METRO LÍNEA 1

PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ

METRO BOGOTÁ

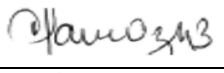
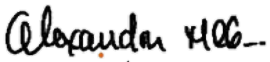
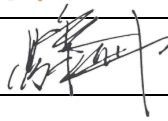
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA RECEPTORA - SER 3 Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 115 KV – CAPÍTULO 1 Y 2 OBJETIVOS Y GENERALIDADES

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 LINEA 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 LINEA 1 SAS**
未经 **METRO LINEA 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

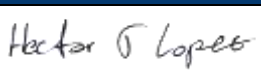
	APROBACIÓN CPA INGENIERÍA S.A.S.		
	FIRMA	**NOMBRE**	**CARGO**
ELABORÓ		Hector Julian Lopez	Coordinador de proyectos
REVISÓ		Sonia Ardila	Directora de proyectos
APROBÓ		Sonia Ardila	Directora de proyectos

Tabla de contenido

1 OBJETIVOS 1

1.1 OBJETIVO GENERAL 1

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1

2 GENERALIDADES 2

2.1 INTRODUCCIÓN 2

2.1.1 Aspectos generales del proyecto 2
2.1.2 Métodos de recolección, procesamiento y análisis 8
2.1.3 Grado de incertidumbre y calidad de la información 13
2.1.4 Descripción general de los capítulos del estudio 15

2.2 ANTECEDENTES 18

2.2.1 Superposición de Licencias 22
2.2.2 Estudios e investigaciones previas 23
2.2.3 Marco normativo 23

2.3 ALCANCES 32

2.3.1 Beneficios del proyecto 32
2.3.2 Limitantes 33

2.4 METODOLOGÍA 35

2.4.1 Definición del área de influencia 35
2.4.2 Caracterización del área de influencia del proyecto 37
2.4.3 Demanda uso y aprovechamiento de recursos naturales 99
2.4.4 Evaluación Ambiental 100
2.4.5 Zonificación de manejo ambiental del proyecto 113
2.4.6 Plan de Manejo Ambiental 115
2.4.7 Plan de Seguimiento y Monitoreo 116
2.4.8 Plan de Gestión del Riesgo 117
2.4.9 Plan de Abandono y restauración final 122
2.4.10 Plan de inversión del 1% 122

2.5 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO 123

Índice de tablas

Tabla 1 – Etapas de Construcción de Subestación y Líneas de Transmisión 4

Tabla 2 – Fuentes de Información consultada por WEB 9
Tabla 3 – Entidades donde se realizó solicitud de Información 10
Tabla 4 – Trabajos de campo ejecutados 13
Tabla 5 – Descripción del Contenido del Estudio 15
Tabla 6 – Trámites ante Entidades 22
Tabla 8 – Normatividad ambiental 23
Tabla 9 – Normatividad del sector eléctrico 29
Tabla 9 – Unidades Geológicas Superficiales (UGS) Según Su Origen 40
Tabla 10 – Clasificación de las Rocas en General según su textura 43
Tabla 11 – Clasificación de las Unidades Geológicas de roca de acuerdo con su dureza 44
Tabla 12 – Clasificación Genética de las Unidades de Suelo 45
Tabla 13 – Escala de valoración para la susceptibilidad a incendios de las coberturas vegetales 47
Tabla 14 – Homologación entre las Zonas de Inundación y las Unidades Geomorfológicas 48
Tabla 15 – Comparación entre las zonas de inundación y el tipo de amenaza 48
Tabla 16 – Grado de Intensidad Máxima Observada 49
Tabla 17 – Nivel de Amenaza Sísmica Según Valores De Aa y de Av 50
Tabla 18 – Relación entre grado de la erosión y su importancia 52
Tabla 9 – Aspectos para tener en cuenta para la caracterización del componente geomorfológico 57
Tabla 20 – Clases de mapas geomorfológicos 57
Tabla 21 – Metodología para el establecimiento de conflictos del uso del suelo 62
Tabla 22 – Calificación De Vulnerabilidad De Los Acuíferos a la Contaminación, Método GOD 67
Tabla 23 – Localización de las estaciones meteorológicas 68
Tabla 24 – Variables para medir y forma de medición 70
Tabla 25 – Punto de aire cercano a SER 3. 70
Tabla 27 – Horario Ruido ambiental 73
Tabla 29. Rangos de valores utilizados para los parámetros de estabilidad en la zonificación geotécnica 75
Tabla 30. Factores evaluados para la zonificación geotécnica del área de estudio, con su respectivo factor de ponderación 75
Tabla 36 – Condición de Diversidad para El Índice Shannon-Weaver 83

Tabla 30 – Escala de notación para los elementos discordantes 93
Tabla 31 – Escala de acuerdo al tamaño de la discordancia 93
Tabla 32 – Escala de valoración para la correspondencia cromática 94
Tabla 33 – Homologación para paisaje urbano del método indirecto (blm, 1980). 95
Tabla 34 – Escala de valoración fragilidad visual 96
Tabla 34 – Criterios para definir la integridad escénica 97
Tabla 36 – Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia (S/I) 98
Tabla 37 – Naturaleza del Impacto 102
Tabla 38 – Intensidad 103
Tabla 39 – Extensión 103
Tabla 40 – Momento (Mo) 104
Tabla 41 – Persistencia 105
Tabla 42 – Reversibilidad 105
Tabla 43 – Sinergia 106
Tabla 44 – Acumulación 107
Tabla 45 – Efecto 107
Tabla 46 – Periodicidad 107
Tabla 47 – Recuperabilidad 108
Tabla 48 – Valores de Calificación para la percepción de la comunidad 109
Tabla 49 – Nivel de importancia 109
Tabla 50 – Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación 111
Tabla 51 – Clasificación valoración de la eficacia de la medida de manejo 111
Tabla 52 – Clasificación para la Valoración de la Importancia NETA 113
Tabla 53 – Contenido de las Fichas de Manejo 115
Tabla 54 – Contenido de las fichas de PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO 116
Tabla 55 – Probabilidad De Ocurrencia - Frecuencia De Amenazas 118
Tabla 56 – Valoración daños a personas 118
Tabla 57 – Valoración a la consecuencia económica 119
Tabla 58 – Valoración efectos en el ambiente 119

Tabla 59 – Valoración imagen de la empresa 120
Tabla 60 – Estimación del nivel de riesgo 120
Tabla 61 – Aceptabilidad del riesgo y planeación de acciones 121

Índice de Figuras

Figura 1 Localización general del proyecto 3
Figura 2 Metodología para Definir las Áreas de Influencia por Componente 36
Figura 3 Clasificación General De Las Rocas 43
Figura 5 Esquema de jerarquización geomorfológica utilizado de acuerdo con la escala de trabajo ... 55
Figura 6 Clasificación de Usos Actuales de acuerdo con Corine Land Cover 61
Figura 7 Sistema De Indexación God Para La Vulnerabilidad De Los Acuíferos A La Contaminación 67
Figura 8 Localización de las estaciones meteorológicas 69
Figura 10. Zonificación Ambiental de Los Medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico 99
Figura 11. Modelo metodológico para la definición de categorías de Zonificación de manejo ambiental, a partir de la zonificación ambiental y la calificación de sensibilidad 114

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental realizando el diagnóstico del estado actual de los elementos bióticos, abióticos, económicos, sociales y culturales del entorno que puedan alterarse como consecuencia de la Construcción de la Subestación Receptora SER 3 y su Línea de Transmisión a 115 kV, para así, identificar, predecir y evaluar los impactos potenciales que se puedan generar durante las diferentes etapas del proyecto con el fin de establecer las medidas de manejo, prevención, mitigación o compensación frente a los mismos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización del área de influencia del proyecto, a partir de un análisis temático e integral de los principales aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos del lugar.
- Definir el área de influencia de cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, de acuerdo con la guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia y Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Realizar la caracterización de las condiciones ambientales y sociales actuales del área de influencia.
- Realizar la zonificación ambiental del área de estudio que identifique la susceptibilidad del entorno frente al proyecto, y que se fundamente en el análisis de la importancia y sensibilidad de cada uno de sus elementos.
- Realizar la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que el proyecto puede generar sobre el ambiente como efecto del desarrollo del proyecto.
- Estructurar un conjunto de estrategias y medidas de manejo ambiental, de seguimiento y monitoreo para ser implementadas durante las diferentes etapas del proyecto, en respuesta a la intervención generada por el mismo, reflejada en los impactos ambientales y en la zonificación de manejo establecida.
- Analizar y controlar los riesgos ambientales asociados a las diferentes etapas del Proyecto y formular los lineamientos generales para tener en cuenta en el diseño del Plan de Contingencia a implementar durante las fases de construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono.

2 GENERALIDADES

2.1 INTRODUCCIÓN

La Alcaldía Mayor de Bogotá, a través de la Empresa Metro de Bogotá S.A (EMB) y el concesionario METRO LÍNEA 1 SAS (ML1), está liderando la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB); para adelantar la construcción del viaducto, el concesionario ML1 adelantará todas las actividades necesarias para la financiación, estudios, diseños de detalle principales y otros estudios, ejecución de las obras de construcción, obras de la fase previa, obras de edificaciones, obras para redes a cargo del concesionario, obras de adecuación y reparación de desvíos, obras para intersecciones especiales, la operación y el mantenimiento del proyecto, la gestión social y ambiental, la reversión parcial y la reversión de la infraestructura correspondiente a la PLMB, así como la financiación, diseño, instalación, suministro, pruebas individuales y de conjunto, certificaciones, puesta en marcha, operación, reposición, mantenimiento, reversión del material rodante y de los sistemas Metro-Ferroviarios y la prestación del servicio público de transporte férreo de pasajeros en Bogotá.

En el marco de estas obras de infraestructura el concesionario Metro Línea 1 requiere obtener las licencias ambientales por parte de la Autoridad Ambiental competente para la construcción de las subestaciones eléctricas receptoras 1, 2 y 3 y sus líneas de transmisión a 115 kV que se conectarán a las subestaciones eléctricas de ENEL CODENSA, las subestaciones receptoras tendrán como fin energizar la infraestructura de estacionamiento y zonas de mantenimiento de los trenes del Metro de Bogotá.

Este documento se constituye en el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental, de acuerdo con lo establecido en el literal b del numeral 4 del Artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015; el cual será presentado a la autoridad ambiental de Bogotá D.C., que dada sus competencias es la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).

En el capítulo de Generalidades, se hace el recuento de los aspectos generales del proyecto, tales como localización, se describe de manera general el contenido de los capítulos que componen el Estudio de Impacto Ambiental y aspectos metodológicos más relevantes con los cuales se elaboró el mismo. Lo anterior de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del año 2018 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), adoptada por la Resolución 1402 de 2018.

2.1.1 Aspectos generales del proyecto

2.1.1.1 Tipo de Proyecto

El proyecto consiste en la construcción de la Subestación Receptora SER 3 localizada en la ciudad de Bogotá D.C, en la Localidad de Chapinero, sobre los 2658 msnm, limita con las localidades de Teusaquillo y Barrios Unidos, al sur limita con la calle 61, al norte con la calle 62, al costado occidental con la Avenida Caracas. Adicionalmente corresponde a un proyecto de tipo puntual, mientras que la

línea de transmisión responde a características de un proyecto lineal; donde se contemplan las obras para la construcción de la línea de transmisión a zanja abierta en un tramo de 859 metros.

