel Colombia. Esta subestación estará conectada a la Subestación Eléctrica Porvenir de la empresa ENEL Colombia, a través de una línea de transmisión subterránea de 14 metros de distancia

► Características técnicas de la subestación eléctrica receptora SER 1

La SER 1 permitirá la alimentación de los dos anillos de distribución de MT, con la conversión de la potencia del operador de red, a un nivel de tensión de distribución de 34,5 kV; con redundancia de los equipos del circuito de potencia en la alimentación de la PLMB, y con la presencia de equipos de emergencia.

La SER 1 será de tipo GIS, y se ubicarán en las áreas designadas dentro del patio taller, las estaciones o en el espacio público circundante a las mismas, para lo cual se cumplirá con los requerimientos del Apéndice Técnico 8, la normativa aplicable, los requerimientos urbanísticos y el procedimiento de conexión establecido por el distribuidor de energía Enel Codensa.

La SER tendrá un transformador de potencia 115 kV/34,5 kV, dos transformadores auxiliares y una celda de medida para la facturación de los consumos. La SER 1 incluirá:

1. Un cable de llegada de 115 kV y sus accesorios
2. Un interruptor (circuit breaker) 115 kV y los seccionadores 115 kV asociados
3. Un transformador de tensión 115 kV
4. Un transformador de corriente en 115 kV
5. Una bahía de medida
6. Un transformador de potencia 115 kV/34,5 kV
7. Tres bahías con interruptor 34,5 kV extraíble
8. Un transformador de tensión en 34,5 kV
9. Cables de 34,5kV, requeridos para su operación
10. Dos bahías con seccionador bajo carga – fusibles
11. Dos transformadores auxiliares
12. Una cabina de mando y control
13. Dos cargadores de baterías y baterías asociadas.

En la Figura 22 se presenta en vista isométrica de la Subestación SER 1.

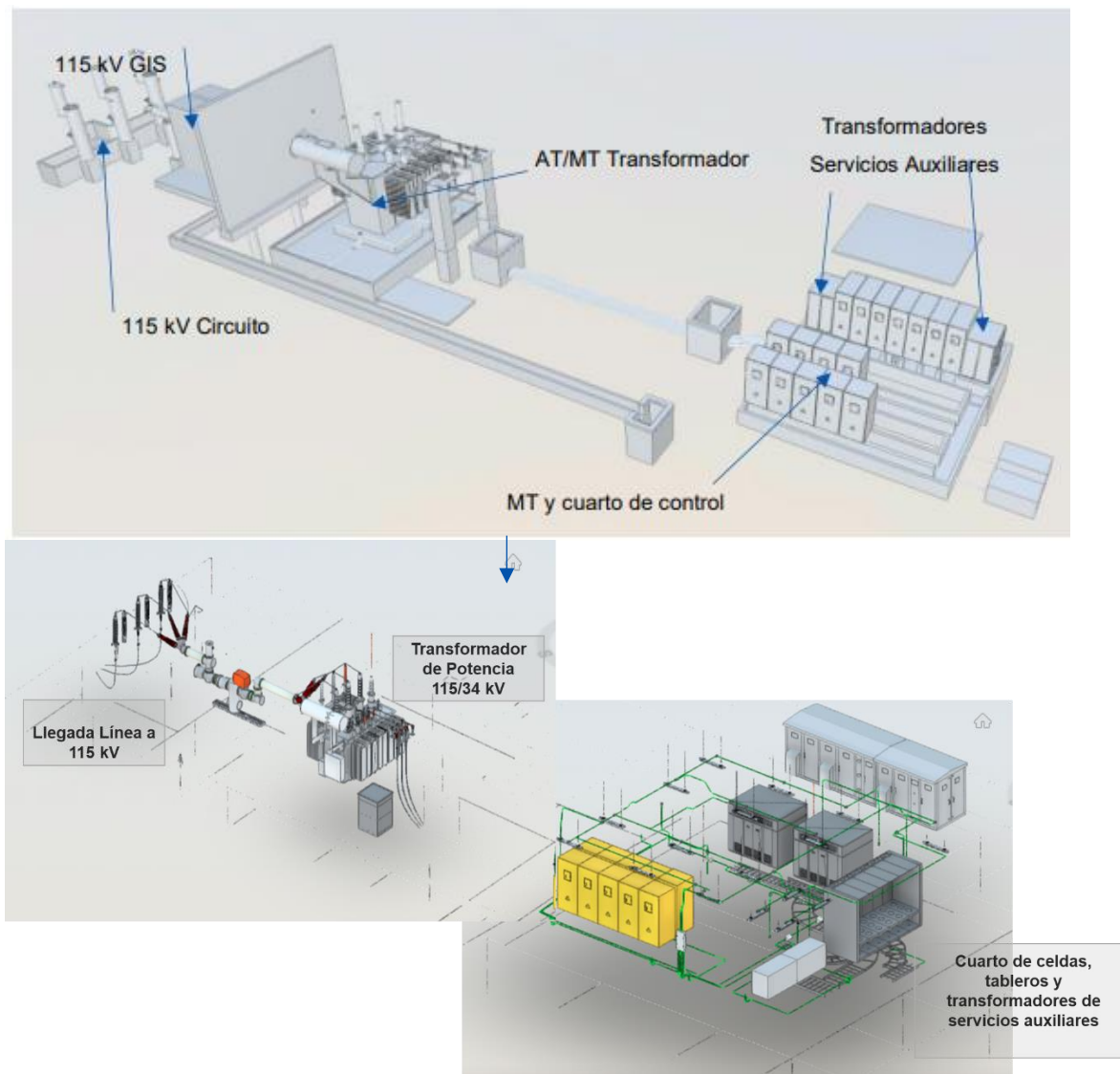


Figura 22. Vista isométrica de equipos en la subestación

Fuente: WSP, 2022

10.4.1.5 Definición de los niveles de respuesta

De acuerdo con el enfoque de Gestión del Riesgo impuesto en la Ley 1523 del 2012 y la Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias, los impactos que se generan pueden clasificarse de acuerdo con el nivel de emergencia considerando factores como: la extensión territorial, impactos económicos, impactos en la salud y vida de las personas, entre otros.

Para el presente proyecto se definieron 3 niveles, Emergencia Nivel 1, Emergencia Nivel 2 y Emergencia Nivel 3; que conllevarán a 3 niveles de respuesta. A continuación, se presentará una descripción de los niveles de emergencia y los criterios de definición internos.

Tabla 39. Niveles de emergencia

Nivel de emergencia	Criterios de definición internos
1	Afecta solo a una sección o área dentro de la empresa Se puede atender con la activación parcial del Plan General de Respuesta a Emergencia Puede ser controlada con los recursos humanos , materiales y técnicos del área Requiere evacuación parcial del área o no requiere evacuar Genera bajo impacto ambiental y/o residuos no peligrosos de diversa cantidad o genera residuos peligrosos en pequeñas cantidades La respuesta a la misma no genera nuevos peligros para los Brigadistas No trasciende a terceros Se produce responsabilidad civil en el ambiente y en los bienes internos de la organización
2	Afecta en una sección o área de la empresa con alta posibilidad de afectar otras Genera atención para accidentes de tránsitos y accidentes laborales Para su control requiere de la activación completa del Plan General de Respuesta ante Emergencias Requiere la participación de la Brigada de Emergencia Plantea la necesidad de utilizar recursos humanos, materiales y técnicos de otras áreas Genera evacuación completa de áreas comprometidas en la emergencia Genera residuos no peligrosos y/o peligrosos en cantidades medias La respuesta a la misma genera nuevos peligros para los Brigadistas que pueden ser controlados con diferentes medidas de prevención No trasciende a terceros Se produce responsabilidad civil en el ambiente y en los bienes externos a la organización
3	Afecta de forma general el área y amenaza con extenderse a otras áreas Requiere la activación total de Plan General de Respuesta a Emergencias la solicitud a ayuda externa Genera atención por accidentes de tránsitos y accidentes laborales Obliga a la evacuación total de las instalaciones de la empresa Tiene riesgo inminente sobre la intensidad física de los trabajadores, estructuras y medio ambiente Genera impactos ambientales significativos tales como grandes cantidades de residuos peligrosos con afectación directa sobre el medio ambiente en forma incontrolada y puede involucrar otras partes interesadas Afecta a terceros, inclusive la comunidad Se produce responsabilidad civil en el ambiente y en los externos a la organización

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

10.4.1.6 Prioridades de protección

Como prioridad para el desarrollo del proyecto de la SER 1, se cuenta con la protección de las vidas humanas, ya sean obreros, transeúntes, entre otros. Seguidamente cobra importancia el medio ambiente y la salud pública. Finalmente, el tercer factor que se tiene en cuenta y se toma como una tercera prioridad es la protección de la propiedad pública y las propiedades vecinas

10.4.1.7 Organización

De acuerdo con la magnitud e impacto de los incidentes que se pueden materializar, se ha determinado la siguiente estructura organizacional y funcional. Esto con el objetivo de dar el cumplimiento a la legislación colombiana, los protocolos distritales de preparación y respuesta ante emergencias, al igual que los procedimientos internos.

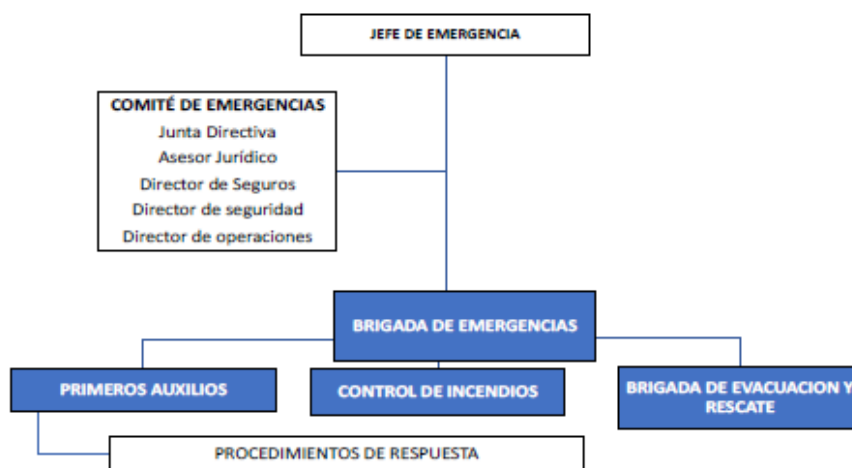


Figura 23 Estructura del plan general de respuesta a emergencias

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

10.4.1.8 Asignación de responsabilidades

Para la estructuración del Plan de Emergencia es indispensable asignar funciones, asignar responsabilidades y asignar autoridades para tomar decisiones y ejecutar acciones que generen el control más inmediato de las emergencias que se materialicen.

El esquema organizacional para las emergencias en METRO LINEA 1 tiene en cuenta los siguientes factores: análisis de riesgos, caracterización de escenarios de riesgo y número de personas involucradas.

Las funciones que el personal debe asumir y sus responsabilidades dentro del Plan de Contingencia se presentarán a continuación.

► Comité de crisis (Nivel Gerencial)

Este grupo está conformado por los gerentes de diferentes unidades y es el encargado de las comunicaciones internas o externas en caso de un incidente con característica de crisis teniendo en cuenta las acciones a realizar.