La subestación Receptora SER 3 alimentará de energía la infraestructura de la Metro de Bogotá, la subestación se conectará a través de una línea de transmisión de 115 kV, subterránea a la Subestación Eléctrica Calle 67 de ENEL Colombia.

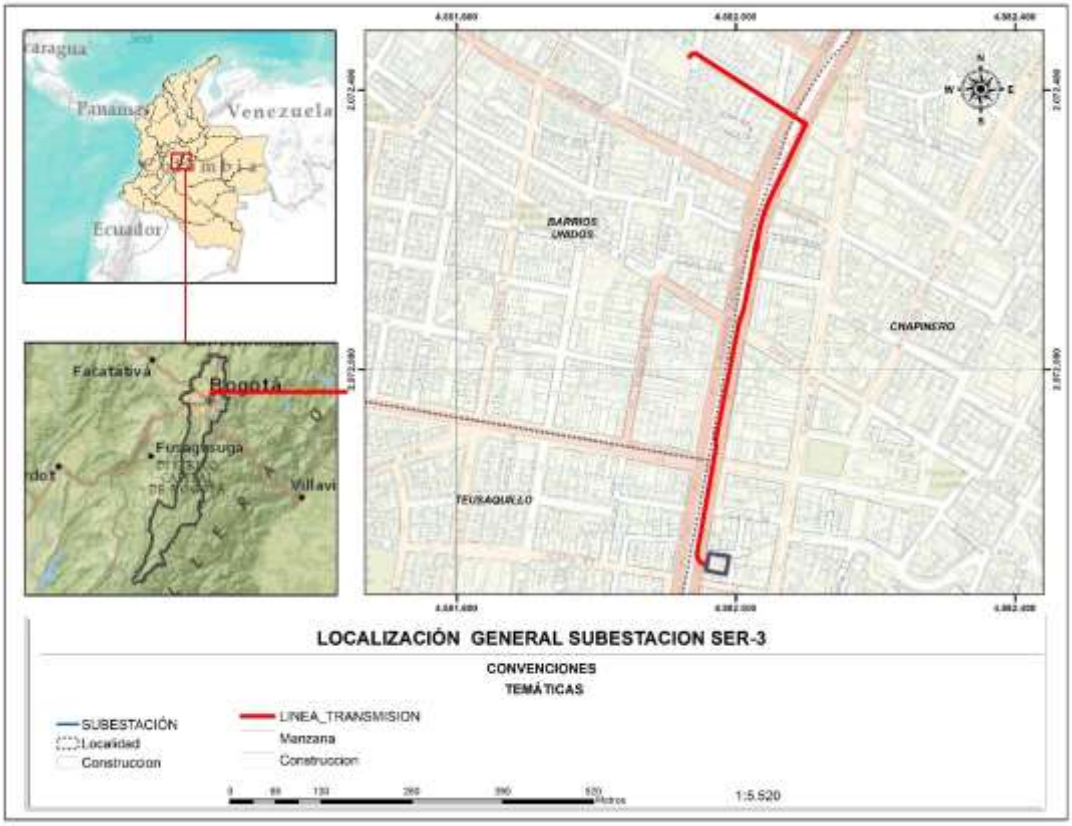


Figura 1 Localización general del proyecto

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S. 2022.

2.1.1.2 Justificación

La Primera Línea del Metro de Bogotá contara con 23.9 kilómetros de recorrido y pasara por 9 localidades beneficiando a millones de habitantes y foráneos de la ciudad, es una mega obra de infraestructura de transporte masivo que tiene como objetivo principal mejorar la movilidad desde la localidad de Bosa a la localidad de Chapinero, adicional habrá una renovación urbana que mejorara la calidad de vida y productividad de los ciudadanos.

Atendiendo todas las necesidades de infraestructura para el óptimo funcionamiento de la PLMB se requiere la construcción de las Subestaciones Receptoras que tendrán como objetivo energizar las zonas de estacionamiento y mantenimiento de los trenes, estas subestaciones se distribuyen a los largo

de la línea para abarcar todas las posibles necesidades de energía, la subestación receptora SER 3 se ubicó en la estación 15 de la Primera Línea del Metro de Bogotá, la ubicación de las subestaciones y las líneas de conexión se definieron considerando criterios como, la cercanía a las subestaciones existentes de Enel, para el trazado de la línea se buscó interferir lo mínimo con las redes existentes en la ciudad, se planea aprovechar las obras para la construcción de la PLMB, y garantizar los diseños con menores costos e impactos generales.

2.1.1.3 Etapas y actividades del proyecto

En la Tabla 1 se presentan a manera general las diferentes etapas del proyecto, así como sus diferentes actividades.

Tabla 1 – Etapas de Construcción de Subestación y Líneas de Transmisión

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.
	Áreas comunes, cerramiento provisional, áreas de almacenamiento de material y sustancias especiales. Correspondiente señalización	Consiste en la planificación de los espacios dispuestos para la operación y la gestión administrativa y técnica del proyecto, en los cuales se ubican el conteiner o 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 construcción de un campamento que aloje al personal dedicado a la ejecución del proyecto y donde se tenga la disponibilidad de depositar y guardar el material necesario para el mismo. Los campamentos son áreas de trabajo interno donde se desarrollan actividades de logística, áreas de oficinas, almacén de materiales y servicios propios del campamento. La construcción del campamento considera el diseño de la red eléctrica, fontanería, internet, teléfono, entre otros.
	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 las 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 a la normatividad aplicable. esto incluye las obligaciones que contiene la Licencia Ambiental

Etapa	Actividades	Descripción
	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 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. Esto incluye las obligaciones que contiene la Licencia Ambiental.
	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 y Media 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.
	Excavación y Adecuación del Terreno Subestación.	Con equipo de construcción en la etapa de construcción, se llegará hasta los diferentes niveles de cada uno de los componentes que la obra tiene. Para la adecuación, se construirá sobre un terraplén donde se ubicarán las vías internas, todos los equipos y edificaciones que hacen parte de la subestación.
	Excavación y Adecuación del Terreno Línea de Trasmisión.	Con equipo de construcción o de forma manual se llegará hasta los diferentes niveles de cada uno de los componentes que la obra tiene, para iniciar la construcción de las obras de cimentación, cajas de subterranización y la perforación de ductos subterráneos
	Hincado de pilotes	Construcción de las canastas de acero de refuerzo con sus respectivos empalmes ya sea por traslapo o emplume mecánico. Dentro de formaleta metálica o de madera, aclarando que los dobleces se hacen de manera manual o mecánica por personal capacitado. Así mismo realizar el anclaje con los pilotes. Vaciado y posterior vibrado de concreto para retirar vacíos y aire de la mezcla asegurado la resistencia y calidad requerida, así mismo realizando el anclaje mecánico con los pilotes que previamente fueron dispuestos con su respectiva zona de anclaje. Posteriormente, se realiza la construcción de las canastas de acero de refuerzo con sus respectivos empalmes ya sea por traslapo o emplume mecánico. Dentro de formaleta metálica; se realizará la instalación de acero de refuerzo para posterior pretensado antes de fraguar el concreto. Así mismo se realiza el empalme con los refuerzos del dado para asegurar la interacción de fuerzas. Vaciado y posterior vibrado de concreto para retirar vacíos y aire de la mezcla asegurado la resistencia y calidad requerida, teniendo en cuenta realizar en la parte superior los puntos de anclaje con las vigas capitel.
	Construcción dados de cimentación y pilas de soporte	Construcción de las canastas de acero de refuerzo con sus respectivos empalmes ya sea por traslapo o emplume mecánico. Dentro de formaleta metálica o de madera, aclarando que los dobleces se hacen de manera manual o mecánica por personal capacitado. Es posible que la canasta de refuerzo se realice en tierra para posterior izaje

Etapa	Actividades	Descripción
		de la mismo, Vaciado y posterior vibrado de concreto para retirar vacíos y aire de la mezcla asegurado la resistencia y calidad requerida, posterior post-tensado y grouting método por el cual los refuerzos de acero se tensan previo al vertimiento del concreto, mejorando el comportamiento y la resistencia estructural de los elementos. Posteriormente se sellan las uniones mediante grounting, (mortero con epóxico). Posteriormente se realiza la fundida de la dovela; instalación de formaleta, canastas de refuerzo ya sean hechas in situ o izadas, posterior vertimiento de concreto y vibración del mismo. Posterior desencofrado de los elementos y consecuente construcción del elemento contiguo de la dovela guía. Una vez fundida y asegurada la viga capitel, se retirará la formaleta y se instalaran y precargaran los carros de avance.
	Construcción y Obras Civiles de la Subestación	Para la construcción de la subestación eléctrica y la infraestructura (equipos y red subterránea) de la línea de trasmisión, se realizará la construcción de las obras civiles asociadas al alcance del proyecto, en forma manual o mediante el uso de maquinaria amarilla, maquinaria para perforación subterránea o de largo alcance. Será necesario utilizar material de mejoramiento y compactar el suelo hasta alcanzar las densidades necesarias para adelantar las obras de cimentación.
	Construcción, Cimentación y Obras Civiles de la Línea de Transmisión	Para la construcción de la infraestructura de la línea de trasmisión, se realizarán excavaciones a fin de llevar a cabo la construcción de cimentaciones, Con equipo de construcción o en forma manual. Para el tramo subterráneo se empleará maquinaria de perforación para los ductos y trabajo manual para las cajas de transición.
	Adecuación de la Línea de Trasmisión (construcción caja).	Conjunto de obras civiles para construcción de la canalización subterránea para una red de alta tensión en los cuales se contemplan actividades de excavación, tendido de tubería, perforación horizontal, composición de capas con material para conformación del terreno sobre las tuberías de acuerdo a la zona y tipo de tráfico, construcción de cajas de inspección para tendido, cambio de dirección y empalmes de cables aislados, los cuales pueden ser construidos con hormigón prefabricado o fundición en sitio.
	Instalación de Equipos Subestación Eléctrica	Esta etapa consiste en el montaje de todos los equipos y estructuras previstas, cableado y conexionado de Alta y Media Tensión, modulo GIS, el cuarto de transformador y el cuarto de cárcamos de potencia 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 estarán provistos de rieles de carga y muros cortafuego cumpliendo con la normatividad vigente.
	Construcción de canalizaciones de Alta Tensión entrada y Media	Actividades de infraestructura civil para las redes eléctricas subterráneas los cuales comprende los aspectos de construcción de canalizaciones, cámaras,

Etapa	Actividades	Descripción
	Tensión de salida de la subestación.	cajas de inspección, cárcamos, cárcamos de potencia, 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 verificación y tendido de cables aislados de Alta y Media 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 y Media 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 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 a 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 trasmisión, la subestación
	Desmantelamiento de línea de trasmisión 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	Las actividades de embalaje consisten en la fabricación de huacales, cajas de madera, embalajes tipo jaulay 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.

Etapa	Actividades	Descripción
	Subestación Eléctrica que serán reutilizados.	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 a lo largo de la vida útil del proyecto.

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S. 2022.