Deberán reunirse cada vez que se presente una emergencia que requiera su intervención porque se sobrepase la capacidad de respuesta de alguna de las instalaciones o sedes con su equipo humano, técnico e infraestructura y con afectaciones severas. Finalmente este comité deberá ser liderado por el coordinador del Comité de emergencias y/ o responsable máximo.

► Comité de emergencia

Es la estructura responsable de identificar, coordinar y administrar la ejecución de las actividades, antes, durante y después de la emergencia.

Este grupo se encuentra compuesto por los siguientes actores: jefe de emergencia (en cada sede), un delegado de la unidad HSEQ, un representante de los coordinadores de evacuación y uno de los brigadistas (Orientados por un coordinador del Comité de emergencias).

Finalmente, este comité debe reunir periódicamente durante el año (Mínimo 2 veces) para elaborar planes de trabajo anuales, así como realizar seguimientos y controles de estas actividades definidas en los planes.

Tabla 40. Roles y responsabilidades del comité de emergencia

Antes de la emergencia	Durante la emergencia	Después de la emergencia
Aprobación de procedimientos y planeación de simulacros Participar en reuniones y capacitaciones periódicas Dar apoyo administrativo y estratégico del Plan de Emergencia Aprobación de los programas de actividades y presupuesto para el Plan de Emergencias Coordinar la capacitación y el entrenamiento de la brigada de emergencias Autorizar la compra de equipos para la atención de emergencias Mantener comunicación y realizar actividades de prevención con la oficina municipal de gestión del riesgo, organismos de socorro y organismos de seguridad	Recibir toda la información de la emergencia Dar la orden de activar la alarma general Iniciar la cadena de llamadas internas y externas Mantener contacto permanente con el jefe de brigada Recibir a los organismos de socorro e informarles sobre la situación Mantener comunicación con los centros asistenciales Toma de decisiones especiales	Coordinar actividades de recuperación y reacondicionamiento de la operación Participar en la evaluación de emergencia

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

► Jefe de emergencias

Este cargo es ejercido por el máximo nivel de dirección o el cargo que delegue el Comité de Emergencias de la empresa. Es importante resaltar que debe haber un jefe de emergencia en cada sede

Tabla 41. Roles y responsabilidades del jefe de emergencias

Antes de la emergencia	Durante la emergencia	Después de la emergencia
Aprobación de procedimientos y planeación de simulacros Participar en reuniones y capacitaciones Dar apoyo administrativo y estratégico al Plan de Emergencia según su especialidad (MEDEVAC, Plan de manejo ambiental, Plan de manejo social) Solicitud de materiales para el control de emergencias Aprobación de los procedimientos de emergencia para cada una de las áreas Solicitud de presupuesto para la intervención en cada una de las áreas Mantener comunicación con los brigadistas de las áreas Mantener control permanente sobre los riesgos de cada una de las áreas	Hacer la evaluación de emergencias Conformar el Puesto de Mando Unificado (PMU) Ordenar la evacuación parcial del área Coordinar con los brigadistas del área el control de la situación Coordinar las acciones especiales para la atención de emergencias según prioridades Mantener comunicación vía radio con el PMU Mantener contacto con organismos de socorro y organismos de seguridad según sea el caso Solicitar todos los recursos para la atención de emergencias Realizar el enlace entre grupos de respuesta en el sitio y puesto de mando	Coordinar actividades de recuperación y reacondicionamiento de la operación Participar en la evaluación de daños y análisis de necesidades Hacer un informe general de la situación Solicitar la reposición de equipos para la atención de emergencias de las áreas

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

► Brigada de emergencias

Tabla 42. Roles y responsabilidades de la brigada de emergencias

Antes de la emergencia	Durante la emergencia	Después de la emergencia
Asistir a las capacitaciones y entrenamientos en que se programen Participar en los simulacros Reportar condiciones especiales Realizar inspección periódica de equipos de emergencia Mantener comunicación con los demás brigadistas, con los profesionales HS, medio ambiente y social	Inicialmente apoyar la evacuación del personal Asegurar la zona de impacto Seguir las instrucciones del coordinador de operaciones (jefe de brigada) Iniciar el control de la emergencia sin exponer seguridad Iniciar la estabilización y evacuación de los heridos de la zona de impacto al MEC Ceder el control de la emergencia a los organismos de socorro, una vez lleguen al lugar de la emergencia Realizar el aseguramiento de los bienes, hasta donde su seguridad no se exponga	Al regresar a su área, evaluar las condiciones de seguridad y reportarlas Participar en la evaluación del evento Verificar el estado final de los equipos usados para el control de emergencias Hacer limpieza y mantenimiento de los equipos usados para el control de la emergencia Seguir las indicaciones del comité de emergencias Elaborar un informe general sobre la situación

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

Tabla 43. Primeros respondientes – Brigada integral

Antes de la emergencia	Durante la emergencia	Después de la emergencia
Participar en capacitación y simulacros Reporte de condiciones especiales Inspección periódica de equipos de emergencia Reporte de condiciones especiales de las vías de evacuación Inspección mensual de vías de evacuación	Soporte a la evacuación de los campamentos y frentes de obra Atención de heridos y/o control de conatos de incendio Control de la emergencia hasta donde su seguridad no se exponga Suspender lo que está haciendo Verificación de listados y conteo de las personas en el sitio de reunión Mantener al grupo junto hasta recibir otra orden Al regresar a su área evaluar las condiciones de seguridad y reportarlas Participar en la evaluación del evento Verificación del estado final de los equipos de protección Reacondicionamiento de equipos y áreas Hacer Evaluación de las condiciones del personal en el área	Al regresar a su área evaluar las condiciones de seguridad y reportarlas Participar en la evaluación del evento Verificación del estado final de los equipos de protección Reacondicionamiento de equipos y áreas Hacer Evaluación de las condiciones del personal en el área

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

En los Anexos del documento, se presenta el Anexo 1, *Hoja de vida de brigadistas*, en donde se debe diligenciar el perfil de cada uno de los funcionarios de la brigada integral del proyecto

En las siguientes figuras se muestran las funciones de los diferentes grupos de actores en el manejo de emergencias y contingencias en el área del Proyecto. Grupo de primeros auxilios, control de incendios y evacuación (Ver Figura 26, Figura 24 y Figura 25)

► Control de incendios



Figura 24 Control de incendios

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

► Control de evacuación



Figura 25 Control de Evacuación

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

► Primeros auxilios



Figura 26 Grupo de primeros auxilios

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

10.4.1.9 Programa de entrenamiento y capacitación para el personal

Se desarrollarán capacitaciones con el objetivo de divulgar el Plan de Gestión del Riesgo, y de esta forma conseguir la implementación de responsabilidades individuales y establecer pautas para relacionarse con el entorno.

La capacitación de las estructuras se presentará a continuación (Tabla 44). Es importante tener en cuenta que estas capacitaciones deben estar enfocadas en los grupos operativos y el nivel de toma de decisiones. Por otra parte, también es importante señalar que las capacitaciones tendrán un componente teórico y uno práctico, que permitirá afianzar los conocimientos, mediante la generación de simulaciones (nivel de toma de decisiones) y simulacros (nivel operativo) de situaciones de emergencia durante la construcción u operación del proyecto.

Tabla 44. Programa de capacitación

Áreas de capacitación	Cargos	Frecuencia
1. Socialización de plan de emergencias		
Funciones generales durante la emergencia Alcance y características del plan de emergencia Estructura del plan de emergencia Funciones y responsabilidades del plan Procedimientos del comando para emergencias Procedimientos operativos normalizados Comunicaciones de emergencias Manejo de información	Comité de Emergencias, director de emergencias, jefe de Brigada, Brigada de Emergencias	Anual
2. Capacitación de la Brigada		
Brigada de emergencias Procedimientos para alarma y notificación de emergencias Prevención y control de incendios Medidas de seguridad personal en emergencias	Jefe de Brigada Brigada de Emergencias	Mensual
Primeros Auxilios Uso de equipos de primera respuesta	Jefe de Brigada Brigada de Emergencias	Mensualmente
3. Capacitación especializada		
Curso Sistema Comando de Incidentes	Comité de Emergencias, director de emergencias, jefe de Brigada, Brigada de Emergencias	Anual

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

Es importante señalar que Metro Línea 1 ha determinado que la Brigada de Emergencias deberá recibir capacitaciones distribuidas a lo largo del año con el fin de formar al brigadista, actualizando los conocimientos y los protocolos ante la atención de alguno de los eventos de emergencia previamente identificados. Los temas tratados en estas capacitaciones son los siguientes (Metro Línea 1, 2020).

- ▶ Primeros auxilios: Evaluación de la escena, abordaje del paciente, valoración primaria A, B, C, D, valoración secundaria, lesiones osteomusculares, heridas de tejidos blandos, inmovilizaciones (Fracturas, luxaciones y esguinces), desmayos y convulsiones.
- ▶ Incendios: Química de fuego, formas de propagación de calor, clasificación de los incendios y como controlarlos, tipos de extintores y manejo de los extintores
- ▶ Evacuación y rescate: Manejo de las emergencias, tipos de siniestros, fases de una evacuación, sistemas de comunicación interna y externa de la empresa, tiempo de salida de situaciones de alarma y simulacro de evacuación

- Emergencias con sustancias químicas: Fundamentación teórica básica, reconocimiento e identificación de materiales peligrosos (químicos) y normatividad

10.4.1.10 Simulacro de emergencias

El plan de emergencias debe contar con mínimo 2 simulacros al año, sin embargo, estos lineamientos están sujetos a cambio dependiendo de la actividad que se desarrolle, la zona de trabajo, el personal, la magnitud de actividades y la duración. Se debe contar con un esquema de simulacros donde se reporte el cumplimiento de los trabajadores, en simulacros de emergencia, acordes con sus actividades.

Como se mencionó previamente es importante conocer la importancia del desarrollo de los diferentes tipos de simulacros (De escritorio y de campo), por esto a continuación se expone la caracterización de estos.

- Simulacro de escritorio: Esta simulación presenta emergencias hipotéticas que ponen a prueba la capacidad de toma de decisiones y la habilidad en el manejo de emergencias. Este tipo de simulacro es apropiado para la práctica de componentes estratégicos y operativos del Plan de gestión del riesgo, los cuales requieren manejo de documentación, formularios y demás material propio de seguimiento de emergencia
- Simulacro de campo: Este tipo de simulación consiste en representar físicamente una emergencia (Lo más real posible). Por medio de este componente se puede evaluar el desempeño físico de las brigadas y grupos de respuesta a emergencias, además de la capacidad de liderazgo de quienes tienen la responsabilidad de comandar y atender el incidente. Por lo general se realiza después de varios ejercicios de simulacro de escritorio

Para el presente proyecto, todo el personal involucrado en las brigadas de emergencia, los contratistas y subcontratistas tienen como deber la participación en diferentes actividades de capacitación y entrenamiento. Las capacitaciones tendrán el objetivo de garantizar la preparación adecuada para cada nivel, generando que cada integrante esté capacitado para responder ante una emergencia y puedan seguir una respuesta estructurada.

Es indispensable que los integrantes de los diferentes equipos de respuesta conozcan sus responsabilidades y funciones. A continuación, se presentarán los pasos que deben seguirse para la capacitación del personal y los diferentes grupos asociados al manejo de emergencias en el proyecto

Tabla 45. Tipos de actividades de entrenamiento

Tipo	Descripción	Característica
Entrenamiento introductorio	Presentación del sistema de Gestión de Respuesta (Debe incluir una práctica)	Es el primer entrenamiento que se recibe dirigido por un instructor, introducción al sistema de respuesta, instalaciones, planes, herramientas, procedimientos y equipos
Simulación (Mesa)	Participan todas las personas que deban tomar decisiones. Se establece un escenario de entrenamiento mediante ejercicios de mesa	En los ejercicios de simulación se plantean escenarios de riesgo (Forma escrita o verbal) con el fin de entrenar a los participantes acerca de la toma de decisiones
Simulacro (Ejercicio)	Representación de situaciones de la manera más aproximada posible a la realidad del hecho o acontecimiento propuesto para ser simulado.	La representación puede ser dramatizada e incluir varios niveles de respuesta
	El simulacro es un ejercicio práctico que implica la movilización de recursos y personal, la respuesta	

Tipo	Descripción	Característica
	se mide en tiempo real, se evalúan las acciones realizadas y los recursos utilizados.	

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

Tabla 46. Ejecución de ejercicios de simulacro

Tipo	Participantes	Temáticas	Frecuencia
Escritorio	Personal de comando, técnico, estratégico, operativo, brigadistas, administrativo y contratistas	Identificación y análisis de riesgos Estrategias de respuesta Capacidad y tiempo de respuesta Clasificación de emergencias Manejo de comunicaciones Activación de recursos y notificación Movilización de equipos y recursos	Semestral
Campo	Personal de comité de emergencias, personal técnico, brigadistas, administrativo, contratistas, entidades de apoyo externo (policía, bombeos, defensa civil, entre otros)	Control de siniestros Control de incendios Control de derrames Emergencias operacionales con personal	Semestral

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

Es importante tener en cuenta que los ejercicios de simulacro pueden variar de acuerdo con las necesidades y requerimientos del personal que la realiza. Adicionalmente cuando se obtengan los resultados de estos simulacros deberán actualizarse buscarse oportunidades de mejora en las actualizaciones del Plan de Contingencia

10.4.1.11 Recursos y equipos para la atención de emergencias

A continuación, se presentarán los equipos y recursos propuestos para la atención de emergencias y contingencias del presente proyecto (Tabla 47, Tabla 48 y Tabla 49)

Tabla 47. Equipos para emergencias - Extintores

Cantidad	Área	Tipo	Capacidad
1 por cada punto	Almacén de sustancias	Multipropósito ABC	20 Lb
1 por cada 200 metros cuadrados (Artículo 221 Resolución 2400 de 1979)	Áreas de campamento y frentes de obra	Multipropósito ABC	20 Lb
1 por cada equipo	Maquinaria, equipos y vehículos	Multipropósito ABC	20 Lb
1 por cada almacén	Zona de almacén	Multipropósito ABC	20 Lb

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ LÍNEA 1, 2022

Tabla 48. Equipos para emergencias – Camillas

Descripción	Cantidad	Detalle	Ubicación	Responsable
Botiquín y camilla	1 por cada zona	Plástica y botiquín tipo B o C	Campamento obra	Brigadistas y responsable SST

Tabla 49. Equipos para emergencia - Kit de derrames

Cantidad	Área	Tipo
1 por cada campamento	Campamento	Industrial
1 por cada almacén	Almacén de sustancias químicas	Industrial

10.4.2 Plan operativo

Este plan trata sobre la operación inmediata, que se debe realizar tan pronto como se presente un evento.

10.4.2.1 Objetivos

Establecer los procedimientos básicos de atención o plan de respuesta que debe realizarse ante cualquier emergencia que se pueda presentar en el proyecto “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV”.

10.4.2.2 Alcances

- ▶ Proporcionar los lineamientos para los mecanismos de notificación de emergencias aplicables para el proyecto “Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV”.
- ▶ Indicar los flujos de las líneas de activación y notificación
- ▶ Establecer líneas de acción que faciliten la toma de decisiones y la respuesta ante emergencias presentadas.

10.4.2.3 Protocolo de notificación

Este componente trata sobre el procedimiento de notificaciones, en él se definen los canales por medio de los cuales las personas encargadas de dirigir y coordinar el Plan de Contingencias, se enteran de los eventos y ponen en marcha los planes previamente definidos.

10.4.2.4 Líneas de activación de respuesta operativa

Las líneas de activación de respuesta operativa indican el flujo de información que se debe seguir para activar la movilización de recursos para la respuesta ante la emergencia. Esta activación comúnmente se genera por vía telefónica.

Si el Plan de Contingencias es activado el primer actor que deberá intervenir es el jefe de emergencias, este deberá evaluar la situación de emergencia y establecer el nivel de respuesta requerido. En caso que la amenaza supere la capacidad de respuesta del contratista, se alertará a empresas y entidades de apoyo (Concejo de Gestión del Riesgo- IDIGER) para que estén dispuestas a prestar la ayuda necesaria

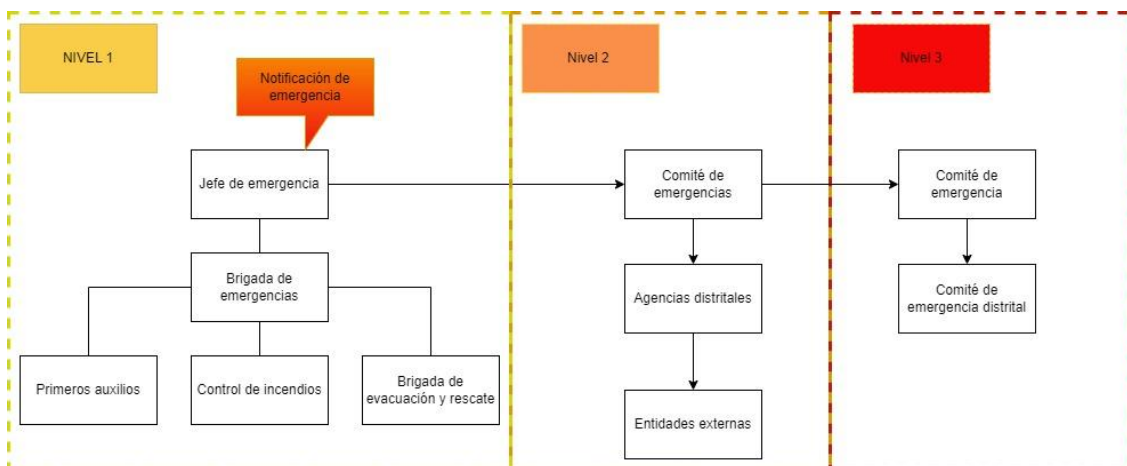


Figura 27 Esquema básico de aviso de emergencias y las líneas de activación establecidas para el proyecto

FUENTE: CPA INGENIERÍA, 2022

10.4.2.5 Procedimientos básicos de la atención o plan de respuesta a una emergencia

10.4.2.5.1 Acciones y procedimientos de carácter general

Las acciones generales que se deben realizar para atender cualquier tipo de riesgo medio se darán a continuación.

- ▶ Identificar y notificar el sitio de la emergencia
- ▶ Activar el proceso de notificación
- ▶ Suspender temporalmente los trabajos del programa de construcción y/u operación
- ▶ Consultar el plan de contingencia
- ▶ Avisar a los grupos de operación
- ▶ Tomar las medidas de seguridad necesarias con el objetivo de prevenir accidentes
- ▶ Evacuar al personal profesional, técnico y operario del área y frente de trabajo
- ▶ En caso de que se afecten acueductos, gas o redes telecomunicación se debe avisar inmediatamente a las entidades encargadas de estos servicios
- ▶ Definir el centro de coordinación de operaciones y el sistema de comunicaciones
- ▶ Ejecutar las acciones descritas en el plan de contingencias
- ▶ Identificar si la emergencia produjo heridos o muertos, en caso de que esta identificación sea positiva, la brigada de rescate y entidades del grupo de operación externo deberán desplazarse a este lugar
- ▶ Rescatar y evacuar heridos y muertos con la mayor inmediatez
- ▶ Realizar la evaluación de daños y pérdidas de infraestructura para calcular los recursos necesarios para la restauración

- ▶ En caso de presentarse daños y pérdidas se puede adelantar los trabajos de restauración de infraestructura y zonas afectadas
- ▶ Continuar con las actividades normales (Programa de construcción y/u operación)
- ▶ Iniciar seguimiento y monitoreo de áreas afectadas

En la siguiente figura se presentará el plan de acción y toma de decisiones para el proyecto “Construcción de la Subestación Eléctrica SER 1 y su Línea de Transmisión a 115 kV”

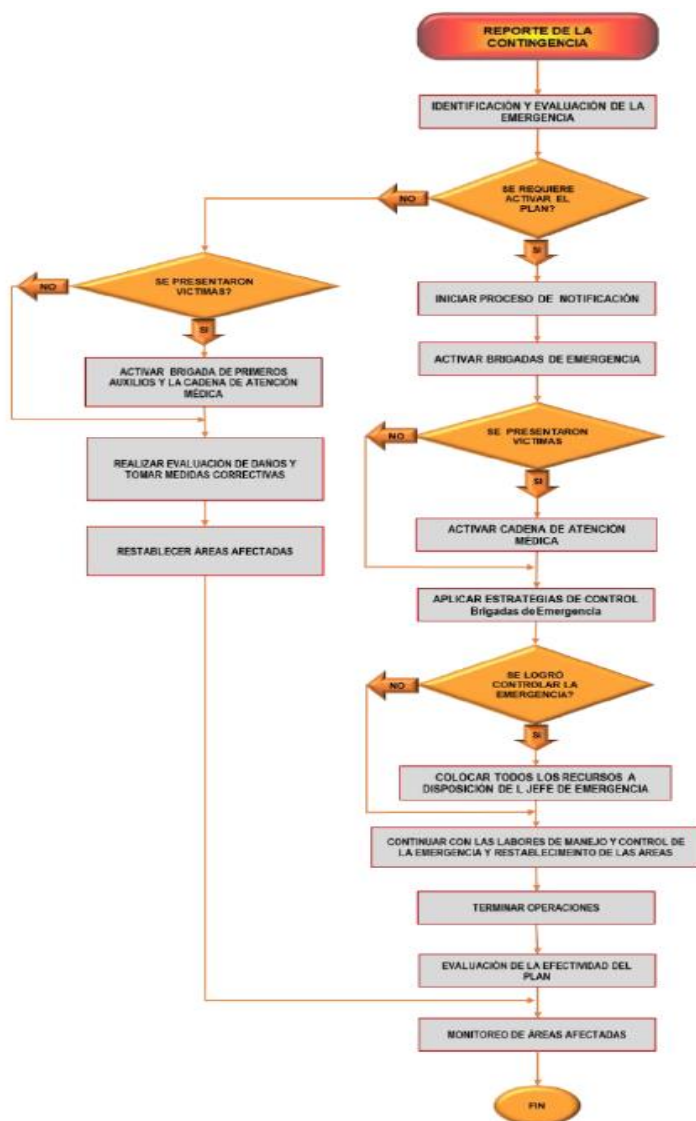


Figura 28 Plan de acción frente a contingencias

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.4.2.5.2 Acciones y procedimientos de carácter detallado

Los escenarios que requieren de una respuesta de forma más detallada deberán seguir acciones y procedimientos puntuales que corresponda a estos distintos escenarios. A continuación, se presentan los procedimientos de emergencias y contingencias durante la “Construcción de la Subestación Eléctrica Ser 1 y su Línea de 115 kV”

- ▶ Plan de acción en para el control de incendios
 - ▶ Objetivo: Asegurar la evacuación del personal amenazado y de ser posible restringir o controlar la propagación del conato de incendio
 - ▶ Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a todas las áreas y está sujeto al entrenamiento y los equipos con que cuente la brigada en cada uno de los campamentos e instalaciones del proyecto de construcción SER 1
 - ▶ Equipos y herramientas informáticas: Sistema de alarmas y equipos de emergencia

Cuando se presente un incendio se debe realizar el siguiente procedimiento (Ver Figura 29).