2.1.2 Métodos de recolección, procesamiento y análisis

La elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se realizó en el marco de la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales 2018 del MADS, empleando una estructura de procesos, procedimientos e instrumentos técnicos, tecnológicos y metodológicos con los cuales se abordarán los aspectos de mayor relevancia presentes en el área de influencia del proyecto, para posteriormente analizarlos a la luz de las intervenciones típicas de un proyecto de transmisión de energía con tensión de 115 kV.

Esta estructura procedimental, cuya descripción detallada se presenta en el Numeral 2.4 Metodología de este capítulo, se fundamenta en un ejercicio interdisciplinario entre diversas áreas del conocimiento, entre las que se destacan la ingeniería, las ciencias ambientales, las ciencias sociales, las ciencias económicas, el derecho, la geomática y planeación del desarrollo, esta última como disciplina integradora.

A la par de los procesos de caracterización de las condiciones físicas, bióticas, socioeconómicas, políticas y normativas existentes en el área de influencia del Proyecto, se adelantó un análisis procedimental y tecnológico de las actividades de construcción y operación propias del mismo, alimentando con esto el proceso de evaluación ambiental de los potenciales impactos que el desarrollo del Proyecto puede generar sobre su medio receptor, ligando a estos resultados las acciones de manejo específico que integran las estrategias de manejo previstas para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar tales impactos.

Dado que el estudio se desarrolla en el Marco de la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de la Primera Línea del Metro y que se encuentra ubicado en Bogotá, la cual cuenta con gran cantidad de información secundaria actualizada sobre las condiciones ambientales y

sociales de la ciudad; la elaboración del EIA se apoyó en la recolección de información de fuentes secundarias a través de las páginas web de las entidades públicas y los portales de sus sistemas de información, las cuales se relacionan en la Tabla 2.

Tabla 2 – Fuentes de Información consultada por WEB

Aspecto	Información
CARTOGRAFÍA	La cartografía base del IGAC.
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEREOLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES -IDEAM-	Series históricas de las estaciones meteorológicas disponibles para el área de estudio.
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICAS – DANE -	Información demográfica del CENSO más reciente (año 2018-2035) y demás series estadísticas disponibles para aspectos de orden socioeconómico.
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO – SGC-	Información sobre las condiciones regionales que exhibe la geología del área de estudio, así como información de los suelos de Bogotá.
ALCALDÍA LOCAL DE CHAPINERO	Información de los estudios realizados por las Alcaldías de las Localidades presentes en el área de influencia del proyecto.
SECRETARÍA DISTRITAL DE SALUD	Documentos con características de la prestación del servicio de salud y caracterización de la población de la localidad de Bosa.
INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO – IDIGER-	Microzonificación sísmica de la Localidad de Bosa y monitoreo de vibraciones.
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN	Documentos relacionados con las características de la prestación del servicio de educación y características de población presente en la Localidad de Bosa de ser posible en los barrios que hacen parte del área de influencia del proyecto.
INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACIÓN Y DEPORTE –IDRD-	Infraestructura de uso recreativo y deportivo existente en las unidades territoriales de influencia.

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S. 2022.

Adicional a la consulta anterior, se realizaron solicitudes de información del área de influencia de los proyectos oficiales ante las diferentes entidades competentes de orden Distrital, de tal manera que se pudiera profundizar la información técnica recopilada a través de las páginas web de las entidades y los portales de sus sistemas de información.

Las consultas a entidades efectuadas se presentan a continuación, así como el capítulo del Estudio de Impacto Ambiental en que fue vinculada la información entregada (Tabla 3) y en el Anexo Asp Legales/consultas_entidades/ Respuesta_entidades se encuentran los soportes de las consultadas realizadas.

Tabla 3 – Entidades donde se realizó solicitud de Información

ÍTEM	ENTIDAD	ASUNTO	FECHA DE RADICADO	FECHA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÒN	CAPITULO DEL EIA QUE VINCULA LA INFORMACIÓN
1	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE –SDA	Solicitud de información de calidad de aire y de ruido, así como el diagnóstico de las condiciones ambientales de la localidad, fuentes fijas de emisión, fuentes subterráneas de agua, y sitios de disposición final autorizados, así como proveedores de materiales de construcción autorizados.	04/10/2022	15/12/2022	Capítulo 3 3.2. Caracterización del medio abiótico Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales
2	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE –SDA	Arborización existente de acuerdo con los proyectos en mantenimiento por la oficina de arborización urbana, Plan Local de Arborización Urbana de las Localidades de Los Mártires, Santa Fe y Antonio Nariño. Árboles existentes en los barrios: San Antonio, Eduardo Santos y San Bernardo, con las variables del SIGAU	06/10/2022	20/10/2022	Capítulo 3 3.2. Caracterización del medio biótico
3	SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN – SDP-	Solicitud de información: POT, usos del suelo del área de influencia, infraestructura social, comercial y de industria presente, planos de la localidad, proyectos de desarrollo y líneas de inversión en la localidad, sectores de interés cultural y patrimonial y plan zonal centro.	03/11/2022	No entregado	Capítulo 3. 3.2. Caracterización del medio Socioeconómico
4	SECRETARÍA DISTRITAL DE SALUD	Solicitud de información de las características de la prestación del servicio de salud y caracterización de la población de la localidad de Bosa.	03/10/2022	No entregado	Capítulo 3. 3.2. Caracterización del medio Socioeconómico

ÍTEM	ENTIDAD	ASUNTO	FECHA DE RADICADO	FECHA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÒN	CAPITULO DEL EIA QUE VINCULA LA INFORMACIÓN
5	ALCALDÍAS LOCALES DE CHAPINERO, TEUSAQUILLO Y BARRIOS UNIDOS	Solicitud de información acerca de los usos del suelo, infraestructura social, comercial e industrial presente, planos, proyectos de desarrollo y líneas de inversión, información de la prestación de servicios de salud y educación, Estudios ambientales, diagnóstico ambiental de la localidad y plan ambiental local.	03/10/2022	No entregado	Capítulo 3. 3.2. Caracterización del medio Socioeconómico
6	INSTITUTO DISTRITAL DE PATRIMONIO CULTURAL -DPC-	Solicitudes de Información del Plan Zonal Centro, de las redes ambientales peatonales seguras – RAPS y los inmuebles patrimoniales i. en amenaza ruina.	03/10/2022	23/11/2022	Capítulo 3. 3.2. Caracterización del medio Socioeconómico Capítulo 3 3.4. Zonificación Ambiental
7	CÁMARA DE COMERCIO	Solicitud acerca de los establecimientos comerciales y la actividad económica que desarrollan en la localidad.	03/10/2022	No entregado	Capítulo 3. 3.2. Caracterización del medio Socioeconómico
8	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO – EAAB -	Solicitud acerca de la cobertura y número de usuarios de acueducto y alcantarillado de la Localidad, caracterización hidrológica, acciones realizadas sobre cuerpos de agua.	03/10/2022	No entregado	Capítulo 3 3.2. Caracterización del medio abiótico
9	INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO – IDIGER-	Solicitud de la información de microzonificación sísmica de la Localidad de Chapinero y Barrios Unidos y monitoreo de vibraciones, predios con concepto de amenaza ruina, información	3/10/2022	20/10/2022	Capítulo 3 3.2. Caracterización del medio abiótico

ÍTEM	ENTIDAD	ASUNTO	FECHA DE RADICADO	FECHA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÒN	CAPITULO DEL EIA QUE VINCULA LA INFORMACIÓN
		geotécnica de la localidad y acciones realizadas en las fuentes hídrica de las Localidad.			Capítulo 9. Plan de Gestión del Riesgo
10	JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ JBB	Solicitud de información actualizada de la arborización existente de acuerdo con los proyectos en mantenimiento por la oficina de arborización urbana, en las localidades, plan local de arborización urbana de las localidades y árboles existentes en los barrios del área de influencia, con las variables del SIGAU, toda vez que no ha sido posible obtenerlas directamente desde la plataforma.	3/10/2022	20/10/2022	Capítulo 3 3.2. Caracterización del medio abiótico
11	SECRETARÍA DISTRITAL DE EDUCACIÓN	Solicitud de las características de la prestación del servicio de educación y características de población presente en la Localidad, en los barrios que hacen parte del área de influencia del proyecto.	3/10/2022	24/11/2022	Capítulo 3. 3.2. Caracterización del medio Socioeconómico
12	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. - CAR -	Solicitud de información sobre proveedores autorizados y licenciados de materiales de construcción, así como sitios de disposición final.	08/10/2022	No entregado	Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales
13	INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO – IDU-	Solicitud de proyectos en ejecución y proyectos futuros y proveedores autorizados de materiales de construcción.	3/10/2022	20/10/2022	Capítulo 3. 3.2. Caracterización del medio Socioeconómico
14	INSTITUTO DISTRITAL DE	Solicitud de infraestructura de uso recreativo y deportivo	3/10/2022	6/12/2022	Capítulo 3. 3.2.

ÍTEM	ENTIDAD	ASUNTO	FECHA DE RADICADO	FECHA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÒN	CAPITULO DEL EIA QUE VINCULA LA INFORMACIÓN
	RECREACIÓN Y DEPORTE –IDRD-	existente en las unidades territoriales de influencia.			Caracterización del medio Socioeconómico

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S. 2022.

La recolección de información primaria en campo para la elaboración del estudio se realiza en las unidades territoriales aledañas al proyecto. Este trabajo de campo incluyó, entre otros, las entrevistas con la comunidad, inventarios de flora, avistamiento de fauna y reconocimiento del territorio, con el fin de consolidar la línea base del área de interés.

Tabla 4 – Trabajos de campo ejecutados

ACTIVIDADES EJECUTADAS	TRABAJOS DE CAMPO	FECHA
Salida de Pre campo	Se realiza una salida de reconocimiento de campo en el área del proyecto con los profesionales sociales y bióticos.	2/11/2022
Salida de Campo Biótico	Se realiza la observación de la fauna en horario diurno y nocturno asociada al área de influencia del medio biótico, así como las entrevistas a la comunidad (Metodología para fauna). Se realiza el inventario forestal al 100% dentro del área de influencia del medio biótico.	4/11/2022
Salida de Campo Social	Se realiza un recorrido del área social para el levantamiento de infraestructura social. Se realiza el levantamiento de la información necesaria para la caracterización de las comunidades étnicas en el área de influencia socioeconómica del Proyecto.	2/11/2022
Salida de Campo Geosférico	Se realiza recorrido en el área de influencia del medio abiótico con el fin de la identificación y delimitación del área de influencia para el componente Geosférico e Hidrológico. Se realiza una inspección de las áreas en las que se llevarían a cabos los SEV's requeridos.	4/11/2022

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S. 2022.

2.1.3 Grado de incertidumbre y calidad de la información

El Estudio de Impacto Ambiental, como documento para la toma de decisiones en pro de la mitigación, minimización y/o compensación de posibles impactos, requirió que la información tuviera la posibilidad de brindar la calidad suficiente, con el fin de lograr que estas decisiones se adopten y entreguen los mejores resultados para el conjunto de la sociedad.