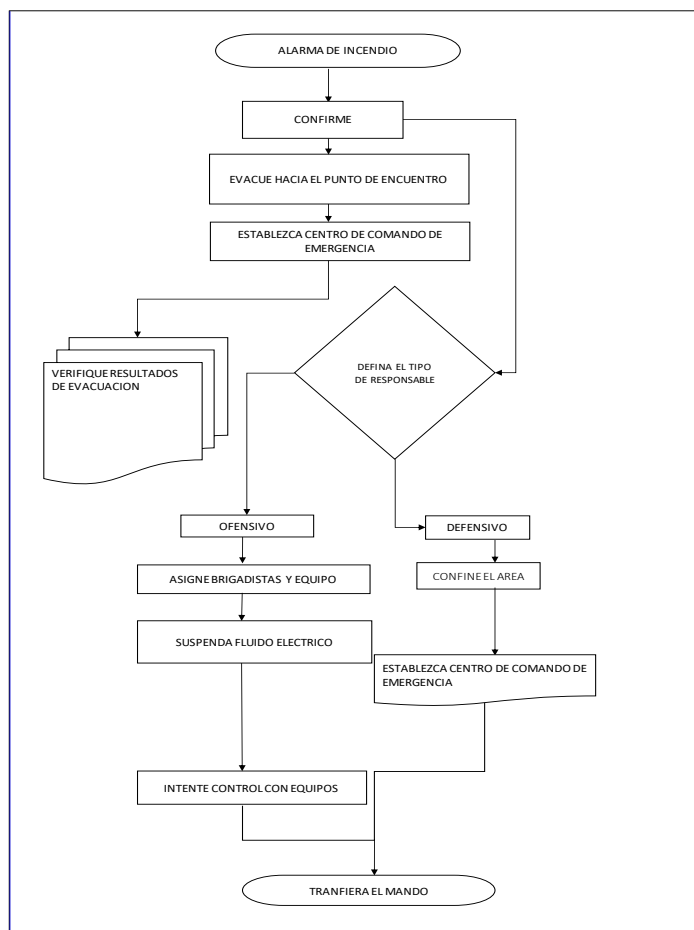


Figura 29 Plan de acción y toma de decisiones en caso de accidente de incendios

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- Plan de acción frente a amenazas terroristas
 - Objetivo: Realizar un manejo adecuado de la situación con el fin de evitar lesionados y reducir la posibilidad de daños materiales en las instalaciones
 - Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a todas las áreas operativas y administrativas en los campamentos instalados en las diferentes instalaciones del proyecto de construcción de la SER 1
 - Equipos y herramientas informáticas: Información de medios de comunicación, estudios de seguridad pública e información de inteligencia

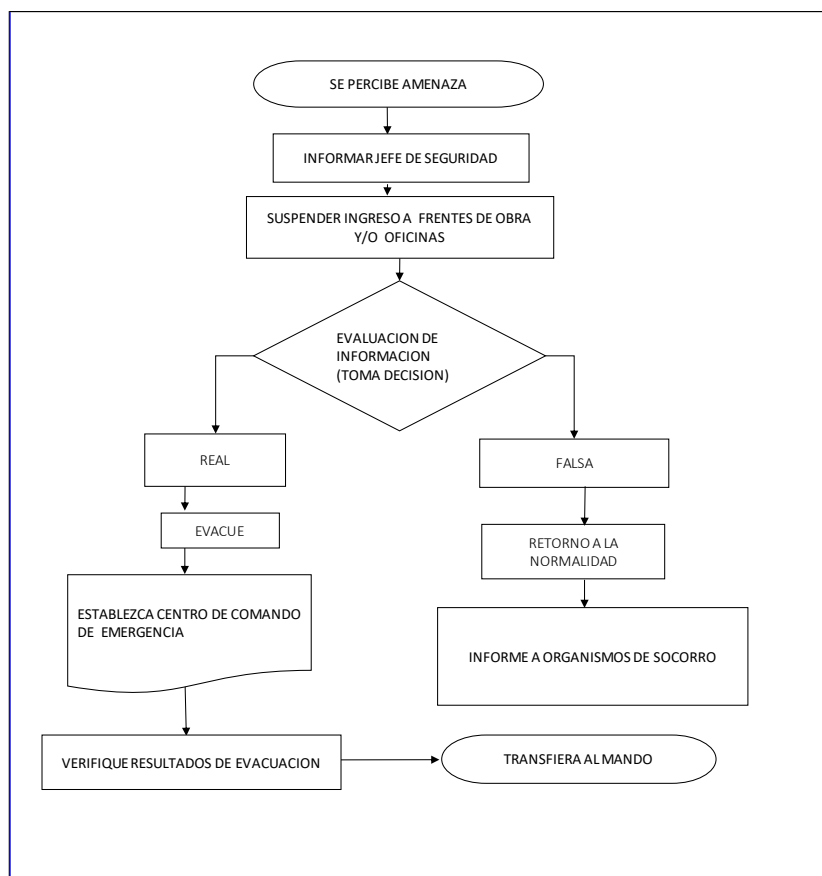


Figura 30 Plan de acción y toma de decisiones en amenazas terroristas

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- Plan de acción en para el control de explosiones
 - Objetivo: Realizar un manejo adecuado de la situación con el fin de evitar lesionados y reducir la posibilidad de daños materiales en las instalaciones
 - Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a todas las áreas operativas y está sujeto al entrenamiento y los equipos con que cuente la brigada en cada uno de los campamentos e instalaciones del proyecto de construcción SER 1
 - Equipos y herramientas informáticas: Sistemas de alarmas y equipos de emergencia

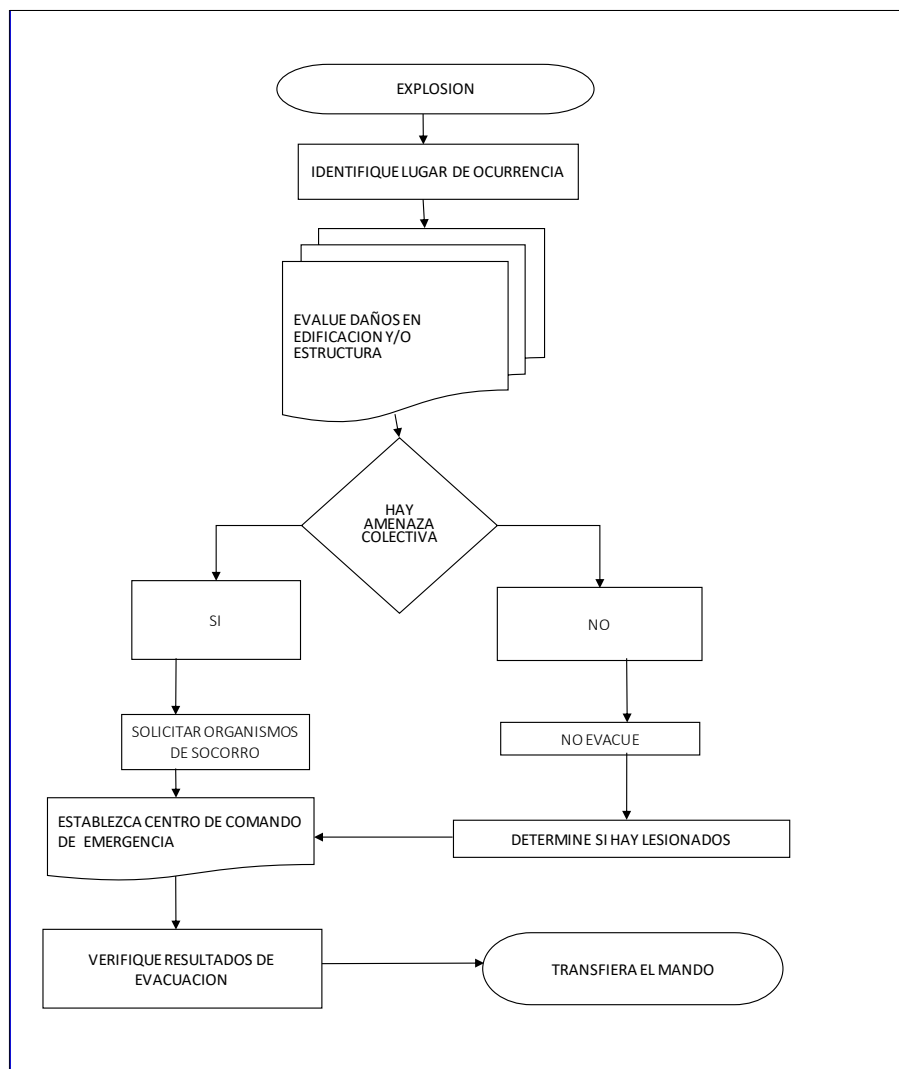


Figura 31 Plan de acción y toma de decisiones en el control de explosiones

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- ▶ Plan de acción frente a sismos
 - ▶ Objetivo: Realizar un manejo adecuado de la situación con el fin de evitar lesionados y reducir la posibilidad de daños materiales en las instalaciones
 - ▶ Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a la totalidad de ocupantes (habituales o visitantes), campamentos e instalaciones del proyecto de construcción SER 1
 - ▶ Equipos y herramientas informáticas: Sistemas de alarmas y equipos de emergencia

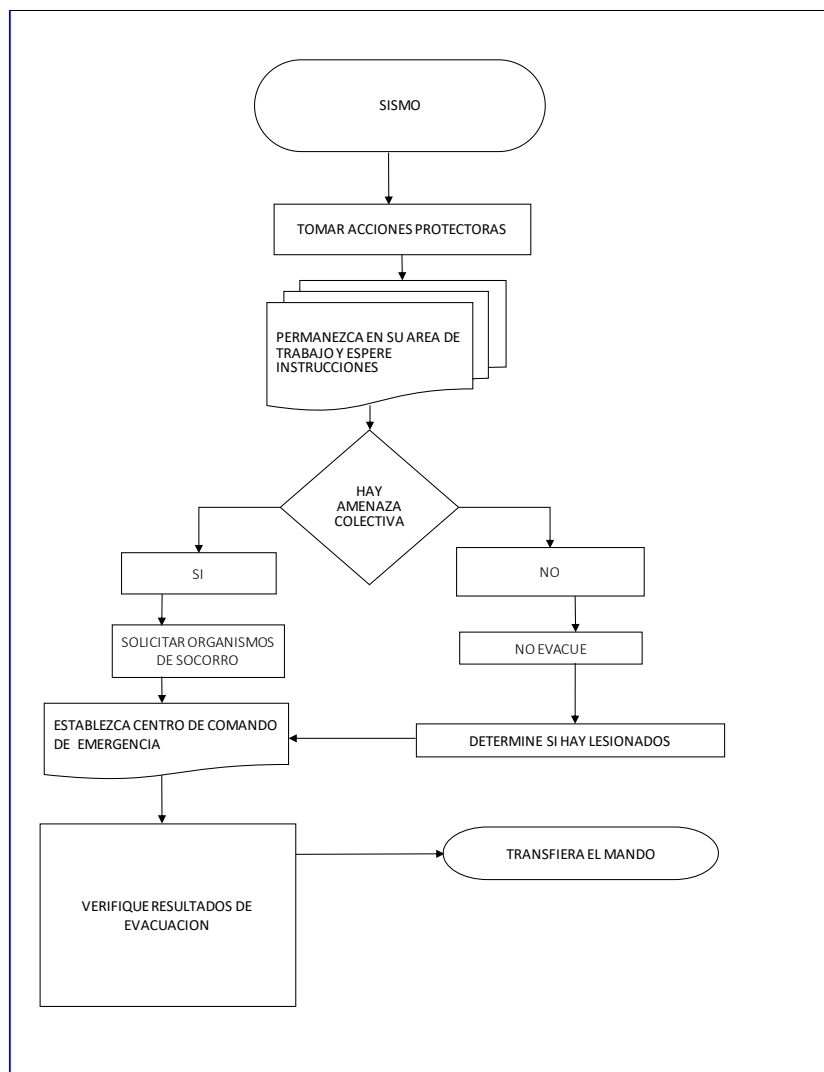


Figura 32 Plan de acción y toma de decisiones en el control de emergencia de sismos

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- ▶ Plan de acción ante urgencias médicas
 - ▶ Objetivo: Atender de manera oportuna y acertada a cualquier colaborador que requiera atención médica por accidente de trabajo o enfermedad común
 - ▶ Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a la totalidad de ocupantes (habituales o visitantes), campamentos e instalaciones del proyecto de construcción SER 1
 - ▶ Equipos y herramientas informáticas: Sistemas de alarmas, equipos de emergencia (Servicios de ambulancia o áreas protegidas con traslados asistidos a centros hospitalarios)

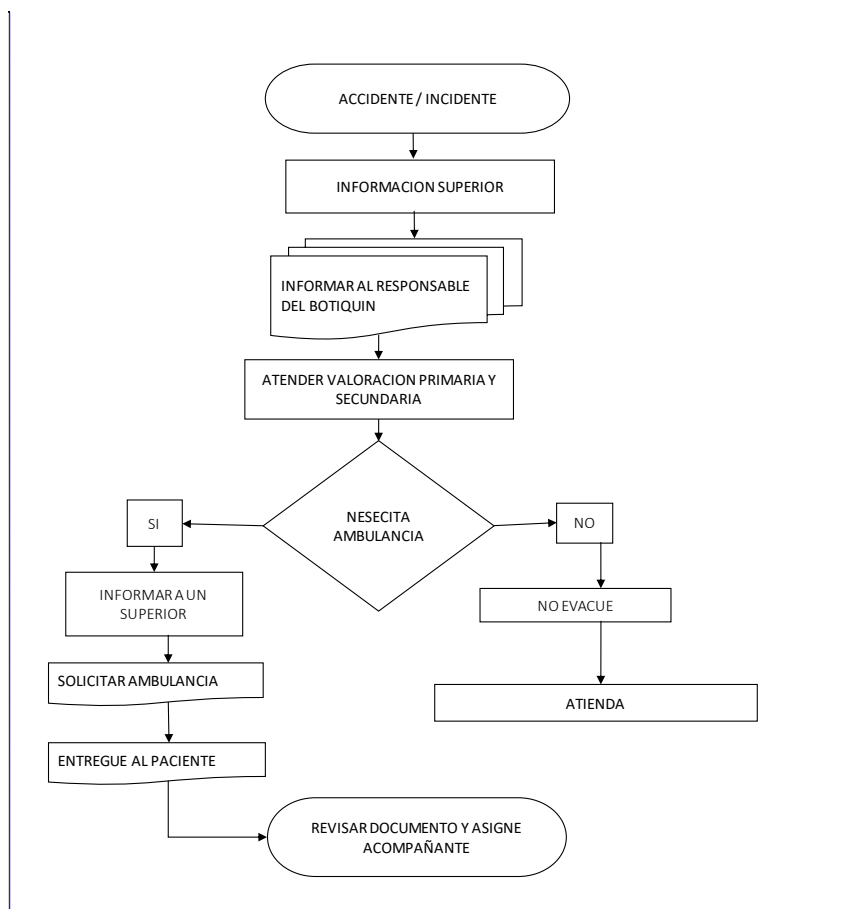


Figura 33 Plan de acción y toma de decisiones para la atención de urgencias médicas

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

► Plan de acción ante derrames

► Derrame de concreto

- Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a un derrame de concreto
- Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a la totalidad de trabajadores en la obra e instalaciones
- Equipos y herramientas informáticas: Kit ambiental para atención de emergencias y personal de auxiliares ambientales

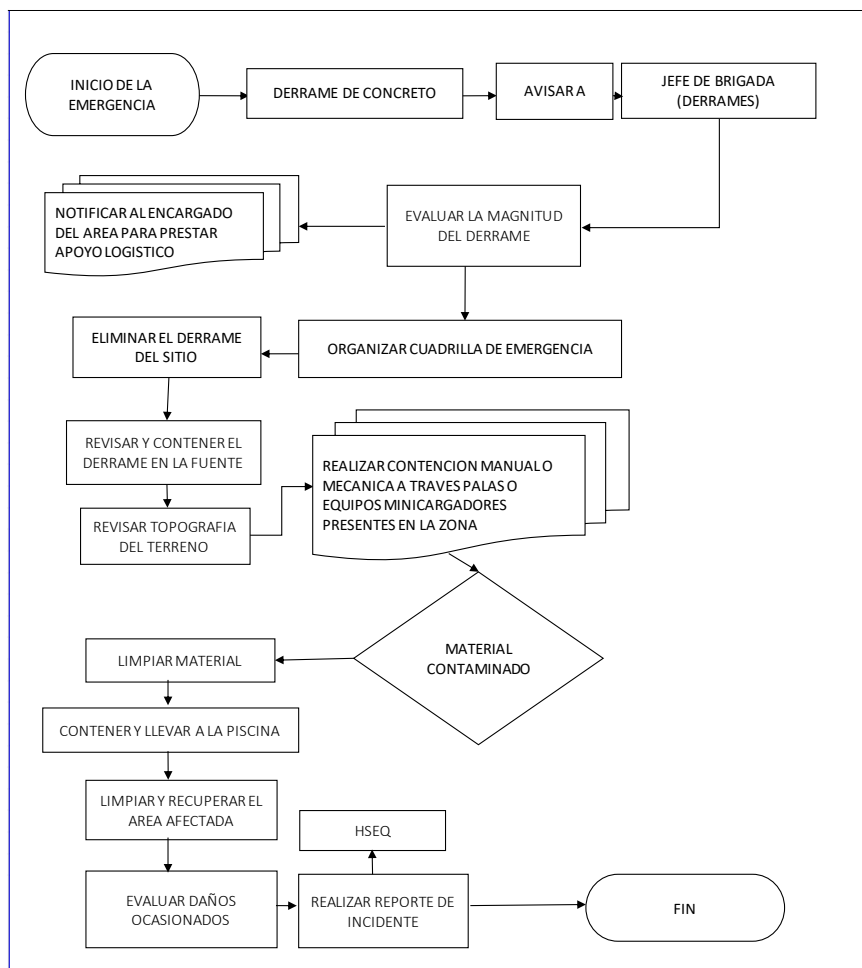


Figura 34 Plan de acción y toma de decisiones para la atención de derrames de concreto

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- ▶ Derrame de batería de baños
 - ▶ Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a una emergencia con baterías portátiles
 - ▶ Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a la totalidad de trabajadores en la obra en instalaciones
 - ▶ Equipos y herramientas informáticas: Kit ambiental para atención de emergencias y personal de auxiliares ambientales

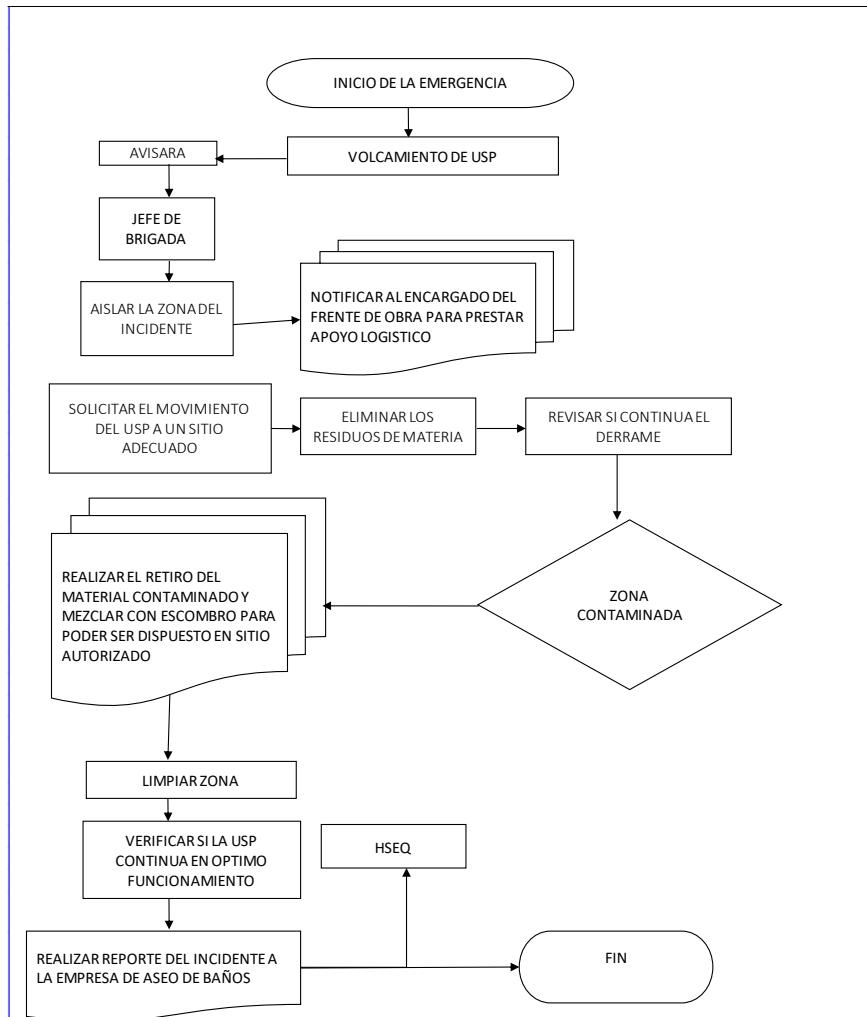


Figura 35 Plan de acción y toma de decisiones para la atención de derrames de batería de baños

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- Derrame de sustancias químicas
 - Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a una emergencia de derrame de sustancias químicas
 - Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a la totalidad de ocupantes (habituales o visitantes), campamentos e instalaciones del proyecto de construcción SER 1
 - Equipos y herramientas informáticas: Sistema de alarmas y equipos de emergencia