La calidad medida en función de múltiples atributos, siendo los más relevantes en el ámbito de los estudios ambientales los siguientes: i) Pertinencia y relevancia; ii) Precisión; iii) Oportunidad; iv)

Interpretabilidad; v) Coherencia; vi) Comparabilidad, y; vii) Transparencia y confiabilidad, las cuales se describen a continuación:

i. Pertinencia y relevancia. Se entrega la información útil para describir y conocer las condiciones ambientales y las características del Proyecto, con el fin de identificar y valorar los impactos ambientales y el uso de servicios ecosistémicos, establecer zonas homogéneas y definir planes y programas de manejo ambiental.

ii. Precisión. Se establece el grado con el que la información logra describir de forma correcta las cantidades, características que se requieren para la identificación de impactos y su evaluación;

iii. Oportunidad. Se utiliza la información más actualizada incluyendo información secundaria de las diferentes entidades, en el año más próximo al 2023 o del mismo año, y otra información primaria obtenida en el mismo período del estudio.

iv. Interpretabilidad. Se realiza el estudio con un lenguaje entendible, el cual permite que la información se pueda utilizar y analizar. Los cuadros, tablas, gráficos, figuras, esquemas, mapas, fotografías y demás medios de representación de la información, tienen colores, tamaños de textos y distribución de elementos que permiten su lectura y fácil comprensión.

v. Coherencia. Se trabaja sobre el documento verificando la inexistencia de contradicciones entre conceptos, métodos y la información que se genera con los mismos.

vi. Comparabilidad. Se utiliza, de acuerdo con los conceptos aplicados y al uso de clasificaciones, nomenclaturas y métodos estandarizados, que permita la comparación de la información que se utiliza o se genera, en términos espaciales y temporales.

vii. Transparencia y confiabilidad. Es el grado con que fue generada la información y, por tanto, si es posible fiarse de la misma. Los metadatos y otros tipos de documentación constituyen un referente para valorar este atributo. Para este caso se refiere al grado de incertidumbre que genera la misma.

La información presentada en el Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Construcción de Subestación Receptora SER 3 y Línea de Transmisión a 115 kV proviene de fuentes primarias y secundarias totalmente oficiales y confiables, cubriendo en su totalidad el área a licenciar y su área de

influencia, con algunos trabajos de campo para el levantamiento actual de la información primaria y consulta de la información oficial a las Entidades correspondientes.

Se realizan reuniones y talleres participativos con participación de líderes de la comunidad, representantes de organizaciones sociales, ambientales y autoridades del área de influencia del proyecto, logrando así conocer e incorporar en el estudio, sus opiniones, preocupaciones y sugerencias.

2.1.4 Descripción general de los capítulos del estudio

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se realiza a partir de los Términos de Referencia para La Elaboración del Estudio De Impacto Ambiental – Proyectos De Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica Tdr-17 2018 y la Metodología para Estudios Ambientales 2018 del MADS, cuya estructura general se presenta en la Tabla 5.

Para mayor claridad en los términos utilizados, se puede ver en la ruta Anexos\AnexoA_Glosario_Bibliografía, el documento con las fuentes y glosario de términos importantes.

Tabla 5 – Descripción del Contenido del Estudio

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN
Resumen Ejecutivo	Síntesis del documento del Estudio de Impacto Ambiental, donde se presentan las características técnicas del Proyecto, la caracterización y diagnóstico del área, las necesidades de aprovechamiento de recursos naturales, la identificación de los impactos ambientales y evaluación económica, los resultados de la zonificación de manejo ambiental, las acciones del plan de manejo ambiental que incluyen los costos aproximados y los cronogramas de ejecución de cada una de las fichas estructuradas, el programa de seguimiento y monitoreo y los planes de contingencia, abandono.
Capítulo 1. Objetivos Capítulo 2. Generalidades	Contiene la introducción, objetivos, antecedentes, justificación, alcances del proyecto y marco normativo; el alcance del Estudio de Impacto Ambiental; y la metodología utilizada para la elaboración del estudio. Contiene y describe de forma detallada el objetivo general del proyecto, se indican las actividades que se deben lograr para el cumplimiento de los objetivos específicos que encierran el alcance planteado para el proyecto.
Capítulo 3. Descripción del proyecto	Hace referencia a la localización del proyecto y las características técnicas de las actividades propias de la construcción de la Subestación y las líneas asociadas, dentro de las cuales se mencionan la construcción de la subestación, el establecimiento de la línea de transmisión tendido de cableado, acciones de operación de la subestación y del sistema de transmisión y el posterior desmantelamiento y restauración, la estructura organizacional, el cronograma de ejecución, la tecnología, maquinaria y equipos a utilizar, la descripción de recursos técnicos y humanos, los procesos y procedimientos y las necesidades de recursos naturales.

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN
Capítulo 4. Áreas de Influencia Capítulo 5. Caracterización del Área de Influencia	El capítulo 4 presenta la definición, identificación y delimitación del área de influencia, de acuerdo con la nueva metodología y con la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia de 2018 del ANLA, donde se realiza el análisis por fase de cada uno de los componentes y la definición de las áreas de influencia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. El capítulo 5 presenta la descripción de las características actuales del medio ambiente en las áreas de influencia para cada uno de los medios; abiótico (geología, geomorfología, geotecnia, suelos, hidrología, hidrogeología, calidad y uso del agua, clima, calidad de aire y ruido), biótico (flora, fauna y ecosistemas terrestres) y socioeconómico (lineamientos de participación social, demografía, economía, infraestructura y servicios públicos, tendencias de desarrollo, actores sociales y arqueología); adicionalmente se efectuará la descripción del paisaje. Este capítulo contiene un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de realizar la zonificación ambiental, a partir de la importancia o significancia ambiental del área, en su condición sin proyecto. La determinación de la importancia se realiza a partir de la evaluación de los elementos identificados en la caracterización y la aptitud física del terreno.
Capítulo 6. Zonificación Ambiental	Este capítulo busca establecer la definición de la sensibilidad ambiental del área, partiendo de las cualidades del medio donde se consideran aspectos de los componentes del ambiente que podrían ser objeto de una posible afectación, es un proceso de determinación de áreas con uno o más elementos homogéneos, que permiten identificar medidas, acciones o generar lineamientos para las intervenciones o el manejo que se pretenda dar a las mismas.
Capítulo 7. Demanda, Uso y Aprovechamiento de recursos naturales	Este capítulo contiene la descripción del tipo y cantidad de recursos naturales requeridos para ser aprovechados, usados o afectados durante el desarrollo del proyecto. Al respecto se relacionará la información de Materiales de Construcción, que aplica al proyecto.
Capítulo 8. Evaluación ambiental	Identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente se desarrollan en dos (2) escenarios: el primero con el proyecto actual que para el caso es sin Proyecto, analizando el estado en cual se encuentra y las tendencias que se detectan con el normal desarrollo de las actividades en el área; y el segundo con la construcción de la subestación y su línea asociada es decir con Proyecto, evaluando los impactos y efectos que, tanto potencial como realmente, se pueden generar con el desarrollo de las actividades propias para el desarrollo del mismo. Incluye la identificación y evaluación de impactos ambientales acumulativos. A partir de los resultados obtenidos en la evaluación ambiental de impactos, se realizará el análisis económico del proyecto, estableciendo el costo de este, en función de las intervenciones y beneficios ambientales derivados de las actividades proyectadas.
Capítulo 9. Zonificación de Manejo Ambiental del Proyecto	Con base en la zonificación ambiental y teniendo en cuenta la evaluación de impactos, se debe determinar la zonificación de manejo ambiental teniendo en cuenta áreas definidas para tal fin.

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN
Capítulo 10. Planes y Programas 10.1 Plan de Manejo Ambiental	Programas y proyectos para cada uno de los componentes ambientales (abiótico, biótico y socioeconómico), con el fin de proporcionar el adecuado manejo y control ambiental a dichos impactos, iniciando con la prevención, mitigación, corrección y/o compensación de aquellos que se puedan generar con las actividades requeridas para el desarrollo del proyecto.
Capítulo 10. Planes y Programas Capítulo 10.2 Plan de seguimiento y monitoreo del proyecto	Presenta los mecanismos y acciones a emplear de seguimiento, control y monitoreo, que permitan, durante la ejecución del Proyecto, verificar la aplicación, eficacia y efectividad de las medidas de control y manejo, adoptadas en el plan de manejo ambiental y el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.
Capítulo 11. Plan de Gestión del Riesgo	Identificación de riesgos, amenazas y vulnerabilidad de los elementos del entorno frente a las actividades del proyecto y posibles eventos generadores de emergencias; con el fin de definir medidas de planeación y prevención requeridas para el control.
Capítulo 12. Plan de Desmantelamiento y Abandono	Medidas de manejo propuestas durante la etapa de desmantelamiento una vez finalizada la vida útil del proyecto.
Capítulo 11. Plan de Inversión del 1%	Se realiza la justificación del porqué no aplica para el proyecto.
Plan de Compensación por Pérdida de la Biodiversidad	No Aplica.
ANEXOS	Cartografía, soportes del EIA (para el desarrollo del medio biótico, abiótico y socioeconómico, que sirven de base para el desarrollo del EIA: resultados de laboratorio; actas de socialización; certificaciones; comunicaciones interinstitucionales dirigidas al Ministerio del Interior, Alcaldías, etc.; matrices; tablas de procesamiento de información base; modelamientos; etc.). Anexo A – Glosario y Bibliografía Anexo B – Aspectos Legales Anexo C – Informes de Laboratorio Anexo D – Aspectos Abióticos Anexo E – Aspectos Bióticos Anexo F – Aspectos Socioeconómicos Anexo G – Aspectos Técnicos Anexo H – Evaluación Ambiental Anexo I – Plan de Seguimiento Anexo J – Plan de Gestión del Riesgo Anexo K – Evaluación Económica Anexo L – Cartografía

<table>
<tr><th>CAPÍTULO</th><th>DESCRIPCIÓN</th></tr>
<tr><td>ANEXO CARTOGRÁFICO</td><td>El anexo cartográfico comprende la cartografía base y temática elaborada para el área de influencia del estudio, a partir de los temas desarrollados y lo solicitado en los términos de referencia para tendido de líneas de transmisión:
<table>
<tr><td>Mapa 1 LOCALIZACIÓN GENERAL</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 2 ÁREAS DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 3 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 4 GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 5 ESTABILIDAD_GEOTÉCNICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 6 USO ACTUAL DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 7 USO POTENCIAL DEL SUELO ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 8 CLIMA DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 9 HIDROLOGIA DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 10 HIDROGEOLOGIA DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 11 COBERTURA_TIERRA DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 12 PUNTOS_MONITOREO DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 13 CALIDAD DEL AIRE DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 14 RUIDO DEL AREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 15 CONDICIONES SOCIOECONOMICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 16 RIESGOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 17 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Mapa 18 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>Base cartográfica CTA</td><td>1:10.000</td></tr>
<tr><td>BASE DE DATOS y METADATOS</td><td></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S. 2022.