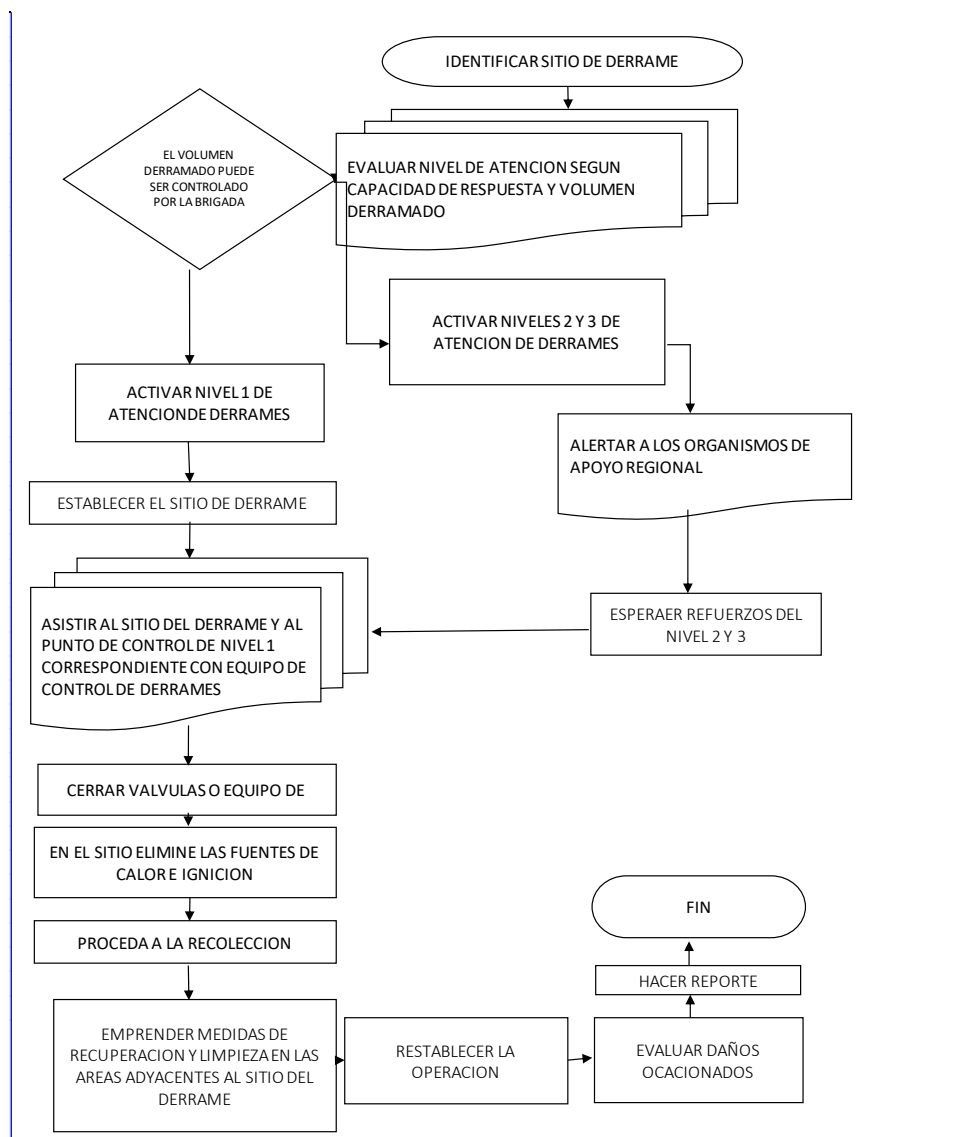


Figura 36 Plan de acción y toma de decisiones para la atención de derrames de sustancias químicas

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- Plan de atención frente al volcamiento de maquinaria
 - Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a una emergencia por volcamiento de maquinaria
 - Áreas de aplicación y/o alcance: Este procedimiento es aplicado para todo el personal encargado de atender emergencias por siniestros en áreas internas y externas del proyecto de construcción SER 1
 - Equipos y herramientas informáticas: Sistema de alarmas, equipos de emergencia, kit ambiental para atención de emergencias, personal brigadista y auxiliares ambientales

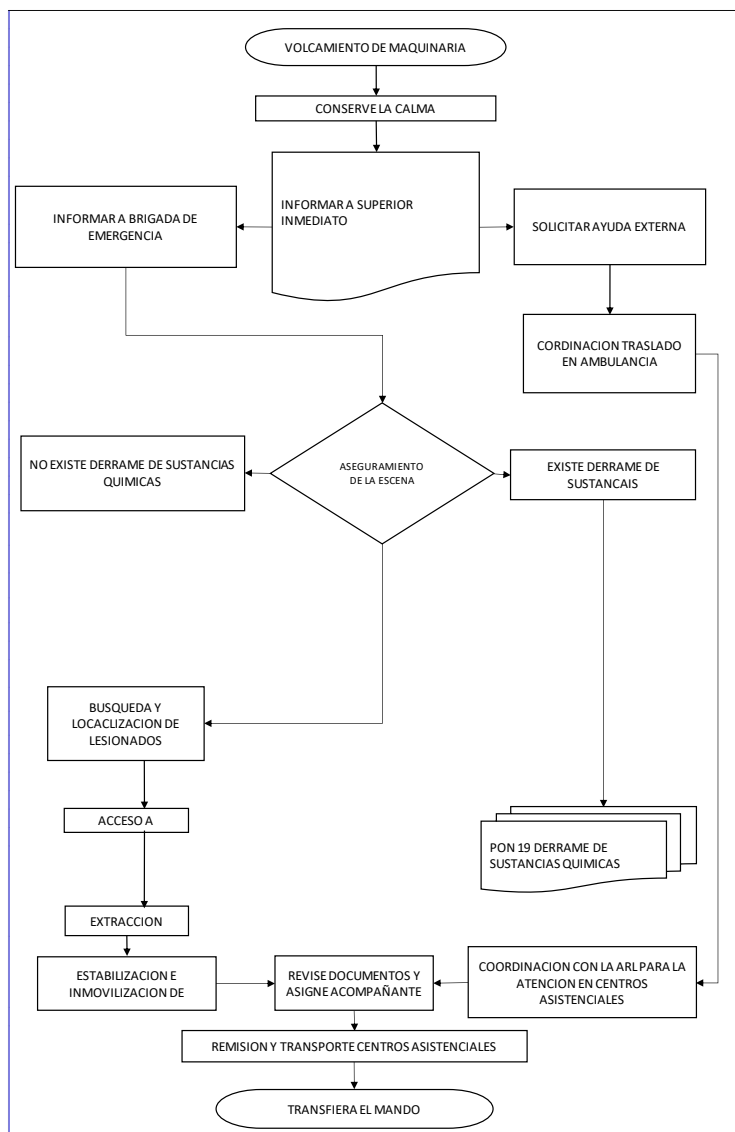


Figura 37 Plan de acción y toma de decisiones para el volcamiento de maquinaria

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

► Plan de acción para siniestros viales

- Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a una emergencia por siniestro vial ocurrida dentro o fuera de las instalaciones del proyecto
- Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica la totalidad de conductores de vehículos y operadores de maquinaria que hagan parte del Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV) del proyecto de construcción
- Equipos y herramientas informáticas: Sistema de comunicaciones (Celular, radios), equipos de emergencias, kit de carretera

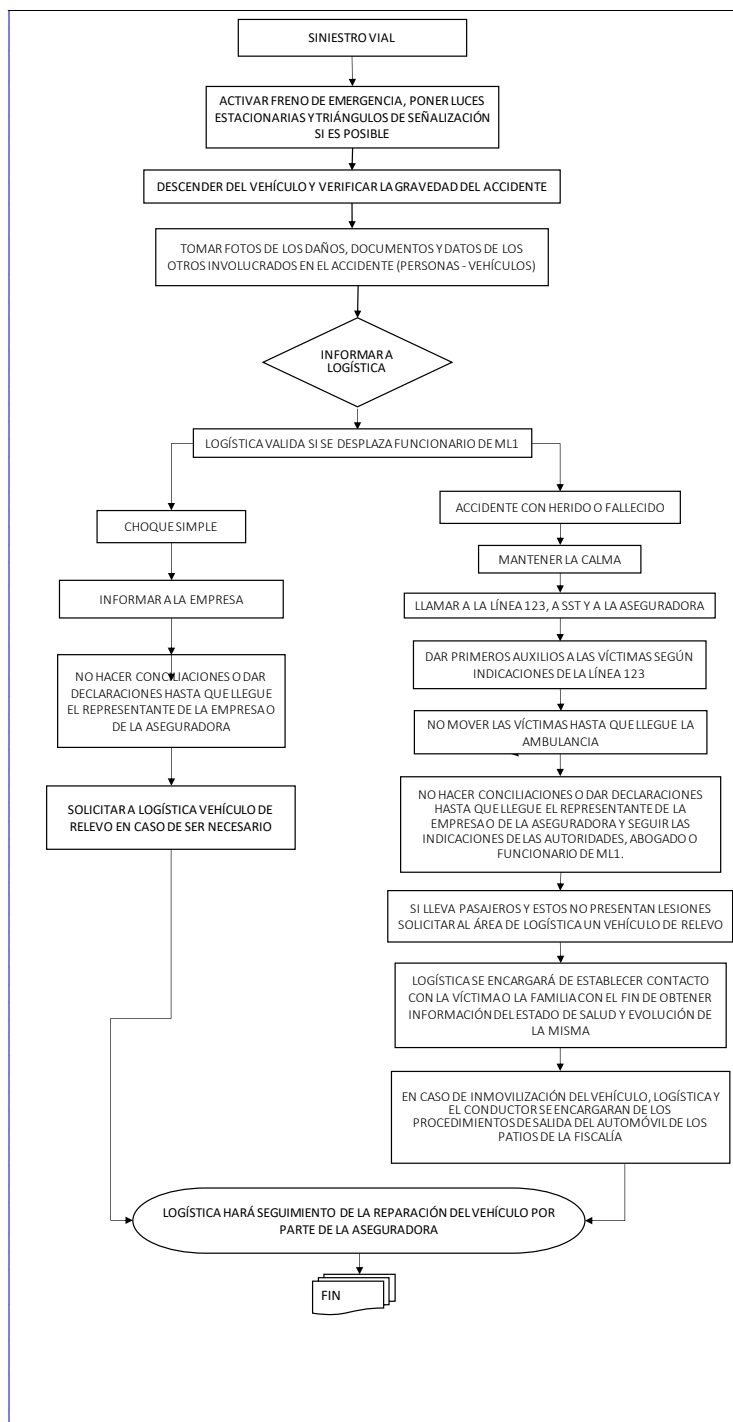


Figura 38 Plan de acción y toma de decisiones para un siniestro vial

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- ▶ Plan de acción para el manejo de lesionados
 - ▶ Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a una emergencia por siniestro vial ocurrida dentro o fuera de las instalaciones del proyecto
 - ▶ Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica la totalidad de conductores de vehículos y operadores de maquinaria que hagan parte del Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV) del proyecto de construcción
 - ▶ Equipos y herramientas informáticas: Sistema de comunicaciones (Celular, radios), equipos de emergencias, kit de carretera



Figura 39 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de lesionados

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- ▶ Plan de acción frente al colapso estructural
 - ▶ Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a una emergencia por colapso estructural en excavaciones y/o construcción
 - ▶ Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica la totalidad del personal directo e indirecto que realiza actividades en SER 1 o de inspección en actividades de construcción en las instalaciones del proyecto
 - ▶ Equipos y herramientas informáticas: Sistema de comunicaciones (Celular, radios), equipos de emergencias, kit de carretera