2.2 ANTECEDENTES

La construcción de la Subestación Receptora 1 se presenta bajos los estudios y proyectos relacionados a la Primera Línea del Metro de Bogotá, inicialmente el primer estudio de viabilidad y diseño de transporte público masivo Metro se presentó en el año de 1981, lo llevó a cabo la empresa Ineco Sofretu Consultorías y Sistemas, en él se determinó una línea prioritaria de 21,2 km de longitud con 23 estaciones; en ésta el 35 % del trazado era en superficie y el restante en subterráneo. Posteriormente, en 1996, con el financiamiento de la Cooperación Técnica Internacional del Gobierno de Japón (JICA),

en la elaboración del Plan Maestro de Transporte Urbano de Bogotá D.C. se recomendó la implantación de un sistema integrado de transporte masivo para mejorar las condiciones de transporte de la ciudad. Es así que la nación y el Distrito, en el año 1996 acordaron desarrollar un estudio conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de la Sabana de Bogotá con dimensionamiento urbano, arquitectónico, ambiental, técnico, económico, entre otras, en el corredor que se considerara óptimo para dicha implementación; aquel estudio fue desarrollado por las empresas Ingetec– Bechetel– Systra, en él se presentaron los prediseños y la evaluación económica, ambiental, urbana y financiera de la primera línea del metro. Dentro de los estudios contratados se encuentran la actualización de la demanda del sistema integrado de transporte público y colectivo de Bogotá D.C., el Estudio de Impacto Ambiental y la estructuración técnica, legal y financiera desde el punto de vista urbano y arquitectónico.

La administración distrital, a finales de la década de los 90, suspendió la ejecución del proyecto y direccionó los recursos del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) a la adecuación del componente flexible (Sistema Transmilenio–BRT), este cambio fue aprobado por el Concejo Distrital en el Acuerdo No. 42 de 1999. Posteriormente, en el año 2006 mediante el Decreto 319, se establece el requerimiento para Bogotá Distrito Capital de un: “Plan Maestro de Movilidad, orientado a lograr un transporte urbano regional integrado, eficiente, competitivo y ambientalmente sostenible, en operación sobre una red jerarquizada que regule el tráfico en función de los modos de transporte que la utilicen, incluido el ordenamiento de estacionamientos, esto con el fin de corregir los problemas presentes de movilidad”.

Teniendo en cuenta el Modelo de Ordenamiento de la ciudad, el Plan Maestro de Movilidad y el Decreto No 319 de 2006 nombrados anteriormente, en el año 2008 se decidió iniciar de nuevo la construcción de la primera línea del metro. Por solicitud del gobierno distrital, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo apoyaron la financiación y definición de los términos de referencia para el estudio del diseño conceptual; así mismo, participaron en el estudio del diseño básico avanzado de la Primera Línea del Metro de Bogotá D.C. a través de un préstamo aprobado por el CONPES 3524 del 11 de junio de 2008.

Adicionalmente, se suscribió el contrato entre la Secretaría Distrital de Movilidad y la Unión Temporal Grupo Consultor Primera Línea del Metro (UT GC PLM), conformado por Sener Ingeniería y Sistemas S.A. (empresa líder), Alg Advanced Logistic Group S.A., TMB Transporte Metropolitano de Barcelona, Incoplan S.A. Colombia, Santander Investment Valores Colombia S.A. Comisionista de Bolsa, y J&A Garrigues S.L.P. el 14 de noviembre de 2008; a partir de dicho contrato, se realizó el diseño conceptual de la red de transporte masivo Metro, el diseño operacional, así como el dimensionamiento legal y financiero de la Primera Línea del Metro en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de la ciudad de Bogotá, que entre otros aspectos y mediante un análisis de alternativas multicriterio, evaluó las distintas posibilidades de conexión de la red de transporte teniendo en cuenta el escenario de aquel entonces, sin proyecto, y en caso de que no se llevara a cabo el Metro en la ciudad.

A partir del Decreto 309 de 2009 se adopta para Bogotá el Sistema Integrado de Transporte Público, que regula entre otros la operación del SITP, el esquema empresarial, la democratización y la prestación

del servicio, el sistema integrado de recaudo, el control y la información, el servicio al usuario, la gradualidad y las tarifas. En este mismo año se inició el diseño conceptual del Metro de Bogotá anteriormente mencionado, con el desarrollo de la Etapa 1 (Línea base de diagnóstico y definición de escenarios), Etapa 2 (Evaluación de alternativas y prioridad de implementación), Etapa 3 (Diseño operacional de la PLM), y la Etapa 4 (Notas técnicas y análisis del impacto, riesgo y beneficios). También, mediante el documento CONPES 3677 de 2010 se define la PLMB dentro del Programa de Movilidad Integral para la Región Capital Bogotá, que así mismo precisa las reglas y el compromiso económico de la nación a través del Gobierno Nacional para la financiación de dicho programa.

El Banco Mundial, mediante un comunicado emitido el 11 de mayo de 2011 manifestó el seguimiento realizado por este organismo multilateral al estudio conceptual previo; de esta manera se estableció cuál debía ser la primera línea según los términos de referencia, y se afirmó la aprobación de esta entidad a los estudios realizados por la Unión Temporal Grupo Consultor Primera Línea del Metro (UT GC PLM). Posteriormente, el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá, período 2012–2016, incluyó como proyecto prioritario y eje estructurador la construcción e integración de la red férrea al sistema de transporte público. Adicionalmente, mediante Contrato No. IDU 849 del 9 de mayo de 2013 suscrito con el Consorcio L1 (integrado por Euroestudios SL, Idom Ingeniería y Consultoría S.A. y Cano Jiménez Estudios S.A.) se contrató el diseño de la Primera Línea del Metro en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público–SITP para Bogotá D.C., que modifica el trazado entre la Av. 68 y San Victorino por medio de un estudio de alternativas que identificó una opción de trazado por la Calle 8, la Calle 1, y también define la tipología subterránea para todo su recorrido.

Posterior a esto, mediante el Decreto 577 de 2013 se anuncia el proyecto “por medio del cual se modifica el Decreto 398 de 2009, para precisar y adoptar el trazado general del proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá–PLMB– en el marco del Sistema Integrado de Transporte – SITP de Bogotá D.C.

El 30 de diciembre de 2013, el IDU y IV Ingenieros Consultores Sucursal Colombia suscribieron el contrato No. IDU–2226 de 2013 con el fin de realizar la consultoría del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción y operación de la Primera Línea del Metro, de las estaciones, patios y talleres, en el marco del SITP de Bogotá D.C. Adicionalmente, el IDU suscribió el Convenio Interadministrativo N. o 1880 de 26 de diciembre de 2014 con la Financiera de Desarrollo Nacional S.A., para la estructuración de las dos (2) fases subsecuentes de la etapa inicial (“Diseño de la Transacción” y “Estructuración Integral”). Es importante tener en cuenta que mediante el Convenio Interadministrativo No. 1917 de 2014, el IDU, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de los Andes (Convenio de Asociación N. o 1917 de 2014) aunaron esfuerzos de carácter técnico, humano, administrativo y financiero destinados a la generación de insumos para la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá D.C. (PLMB) en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público–SITP. En adición, el 7 de octubre de 2014, a través del Decreto 425 de 2014 “se adiciona el Decreto Distrital 577 de 2013, con el fin de anunciar la implementación del Ramal Técnico de Conexión al trazado del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá D.C.” en el marco del Sistema Integrado de Transporte (SITP) de Bogotá, D.C.

En 2016, la empresa Systra realizó un estudio comparativo de alternativas1 para optimizar el trazado; como resultado de dicho estudio, se modificó el trazado de la PLMB en el tramo norte y cambió la tipología de subterránea a elevada. Por otra parte, en el año 2016, mediante El Acuerdo 642 de 2016 autorizó la creación de la empresa Metro de Bogotá, S.A., la cual se constituyó como una sociedad por acciones de orden distrital que opera como empresa industrial y comercial del Estado. Esta Empresa deberá realizar la planeación, estructuración, construcción, operación, explotación y mantenimiento de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, así como la adquisición, operación, explotación, mantenimiento, y administración del material rodante.

En 2017, mediante el documento CONPES 3882 de ese año se declara el apoyo del Gobierno Nacional para optimizar el proyecto y ajustarlo al presupuesto disponible. En consecuencia, se estableció el Contrato 02 de 2017 Primera Línea del Metro de Bogotá (Convenio Interadministrativo N. o 1880 de 2014) celebrado entre la Financiera de Desarrollo Nacional S.A. y el CONSORCIO METRO BOG, integrado por la Sociedad Colombiana Ingenieros Consultores Civiles y Eléctricos S.A. Ingetec S.A. y la sociedad francesa Systra, con el objeto de generar la estructura técnica del Tramo 1 de la Línea de Metro de Bogotá. El 9 de noviembre de 2017 se firma el Convenio Nación–Distrito, que establece los montos de financiación de cada una de las partes para la construcción y operación de la Primera Línea del Metro de Bogotá. Por Ultimo, el 20 de octubre de 2020, la Empresa Metro de Bogotá (EMB) y el Concesionario METRO LÍNEA 1 SAS (ML1), suscribieron el Contrato de Concesión No. 163 de 2019 para la construcción, operación y mantenimiento de la Primera Línea del Metro de Bogotá D.C. (PLMB), quien, dentro de sus alcances contractuales, debe ejecutar y dar alcance a lo que respecta con las actividades de construcción de la fase previa de la PLMB (Intercambiador Vial de la Calle 72; Traslado, Protección, Reubicación y/o Gestión de Redes; Construcción de los Puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 y las obras del Patio Taller). Otro de los alcances contractuales responde a la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB, así como obtener las licencias y permisos ambientales a que haya lugar para la ejecución del proyecto.

En el año 2022 se presenta la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de la Primera Línea del Metro de Bogotá, con el objeto de retomar lo analizado en el estudio preliminar de 2019 y presentar los diseños definitivos para la Primera Línea del Metro, así como los impactos y manejos ambientales y sociales para la construcción de la misma.

El sistema de Metro está planificado para ser un proyecto sostenible y completamente eléctrico, para abastecimiento y funcionamiento se ha planificado la conexión al servicio público de energía de Bogotá administrado por ENEL Colombia S.A. ESP, considerando las subestaciones más cercanas al trazado proyectado para la primera línea de metro de Bogotá (PLMB), se han seleccionado tres sub estaciones eléctricas de alta tensión pertenecientes a ENEL Colombia S.A. ESP, la interconexión da alcance a la línea de transmisión y correspondiente Subestación Receptora la cual recepcionara línea a 115KV y dará transformación a media tensión a 34.5 KV para alimentar el sistema metro, la primera de estas subestaciones eléctricas se encuentra ubicada en el patio taller, la segunda ubicada en sobre la calle primera con troncal Carracas y la tercera se encuentra ubicada en la en la carrera 15 con calle 67, particularmente es de interés de este estudio la subestación eléctrica de la Calle Primera cual cuenta

con licencia ambiental otorgada por la secretaria distrital de ambiente SDA por medio de la resolución 02745 de 2020. La cual dará el suministro de 115KV a la sub estación receptora SER 2 los pormenores técnicos, ambientales, socioeconómicos y financieros del mencionado proyecto construcción de infraestructura eléctrica y conexionado se describen en el presente estudio de impacto ambiental (EIA).

Entre los diseños definitivos para la elaboración de la PLMB se presentan los trabajos de infraestructura previos, donde son requeridas las obras para garantizar la energización de las estaciones y zonas de mantenimiento, la empresa WSP es la encargada de presentar los Diseños Técnicos de la Subestaciones Receptoras que contiene: información de aisladores, bancos y cargadores de baterías, cable AT, Celdas Mt, diagramas unifilares, GIS 115 kV, ingeniería básica de la subestación y la línea de transmisión, especificaciones de equipos, pararrayos, trasformador de auxiliares y transformador de potencia.

2.2.1 Superposición de Licencias

Con el fin de identificar la superposición de las licencias con el área donde se construirá la Subestación Receptora SER 3 y su Línea de Transmisión a 115 kV, se realizó la consulta ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambiental ANLA y la Secretaria Distrital de Ambiente SDA de proyectos que cuentan con licencia ambiental en el la superposición del área del proyecto.

En la Tabla 6 se presentan los trámites necesarios para la ejecución del proyecto.

Tabla 6 – Trámites ante Entidades

ENTIDAD	CONSULTA	FECHA DE RADICADO	FECHA DE RESPUESTA	CONCEPTO
MINISTERIO DEL INTERIOR	Solicitud Certificación de Presencia o no de grupo étnicos en el área de estudio del proyecto.	17/11/2022	No entregado	
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE – SDA-	Consulta de existencia de áreas de la Estructura Ecológica Principal.	01/11/2022	15/12/2022	Finalmente, también se concluye que los barrios Chapinero Central, Chapinero Norte y La Esperanza son jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente y NO cuenta con elementos que se hayan constituido de la Estructura Ecológica Principal y/o Determinantes Ambientales. (Pag 39 Rad. 2022EE322569)
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE – SDA-	Consulta de superposición de licencias ambientales sobre el área a licenciar.	01/11/2022	No entregado	
AUTORIDAD NACIONAL DE	Solicitud de información sobre	03/11/2022	24/11/2022	Una vez consultado el Sistema de Información de Licencias Ambientales

ENTIDAD	CONSULTA	FECHA DE RADICADO	FECHA DE RESPUESTA	CONCEPTO
LICENCIAS AMBIENTALES-ANLA	proyectos licenciados en el área de estudio. Superposición de licencias.			– SILA y la base cartográfica de la ANLA, con corte de noviembre de 2022, esta Autoridad verificó los proyectos, obras y/o actividades en evaluación y licenciados, que cuentan con licencia ambiental o establecimiento del Plan de Manejo Ambiental en el área de influencia del proyecto "Subestación Eléctrica Receptora – SER 3 y su Línea De Trasmisión A 115 kV", encontrando que con el polígono de su interés, adjunto en su petición, no se superpone proyectos, obras y/o actividades en competencia de ANLA.
SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN	Solicitud de Certificado de Usos de Suelos.	02/11/2022	No entregado	

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S. 2022.

2.2.2 Estudios e investigaciones previas

Con el fin de dar trámite a condiciones necesarias para llevar a cabo el proyecto de Construcción de la Subestación Receptora 3 y Línea de Transmisión a 115 kV, se han elaborado los estudios y documentos que se relacionan a continuación:

- Estudios Técnicos de la Subestaciones Receptoras que contiene: información de aisladores, bancos y cargadores de baterías, cable AT, Celdas Mt, diagramas unifilares, GIS 115 kV, ingeniería básica de la subestación y la línea de transmisión, especificaciones de equipos, pararrayos, trasformador de auxiliares y transformador de potencia. Realizado por la empresa WSP, 2022.
- Actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB). Realizado por el consorcio Metro Línea 1, 2022.

2.2.3 Marco normativo

El desarrollo del Estudio del Impacto Ambiental se elabora dando cumplimiento al marco de la normatividad ambiental nacional vigente, en el cual se articulan Leyes, Decretos, Resoluciones, Políticas Ambientales, Reglamentos y Acuerdos vigentes que deben ser considerados para la ejecución del proyecto. En la Tabla 7 y Tabla 8 se presenta el marco legal vigente y aplicable a este tipo de proyectos.

Tabla 7 – Normatividad ambiental

NORMAS AMBIENTALES		
TIPO DE LEGISLACION	**TITULO**	**ENTIDAD EMISORA**
Constitución Política Nacional		
Constitución Política de Colombia de 1991	Constitución Política de Colombia.	Asamblea Nacional Constituyente de 1991
Leyes		
Ley 23 de 1973	Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo. Otorgó facultades al presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.	Congreso de Colombia
Ley 09 de 1979	Dicta medidas sanitarias.	Congreso de Colombia
Ley 56 de 1981	Dicta normas sobre obras públicas de generación eléctrica, transmisión de energía eléctrica, acueductos, sistema de regadío, entre otras y regula las exploraciones y servidumbres de los bienes afectados por tales obras.	Congreso de Colombia
Ley 140 de 1994	Por la cual se reglamenta la Publicidad Exterior Visual en el territorio nacional.	Congreso Nacional de Colombia
Ley 397 de 1997	Por la cual se desarrollan los artículos 70, 71 y 72 y demás artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias.	Congreso de Colombia
Ley 388 de 1997	Ordenamiento Territorial. Definición de estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de los objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales.	Congreso de Colombia
Ley 1252 de 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.	Congreso de Colombia
Ley 1259 de 2008	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.	Congreso de Colombia
Ley 1185 de 2008	Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 – Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones.	Congreso de Colombia
Ley 1333 de 2009	Por el cual se crea el procedimiento sancionatorio ambiental	Congreso de Colombia
Ley 1672 de 2013	Expide los lineamientos para adoptar la política de la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en Colombia.	Congreso de Colombia
Ley 1972 de 2019	Reglamenta las medidas tendientes a reducir las emisiones contaminantes en el aire provenientes de fuentes móviles que circulen en Colombia.	Congreso de Colombia

NORMAS AMBIENTALES		
TIPO DE LEGISLACION	**TITULO**	**ENTIDAD EMISORA**
Decreto -Ley		
Decreto – Ley 2811 de 1974	Establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Presidencia de la República
Decretos		
Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, el Decreto – Ley 2811 de 1974, la Ley 9 de 1979 y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.	Presidencia de la República
Decreto 2107 de 1995	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.	Presidencia de la República
Decreto 357 de 1997	Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción.	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C
Decreto 959 de 2000	Por el cual se compilan los textos del Acuerdo 01 de 1998 y del Acuerdo 12 de 2000, los cuales reglamentan la publicidad Exterior Visual en el Distrito Capital de Bogotá.	Alcaldía Mayor de Bogotá
Decreto 1609 de 2020	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.	Presidencia de la República
Decreto 555 del 2021	Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá	Alcaldía Mayor de Bogotá
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.	Presidencia de la República
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	Presidente de la República
Decreto 979 de 2006	Por el cual se modifican los artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. En temas de calidad de aire.	Presidencia de la República
Decreto 330 de 2007	Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005.	Presidencia de la República
Decreto 1299 de 2008	Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones.	Presidente de la República
Decreto 763 de 2009	Por medio del cual se reglamenta parcialmente las leyes 814 de 2003 y 397 de 1997, modificada por medio de la ley 1185 de 2008.	Ministerio de Cultura
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –	Presidencia de la República

NORMAS AMBIENTALES		
TIPO DE LEGISLACION	**TITULO**	**ENTIDAD EMISORA**
	Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	
Decreto 4728 de 2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010, frente al tema de vertimientos de aguas superficiales, a los sistemas de alcantarillado público.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Decreto 3016 de 2013	"Por el cual se reglamenta el permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales".	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Decreto 2041 de 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Decreto 586 de 2015	Por medio del cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los Residuos de Construcción y Demolición – RCD en Bogotá D.C.	Alcaldía Mayor de Bogotá
Decreto 1076 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo sostenible.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Decreto 2157 de diciembre 20 de 2017	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012.	Departamento Administrativo de la Presidencia de la República
Decreto 284 de 2018	Reglamenta la gestión integral que se deben dar a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos más conocidos como RAAE, para prevenir y minimizar los impactos adversos al ambiente.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Decreto 383 de 2018	Por medio del cual se modifica y adiciona el Decreto Distrital 531 de 2010 y se toman otras determinaciones.	Alcaldía Mayor de Bogotá.
Resoluciones		
Resolución 8321 de 1983	Por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición, de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. Establece los niveles sonoros máximos permisibles discriminados en zonas residencial, comercial, industrial y de tranquilidad.	Ministerio de Salud
Resolución 2309 de 1986	Dicta normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la Parte 4 del Libro 1 del Decreto – Ley número 2811 de 1974 y de los Títulos I, III y XI de la Ley 9 de 1979, en cuanto a Residuos Especiales. Modificada por la Resolución 5916 de 1994 'Por la cual se suprime un procedimiento en materia de Residuos Sólidos Especiales, artículos 67, 68, 69, 70 y 76.	Ministerio de Salud

NORMAS AMBIENTALES		
TIPO DE LEGISLACION	**TITULO**	**ENTIDAD EMISORA**
Resolución 1792 de 1990	Por medio de la cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.	Ministerio de trabajo y seguridad social Ministerio de salud
Resolución 541 de 1994	Regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 1188 de 2003	Por la cual se adopta el manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital.	Departamento Técnico Administrativo Del Medio Ambiente - Dama
Resolución 1023 de 2005	Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 1402 de 2006	Reglamenta aspectos del Decreto 4741 de 2005 frente a los residuos o desechos peligroso en Colombia.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 601 de 2006	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Determina los parámetros para medición del ruido ambiental estableciendo zonificación y horarios respectivos.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 1362 de 2007	Establece el procedimiento para el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 931 de 2008	Por la cual se reglamenta el procedimiento para el registro, el desmonte de elementos de publicidad exterior visual y el procedimiento sancionatorio correspondiente en el Distrito Capital.	Secretaria Distrital de Ambiente
Resolución 5572 de 2009	Por el cual se regulan las características y condiciones técnicas para la fijación o instalación de publicidad exterior visual en vehículos automotores, distintos a los de servicio público y se toman otras determinaciones.	Secretaria Distrital de Ambiente
Resolución 1511 de 2010	Por el cual se establece los sistemas de recolección electiva y gestión ambiental de residuos de bombillas y se adoptan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 610 de 2010	Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 627 de 2010	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

NORMAS AMBIENTALES		
TIPO DE LEGISLACION	**TITULO**	**ENTIDAD EMISORA**
Resolución 2154 de 2010	Modifica la Resolución 650 de 2010. Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 307 de 2012	Por el cual se aprueba un sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de bombillas.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 3768 de 2013	Establecer las condiciones que deben cumplir los centros de diagnóstico automotor para su habilitación, autorización y funcionamiento y legalmente los procedimientos a cumplir en las revisiones técnico – mecánicas que se realicen a los vehículos.	Ministerio de Transporte
Resolución 2041 de 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 Sobre licencias ambientales".	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 1111 de 2013	Modifica la Resolución 910 de 2008 sobre los niveles permisibles de emisión de contaminantes.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 2659 de 2015	Modifica el artículo 21 de la Resolución 631 de 2015, donde amplia la vigencia a partir del 1 de enero de 2016 sobre los permisos de vertimientos no domésticos al alcantarillado público.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 932 de 2015	Por La cual se modifica y adiciona la Resolución 1115 de 2012, que adopta los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital, en relación con obligaciones de los grandes generadores y poseedores de los residuos de construcción y demolición -RCD, requisitos del plan de gestión, sanción por disposición ilegal y anexo de formularios.	Secretaría Distrital de Ambiente
Resolución 2182 de 2016	Por la cual se modifica y consolida el modelo de almacenamiento geográfico contenido en la metodología general para la presentación de estudios ambientales y en el manual de seguimiento ambiental de proyectos.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución CRA 80 de 2017	Establecer la opción de medir los vertimientos domiciliarios de alcantarillado el cual aplica para las personas prestadoras de servicios públicos y usuarios.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 2254 de 2017	Reglamenta la normatividad ambiental sobre la calidad del aire o nivel de inmisión y disposiciones para la gestión del recurso aire en Colombia, para garantizar un	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