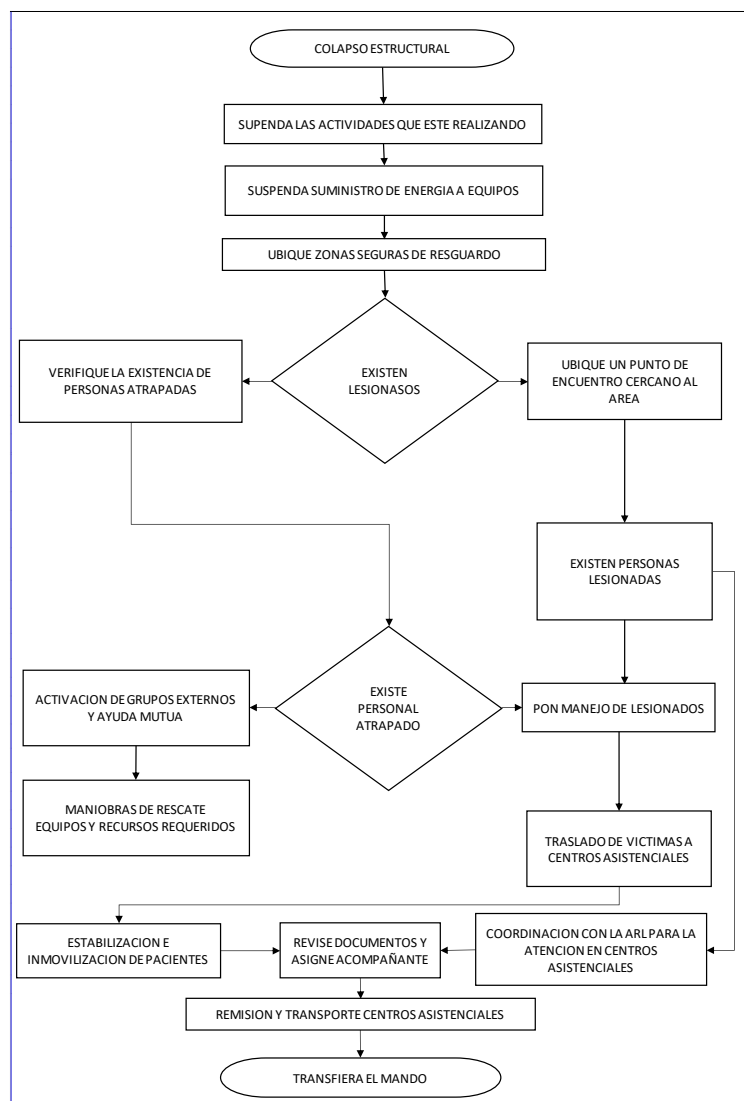


Figura 40 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de un colapso estructural

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- Plan de acción para fuertes precipitaciones
 - Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a una emergencia por fuertes lluvias
 - Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica la totalidad del personal directo e indirecto que realiza actividades en SER 1 o de inspección en actividades de construcción en las instalaciones del proyecto
 - Equipos y herramientas informáticas: Sistema de alarmas y equipos de emergencia disponibles en las instalaciones

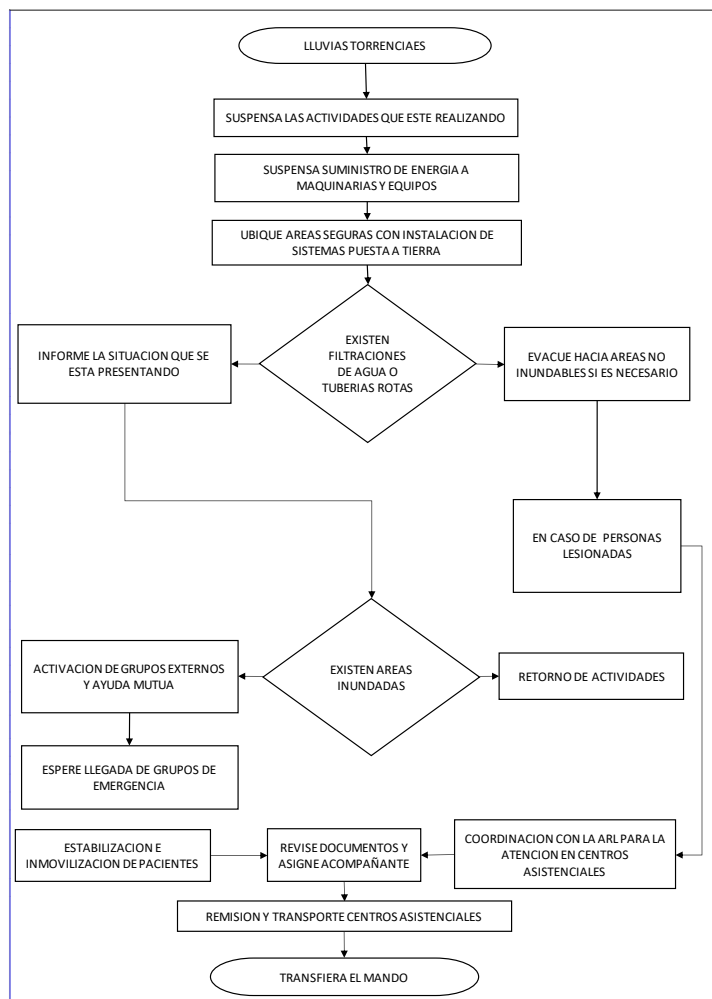


Figura 41 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de lluvias torrenciales

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- Plan de acción frente a robos y atracos
 - Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a una emergencia por robos y atracos

- ▶ Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica la totalidad del personal directo e indirecto que realiza actividades en SER 1 o de inspección en actividades de construcción en las instalaciones del proyecto
- ▶ Equipos y herramientas informáticas: Equipos de comunicaciones y equipos de emergencias disponibles en las instalaciones

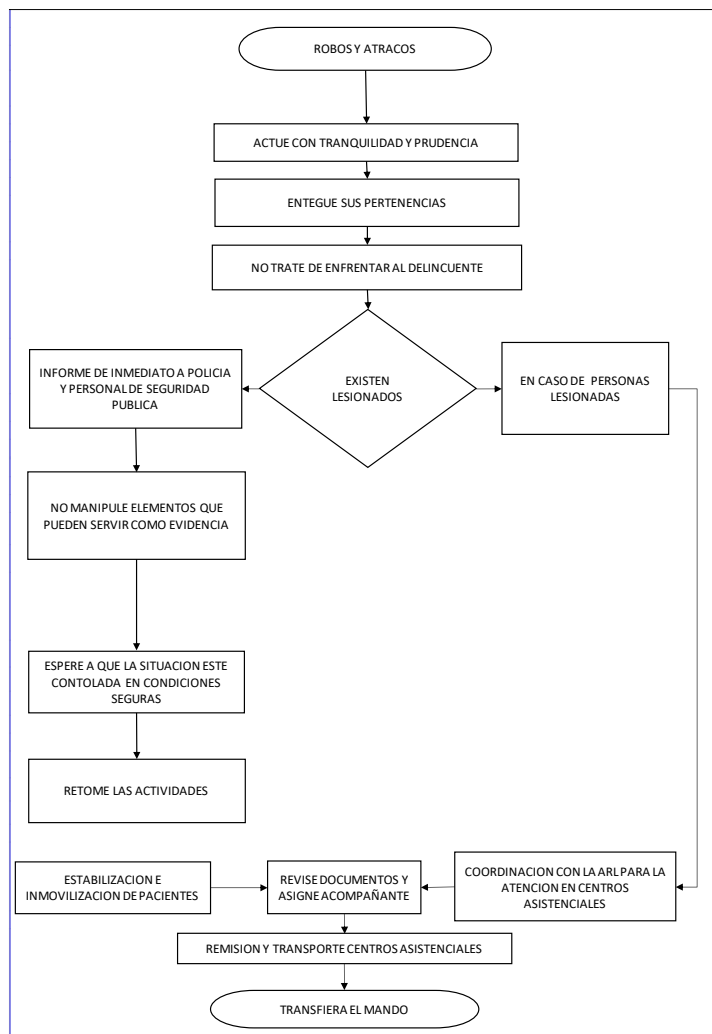


Figura 42 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de robos y atracos

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- ▶ Plan de acción para movimientos en masa – derrumbes
 - ▶ Objetivo: Facilitar la respuesta y atención a una emergencia por movimientos en masa o derrumbes dentro de las instalaciones
 - ▶ Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a todas las áreas y está sujeto al entrenamiento y los equipos con que cuente la brigada en cada uno de los campamentos e instalaciones del proyecto de construcción

- ▶ Equipos y herramientas informáticas: Sistema de alarmas y equipos de emergencia disponibles en las instalaciones

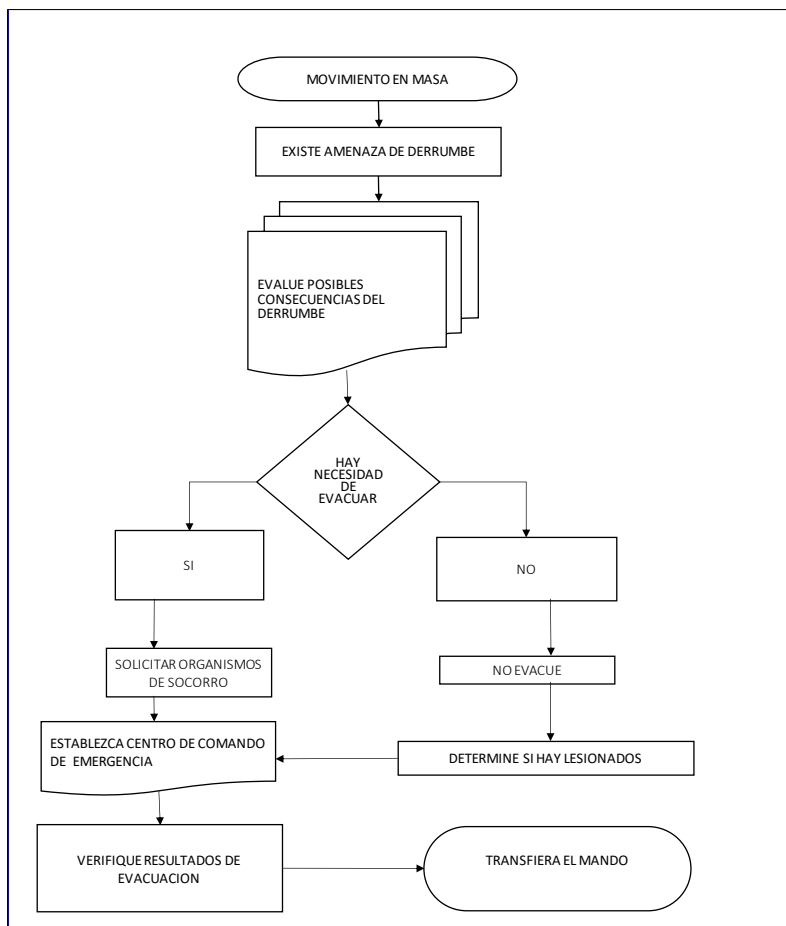


Figura 43 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de movimientos en masa

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- ▶ Plan de acción frente a varadas viales
 - ▶ Objetivo: Orientar a los conductores acerca de cómo reaccionar frente a una situación de varada vial
 - ▶ Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica la totalidad de conductores de vehículos y operadores de maquinaria que hagan parte del Plan Estratégico de Seguridad Vial -PESV del proyecto
 - ▶ Equipos y herramientas informáticas: Sistema de comunicaciones, equipos de emergencias, kit de carretera