NORMAS AMBIENTALES		
TIPO DE LEGISLACION	**TITULO**	**ENTIDAD EMISORA**
	ambiente sano y minimizar el riesgo sobre la salud humana.	
Resolución 472 de 2017	Por medio de la cual reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición –RCD.	Alcaldía Mayor de Bogotá
Resolución 2246 de 2017	Modifica el artículo 10 de la Resolución 1297 de 2010, la cual establece los indicadores de gestión del aprovechamiento o valoración de los RAEE para la presentación de los informes anuales de avance.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 2254 de 2017	Por el cual se adopta la norma de calidad de aire ambiental y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 075 de 2018	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, para proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica y se toman otras determinaciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 1402 de 2018	Por la cual se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 1407 de 2018	Expide la reglamentación sobre la gestión ambiental que se debe dar a los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal en Colombia.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fuente: CPA Ingeniería S.A.S., 2022

Tabla 8 – Normatividad del sector eléctrico

NORMATIVIDAD		
TIPO DE LEGISLACION	**TITULO**	**ENTIDAD EMISORA**
Leyes		
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	Congreso de Colombia
Ley 143 de 1994	Establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional. Exige además la incorporación de la variable ambiental en las decisiones que se adopten en materia energética. Reglamentada por el Decreto Nacional 847 de 2001, Reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 549 de 2007, en relación con la contribución de solidaridad en la autogeneración.	Congreso de Colombia
Ley 689 de 2001	Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.	Congreso de Colombia
Ley 1151 de 2007	Por la que se mantiene vigente el Art 18 de la Ley 143 de 1994.	Congreso de Colombia
Resoluciones		

NORMATIVIDAD		
TIPO DE LEGISLACION	**TITULO**	**ENTIDAD EMISORA**
Resolución 025 de 1995	Por la cual se establece el Código de Redes, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 216 de 1997	Por la cual se modifican las disposiciones contenidas en el Numeral 10.7 del Código de Conexión, en lo referente a las pruebas que deben efectuarse a las conexiones al STN que entrarán en operación.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 022 de 2001	Por la cual se modifican e incorporan las disposiciones establecidas en la Resolución CREG-051 de 1998, modificada por las Resoluciones CREG-004 y CREG-045 de1999, mediante las cuales se aprobaron los principios generales y los procedimientos para definir el plan de expansión de referencia del Sistema de Transmisión Nacional, y se estableció la metodología para determinar el Ingreso Regulado por concepto del Uso de este Sistema.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 93 de 2001	Por la cual se modifica el plazo establecido en la Resolución CREG-051 de 1998, modificada e incorporada por la Resolución CREG-022 de 2001, para la apertura de las convocatorias relacionadas con la expansión del Sistema de Transmisión Nacional.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 85 de 2002	Por la cual se modifican los artículos 3o., 4o., 5o. y 6o. de la Resolución CREG-022 de 2001.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 18 1315 de 2002	Por la cual se delegan unas funciones en la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME.	Ministerio de Minas y Energía
Resolución No. 62 de 2003	Por la cual se modifica el literal a) del artículo 10 de la Resolución CREG-022 de 2001.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 105 de 2003	Por la cual se modifica parcialmente el artículo 4o de la Resolución CREG 022 de 2001.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 120 de 2003	Por la cual se modifica el artículo 6o de la Resolución CREG 022 de 2001.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 18 0924 de 2003	Por la cual se establece y desarrolla el mecanismo de las Convocatorias Públicas para la ejecución de los proyectos definidos en el Plan de Expansión de Transmisión del Sistema Interconectado Nacional.	Ministerio de Minas y Energía
Resolución No. 18 0925 de 2003	Por La cual se modifica la Resolución No. 18 1315 de 2002.	Ministerio de Minas y Energía
Resolución No. 18 0398 de 2004	Expide el reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).	Ministerio de Minas y Energía
Resolución No. 1 de 2006	Por la cual se aclara la metodóloga de cálculo de la participación en el mercado de las empresas de energía eléctrica y se establecen otras disposiciones.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 8 de 2006	Por la cual se corrige un error en la Resolución CREG 001 de 2006.	Comisión de Regulación de Energía y Gas

NORMATIVIDAD		
TIPO DE LEGISLACION	**TITULO**	**ENTIDAD EMISORA**
Resolución No. 105 de 2006	Por la cual se modifica parcialmente el artículo 4o de la Resolución CREG 022 de 2001.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución 106 de 2006	Por la cual se modifican los procedimientos generales para la asignación de puntos de conexión de generadores a los Sistema de Transmisión Nacional, Sistemas de Transmisión Regional o Sistemas de Distribución Local.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 93 de 2007	Por la cual se modifica parcialmente el artículo 4o de la Resolución CREG 022 de 2001.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 147 de 2011	Por la cual se modifica el artículo 6o de la Resolución CREG 022 de 2001.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 157 de 2011	Por la cual se modifican las normas sobre el registro de fronteras comerciales y contratos de energía de largo plazo, y se adoptan otras disposiciones.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución CREG No. 093 de 2012	Por la cual se establecen el reglamento para el reporte de Eventos y el procedimiento para el cálculo de la Energía No Suministrada, y se precisan otras disposiciones.	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Resolución No. 90708 de 2013	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas.	Ministerio de Minas y Energía
Resolución No. 90772 de 2013	Por la cual se adopta el Plan de Expansión de Referencia Transmisión 2013 – 2027.	Ministerio de Minas y Energía
Resolución MME No. 9 1159 de diciembre de 2013	Por la cual se modifica la Resolución MME No. 180423 de 2012 y se subroga la Resolución No. 90772 de 2013.	Ministerio de Minas y Energía
Resolución No. 90795 de 2014	Por la cual se aclara y se corrigen unos yerros en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, establecido mediante Resolución No. 90708 de 2013.	Ministerio de Minas y Energía
Resolución 40492 de 2015	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Por la cual se aclaran y corrigen unos yerros en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.	Ministerio de Minas y Energía
Resolución 1741 de 2016	Por la cual se modifica la Resolución 222 de 2011 y se adoptan otras disposiciones. De Inventario de Compuestos Bifenilos Policlorados (PCB).	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 40908 de 2018	Por la cual se decide la permanencia del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).	Ministerio de Minas y Energía
Decretos		
Decreto 28 de 1995 (modificado por los Decretos 1683 de 1997, 4130 de 2011 14 y 1258 de 2013)	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 143 de 1994, en lo concerniente a la organización y el funcionamiento de la Unidad de Planeación Minero- Energética.	Ministerio de Minas y Energía

Fuente: CPA Ingeniería S.A.S., 2022

2.3 ALCANCES

El Estudio de Impacto Ambiental – EIA, según lo establece el Decreto 1076 de 2015 en el Capítulo 3, sección 5, Artículo 2.2.2.3.5.1 es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre la ejecución y operación de los proyectos de infraestructura que requieran licencia ambiental otorgada por la autoridad ambiental que, para el caso, es la Secretaría Distrital de Ambiente SDA. En tal sentido, este EIA tiene el siguiente alcance:

- Se garantice la transmisión de la información y la participación de los actores involucrados en el área de influencia del proyecto "Construcción de la Subestación Receptora SER 3 su y Línea de Transmisión a 115 kV ", a través de la implementación de los lineamientos de participación propuestos.
- Sea elaborado bajo la lógica de optimizar y racionalizar el uso de los recursos naturales y culturales, previniendo, evitando y minimizando los riesgos e impactos negativos que pueda ocasionar el futuro proyecto.
- Se dimensione y evalué cualitativamente los impactos producidos por el proyecto, de tal manera que se establezca el grado de afectación y vulnerabilidad de los ecosistemas y los contextos sociales (comunidades).
- Que se proponga soluciones para todos y cada uno de los impactos identificados, estableciendo el conjunto de estrategias, planes y programas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA). Las medidas de manejo ambiental identificadas se presentarán mediante fichas, en las cuales se incluye: objetivos, impactos a controlar, cobertura espacial, diseños, población beneficiada, descripción de actividades, mecanismos y estrategias participativas, instrumentos e indicadores de seguimiento y monitoreo, responsable de la ejecución, cronograma y costos.
- Se identifique, analice, evalúe y se proponga las medidas de manejo para los eventuales riesgos asociados a las actividades a desarrollar en la "Construcción de la Subestación Receptora SER 3 y su Línea de Transmisión a 115 kV", proyectadas por el concesionario Metro Línea 1.
- Se genere información primaria, recogida a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, complementada con la información secundaria requerida según sea el caso.
- Se realice por un equipo interdisciplinario, integrado por profesionales idóneos, cuyas especialidades dependen de la particularidad del proyecto.

2.3.1 Beneficios del proyecto

- La construcción de las subestaciones garantizará la ejecución de las obras previas para el desarrollo de la Primera Línea del Metro de Bogotá, proyecto que beneficiará a 9 localidades de la ciudad.
- Reforzar el Sistema de energización para funcionamiento y mantenimiento de los trenes.

- Evitar sobrecarga sobre el Sistema de Transmisión Regional de 115 kV de la ciudad.

2.3.2 Limitantes

La información presentada en el Estudio de Impacto Ambiental es de fuentes primarias y secundarias totalmente oficiales y confiables, para la ejecución del EIA no fue requerido Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica, ya que realizadas las labores de reconocimiento en campo se evidencio que para el proyecto no aplica la toma de muestras de especies vegetales ni de fauna.

Es importante mencionar que no se plantean metodologías para trabajo de campo, de los componentes Geología y geomorfología puesto que las condiciones actuales de la zona de estudio, en relación con la inexistencia de afloramientos geológicos y/o geomorfológicos naturales, no permite la caracterización de estos componentes, a partir de información primaria.

Situación similar ocurre con el componente edafológico e hidrogeológico, puesto que en la zona del proyecto no se tienen suelos naturales, si no por el contrario todos son antrópicos. Esto se debe básicamente, a que la zona se encuentra bastante intervenida y no permite reconocer características propias del componente geosférico con dicho trabajo.

En el área de influencia del proyecto no se encuentran hábitats que ofrezcan las necesidades básicas y mínimas para el establecimiento especies de anfibios, reptiles y mamíferos por estar ubicado en la ciudad de Bogotá, se encuentran árboles dispersos que ofrecen muy poco alimento y refugio para estos grupos, por lo tanto, se realizó una descripción más extensiva sobre el grupo de las aves ya que debido a su capacidad de volar se pueden adaptar más fácilmente a las condiciones del medio.

Es importante resaltar que algunas observaciones de la fauna se pueden realizar en horas nocturnas, sin embargo, la zona de estudio presenta condiciones de seguridad desde el punto de vista de posibles atracos y atentados contra la integridad física de los profesionales, por lo cual no es factible realizar estas observaciones.

2.3.2.1 Restricciones

Debido a la ubicación y características ambientales de la zona de estudio se presenta restricción para el desarrollo de algunas de las temáticas que están en el alcance de los términos de referencia del estudio en desarrollo TdR-17 de ANLA, las temáticas que presentan esta restricción se exponen y sustenta el motivo de restricción.