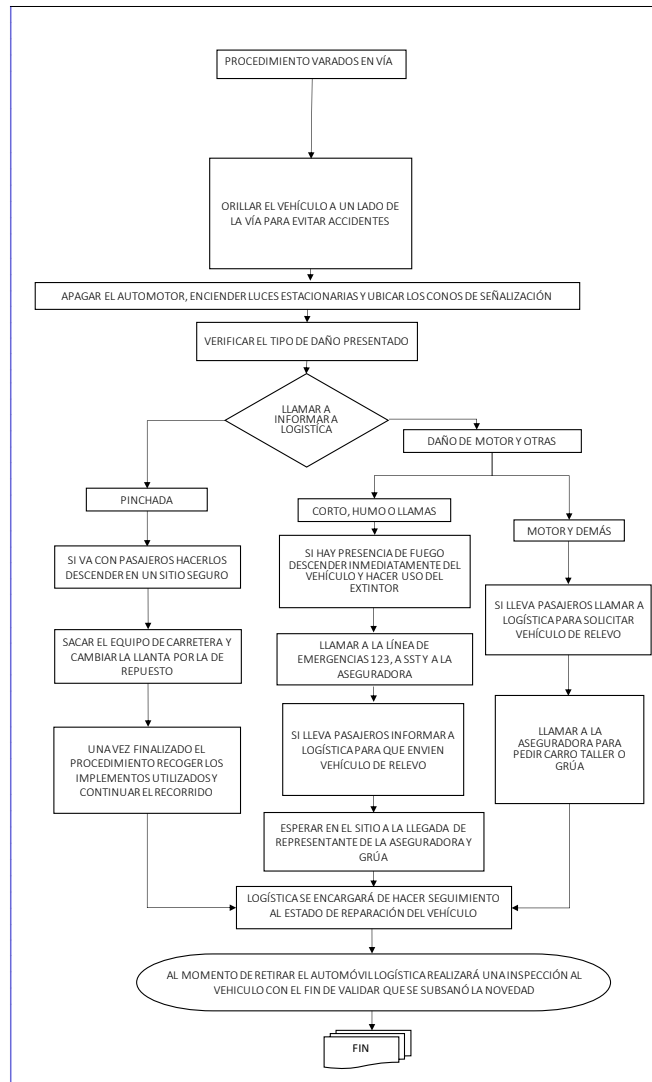


Figura 44 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de varadas viales

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

- Plan de acción frente a accidente rábico
 - Objetivo: Realizar propuesta del procedimiento operativo normalizado para la atención por una agresión de felinos o caninos para la empresa Metro Línea 1
 - Áreas de aplicación y/o alcance: Aplica a la totalidad de Trabajadores directos e indirectos del Proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá
 - Equipos y herramientas informáticas: Teléfono celular, botiquín

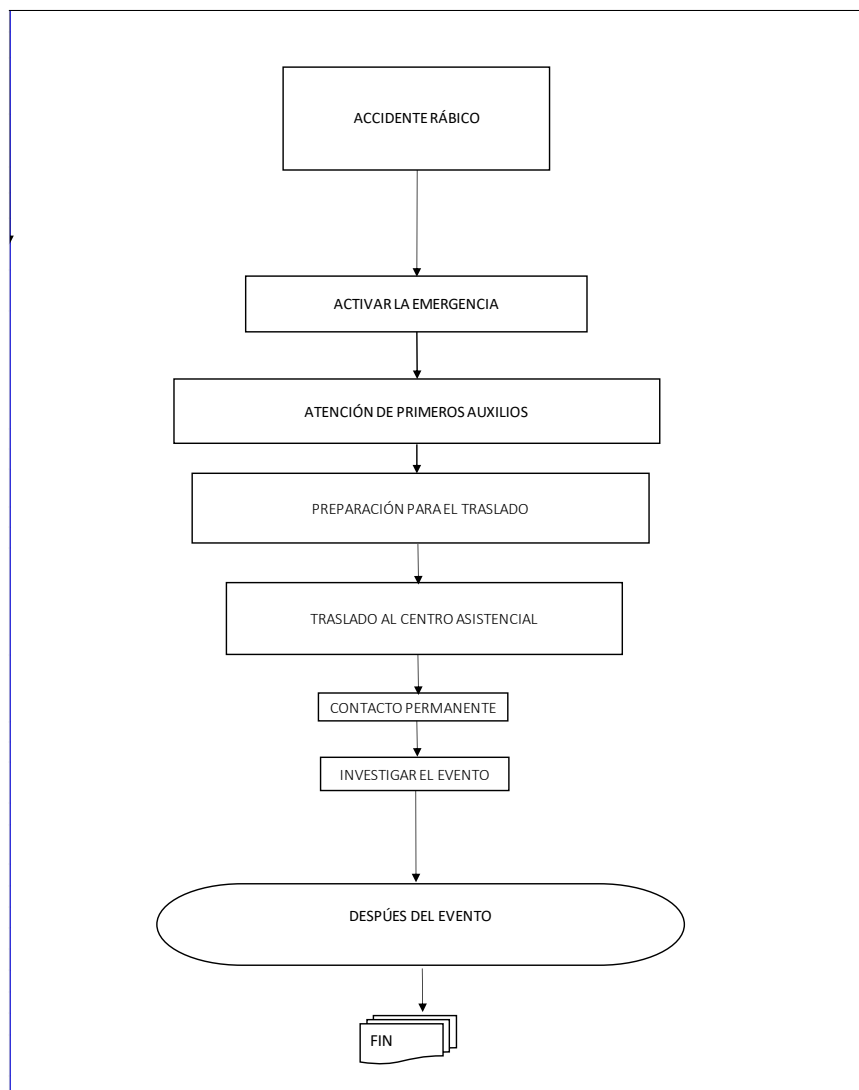


Figura 45 Plan de acción y toma de decisiones para el manejo de un accidente rábico

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

10.4.2.6 Finalización del plan de contingencia y mantenimientos

Después de un evento de emergencia se deberán reacondicionar las áreas afectadas durante esta situación ya sea para restablecer las operaciones o para limpiarlas y devolverlas a su estado natural óptimo.

Los procedimientos seleccionados para la limpieza que se haga dependerán de la naturaleza del evento contingente, que generalmente son destrucción parcial o total de infraestructura de la empresa o afectación parcial al medio ambiente

10.4.2.7 Reporte de la contingencia

Si durante la ejecución del proyecto, ocurriese una contingencia de nivel 3, la unidad responsable debería realizar todas las actividades necesarias con el objetivo de parar la contingencia e informar a la unidad HSE del incidente en un tiempo máximo de 12 horas. A su vez, todas estas acciones están guiadas en coordinar con la Unidad Legal y Asuntos Corporativos la emisión del informe a la autoridad ambiental competente en un término máximo de 24 horas

Este informe será remitido por la División de HSE a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea (VITAL)

Dentro de los veinte días calendario siguiente a la ocurrencia o conocimiento del evento, se deberá diligenciar a través de VITAL en lo concerniente a los avances parciales de la contingencia

10.4.3 Plan informático

En este componente se establecen las comunicaciones necesarias para activar el Plan de Contingencia y lograr un soporte de otras entidades de nivel puntual y regional en función de la magnitud del evento.

En la tabla Tabla 50 se presenta la información del Comité Operativo Nacional del Plan Nacional de Contingencias. Los directorios deberán actualizarse y permanecer en cada instalación operativa que pueda dar soporte logístico en el caso de determinada contingencia

Tabla 50. Entidades Nacionales

Entidad	Contacto/Directorio/Teléfono
D.C.G.A.D	Tel (1): 3600379 Tel (2): 3649090 Ext: 9759, 9763, 9758 Cel: 3153055361 Fax: 3751077 Mail: 148elson148@dgpdp.gpv.cp
Comité técnico y operativo nacional PNC	Tel (1): 3649090/91 Tel (2): 3751078, Ext: 9759, 9763, 9758 Cel: 3153639805 Fax: 3751077 Mail: regional@dgpdp.gov.co
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Tel (1): 3323434, Ext 368 Cel: 3153872595 Fax: 2889754 Dirección: Calle 137 # 8-40 Bogotá
Aeronáutica Civil	Tel (1): 2662094/2201 Tel (2): 4251000 Tel (3): 4139894 Ext 2201 Fax: 4138486
Consejo Colombiano de Seguridad	Dirección: Cra 20 # 39 - 62 PBX: 2886355 Fax: 2884367
Ministerio de Defensa	Oficina: Av El Dorado Cra 52 Can conmutadores 315011, 5780000
Ministerio de Relaciones Exteriores	Dirección: Palacio de San Carlos, ClI 10 # 5-51 Conmutador 5662008

Entidad	Contacto/Directorio/Teléfono
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Dirección: Cra 8 # 6-64 Conmutador 3811700 Línea: 018000910071
Ministerio de Minas y Energía	Dirección: Centro Administrativo Nacional CAN Transv 45 # 26-86 PBX: 3245262, 2200300
Ministerio de Transporte	Dirección Centro Administrativo Nacional CAN, Conmutador 3240800
Ministerio de Salud	Dirección (1): Cll 16 # 7-36 Tel (1): 2827605 Dirección (2): Cll 23 # 68b-07 Tel (2): 4121568 Dirección (3): Cra 13 # 32-76 Tel (3): 3368677 Dirección (4) :Cra 15 # 1-44 Tel (4): 3332623 conmutador 3331190
Ministerio de Comunicaciones	Dirección: Edificio Murillo Toro, Cra 7 y 8 Cll 12a y 13, Conmutador 3443460 Línea 018000914014
Jefe de Comercio Exterior	Tel (1): 4049507 Tel (2): 4041919, Ext: 241/235 Cel: 3153929210 Fax: 4041531

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2022

10.4.3.1 Directorio telefónico de emergencias de organismos externos

En caso de emergencias es importante tener un apoyo por parte de las entidades gubernamentales de la región. A continuación, se presentará la información de estas instituciones (Ver Tabla 51 y Tabla 52)

Tabla 51. Teléfonos de emergencias

Entidad	Teléfono
Línea de emergencias	123
Policía Nacional	112
Policía de Tránsito y Transporte	127
Defensa Civil 144	144
Cruz Roja Colombiana	132
Bomberos	119
Servicios de Ambulancia	124
Gaula Antisecuestros	165
EnEl Codensa	114

Entidad	Teléfono
Acueducto de Bogotá	116
Centro Toxicológico	136
Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo de Desastres (UGNRD)	(60-1) 5529696
Comité Local para la Prevención y Atención de Desastres (CLOPAD)	(60-1) 5529696
Fiscalía General de la Nación	18000919748
Emergencias Médicas	125
Comité Regional para la Prevención y Atención de Desastres (CLOPAD)	(60-1)4206092
Alcaldía de Bosa	(601) 7750434
Alcaldía Local de Kennedy	(601) 4481400

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022

Tabla 52. Posibles sitios de atención

Entidad	Teléfono	Dirección	Tiempo de llegada
Compensar Cruz Roja	(60-1) 7460909	Cr 68 # 68b - 31	30 minutos
Clínica de Occidente	(60-1) 4254656	Av Américas # 71 c -29	20 minutos
IPS Nueva EPS	(60-1) 7454949	Cr 68 # 39 - 11	35 minutos
Hospital Kennedy	(60-1) 4480030/3118421081	Av 1 Mayo # 40 b-54	15 minutos

FUENTE: METRO LÍNEA 1, 2022