2.3.2.1.1 Calidad de agua superficial

De acuerdo a término de referencia se debe presentar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de las corrientes hídricas del área de influencia del componente, susceptibles de intervención por el proyecto (concesión, vertimientos y ocupaciones de cauces), es necesario hacer claridad en que el proyecto de licenciamiento de la subestación receptora SER 3 ha realizado identificación de la codificación de la cuenca a la pertenece entregando así las características hidrológicas pertinentes sin

embargo para el abordaje de la temática de calidad de agua en el área de influencia no se presentan cuerpos de agua superficial por lo aplicar la caracterización no es posible.

2.3.2.1.2 Usos de agua

De acuerdo a término de referencia para la estimación de la oferta hídrica disponible, se deben identificar los usos actuales y prospectivos de las corrientes de directa intervención por el uso y aprovechamiento del recurso y de aquellas presentes en el área de influencia y que estén expuestas a los posibles impactos por el desarrollo del proyecto, considerando lo expuesto por el termino de referencia, la restricción presentada en la temática de calidad de agua y que el área de estudio corresponde a una zona urbana con servicio de acueducto y alcantarillado, la identificación de uso de agua de los usos actuales y prospectivos de las corrientes de directa intervención no es posible.

2.3.2.1.3 Análisis de fragmentación

Para el análisis de fragmentación se utilizarán las unidades de cobertura vegetal de tipo natural y seminatural en dos temporalidades como mínimo, con el fin de hacer la caracterización empleando métricas de parche (por ejemplo distancia euclidiana al vecino más cercano), métricas de clase (por ejemplo. área total, número de parches, distancia de borde, radio de giro, índice de forma, índice de dimensión fractal) y métricas de paisaje (índices de diversidad) que permitan definir el estado actual del área y la dinámica de la zona en términos de tamaño, número de parches, aislamiento, forma y la identificación de los agentes que más contribuyen con el cambio. Considerando lo anterior sumado a las visita pre campo y la identificación de coberturas en las cuales se determinó que en aI área de influencia no hay presencia de unidades de cobertura de vegetal de tipo natural y seminatural porque análisis de fragmentación no es posible en área de influencia de la Subestación eléctrica Recetora y su línea de transmisión a 115KV, SER 3.

2.3.2.1.4 Ecosistemas acuáticos

Con el fin de determinar la composición y estructura de la hidrobiota existente en los ecosistemas acuáticos presentes en el área de influencia, se deben caracterizar las comunidades hidrobiológicas a partir de muestreos de Perifiton, macroinvertebrados asociados al bentos y fauna íctica en sistemas lóticos y lénticos presentes en el área de influencia definida, y adicionalmente muestreos de plancton (fito y zoo) y macrófitas en sistemas lénticos, considerando lo anterior junto con la identificación hidrológica preliminar se determinó que en el área de influencia no hay presencia de cuerpo lenticos ni loticos por lo que la determinación muestreo y análisis de ecosistemas acuáticos no es posible en área de influencia de la Subestación eléctrica Receptora y su línea de transmisión a 115KV, SER 3.

2.3.2.1.5 Servicios ecosistémicos

Para el desarrollo de este componente se requiere identificar, medir y analizar los servicios ecosistémicos – SSEE que efectivamente están generando beneficios en dicha área. Específicamente se debe Identificar los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y soporte, y culturales

presentes en el área de influencia del proyecto, considerando lo anterior en el desarrollo del estudio no se identificaron servicios ecosistémicos de orden natural (aprovisionamiento, regulación y soporte), ya que el área es completamente urbana, adicionalmente dentro de las dinámicas socioeconómicas del área de influencia socio-económica se encuentra el PEMP de la localidad de La Candelaria más sin embargo en el área de influencia del proyecto y área de intervención no hay intersección con el instrumento de planificación de conservación histórica y turística, por lo que la determinación de servicios ecosistémicos no es posible en área de influencia de la Subestación eléctrica Receptora y su línea de transmisión a 115KV, SER 3.

2.4 METODOLOGÍA

La información primaria y secundaria recolectada es procesada y analizada por los profesionales de la empresa CPA Ingeniería, responsables de la realización del estudio, teniendo en cuenta la información más reciente, actualizada y veraz. Posteriormente, se determinó la zonificación tanto ambiental como la zonificación de manejo ambiental del proyecto; paralelamente se identificaron los impactos, se plantearon y formularon los programas y proyectos de manejo ambiental.

La metodología específica para cada tema del Estudio se presenta en los siguientes numerales.

2.4.1 Definición del área de influencia

En términos generales, en el marco del proceso de licenciamiento ambiental, de acuerdo con el artículo 1 del Decreto 2041 de 2014 compilado en el artículo 2.2.2.3.1.1. del Decreto 1076 de 2015, a los lineamientos de la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, los Términos de Referencia y a los Protocolos de la Secretaría Distrital de Ambiente, adicionalmente es importante mencionar que específicamente para el área identificación y determinación de las área de influencia se siguieron las metodologías recomendadas por Guía para la Identificación y Delimitación del Área de Influencia emitido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en Julio de 2018.

En todo caso el área de influencia del proyecto, es decir, el área en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos de las actividades que se desarrollan durante todas sus fases de desarrollo, corresponde a la superposición de las áreas de influencia por componentes, grupos de componentes o medios que se identifiquen en cada caso.

Los aspectos para evaluar para la determinación del área de influencia se plantearon considerando una organización jerárquica de medio y componente, en la cual, los medios se entienden como la división general del ambiente y máxima categoría de abordaje, y los componentes corresponden a los elementos ambientales que constituyen un medio. El área de influencia del proyecto, obra o actividad será considerada como una única área, resultado de la integración o agregación de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medios (Figura 2).

- El medio abiótico contiene los componentes: geológico, geomorfológico, suelos, fisiográfico, hidrológico, hidrogeológico, geotécnico, paisaje y atmosférico, entre otros.
- El medio biótico comprende los componentes ecosistemas, flora y fauna.

- El medio socioeconómico consta de los componentes demográfico, espacial, económico, cultural, arqueológico y político-organizativo.

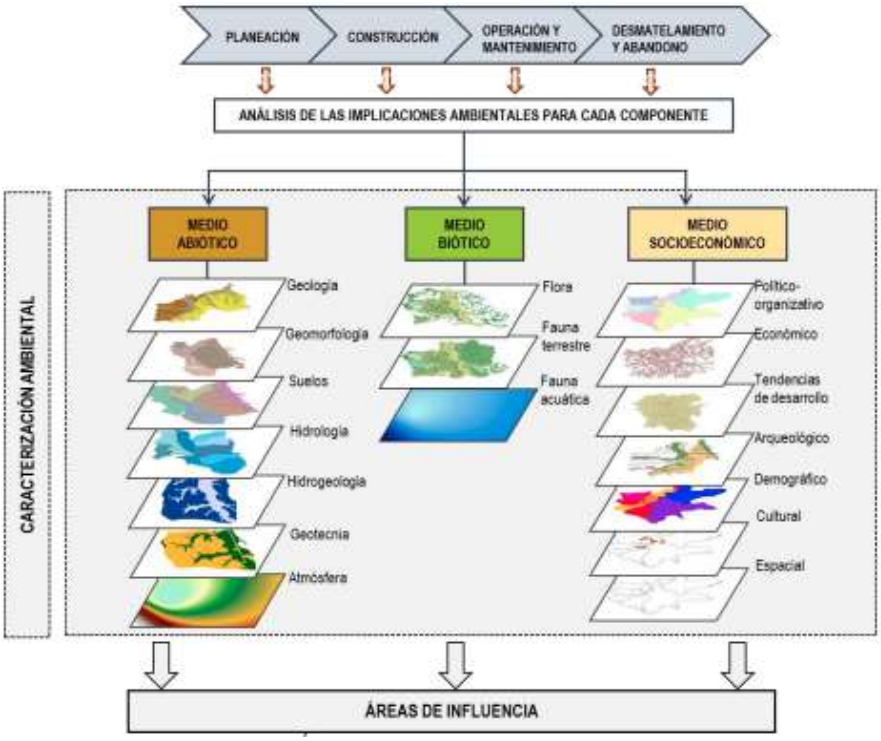


Figura 2 Metodología para Definir las Áreas de Influencia por Componente

Fuente: Metodología General Para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales emitido por el MADS, 2018

Adicionalmente, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- El proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montajes, operación y mantenimiento, así como el desmantelamiento, abandono y restauración, de todas las acciones, usos del espacio, y las demás actividades e infraestructura permanente y temporal, relacionadas y asociadas con su desarrollo.
- Con relación a las vías de acceso del proyecto, dentro del área de influencia se consideran si se requieren vías nuevas o si las existentes son suficientes para las necesidades del proyecto.
- Los componentes sobre los cuales se hace el análisis del área de influencia corresponden a los indicados en el capítulo de caracterización ambiental para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), en donde, para efectos de la caracterización ambiental del área de influencia, se presenta información primaria y secundaria de cada componente, grupo de componentes o medio.

- Operativamente, para la identificación y delimitación del área de influencia del proyecto se definen áreas de influencia preliminares. Posteriormente, como resultado de la caracterización y evaluación ambiental (que hace parte de la elaboración del EIA), se debe realizar un proceso iterativo, que permita ajustar las áreas de influencia preliminares, obteniendo así áreas de influencia definitivas por componente, grupo de componentes o medio y, finalmente, el área de influencia del proyecto. Dicho proceso estará apoyado en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelación de sistemas, estudios de caso, y/o el conocimiento de especialistas en los sectores específicos, etc.
- En el estudio ambiental presentado para evaluación, se reportarán las áreas de influencia definitivas obtenidas para cada componente, grupo de componentes o medio, además del área de influencia del proyecto, las cuales estarán debidamente sustentadas y cartografiadas.
- La definición de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medio, incide en la implementación de las medidas de manejo propuestas, por lo que estas se deben enmarcar en las áreas que serían impactadas por las actividades del proyecto, obra o actividad, dependiendo de la potencial afectación causada por dichas actividades a los diferentes componentes; es decir, que las medidas de manejo se deben plantear únicamente en las áreas en las que se manifestaría y hasta donde pudiese trascender el impacto a tratar.

En la fase pre-campo y de campo se recolectó toda la información necesaria tanto para la definición del área de influencia, como para la caracterización de la misma y, de igual forma, se consultó la información secundaria y oficial referente a cada uno de los componentes; tal como se mencionó anteriormente, la calidad de la información, medida en función de múltiples atributos, siendo los más relevantes en el ámbito de los estudios ambientales los siguientes: i) Pertinencia y relevancia; ii) Precisión; iii) Oportunidad; iv) Interpretabilidad; v) Coherencia; vi) Comparabilidad, y; vii) Transparencia y confiabilidad, (cada atributo se explicó en el ítem 2.1.3 Grado de incertidumbre de la información).

En el Capítulo 4 Áreas de Influencias, se presenta con detalle los criterios y las etapas que se siguieron para la definición del área de influencia de cada uno de los medios, a las cuales se le realizó la caracterización ambiental, y finalmente para el área de influencia del proyecto se le realizó la zonificación ambiental y zonificación de manejo ambiental.

2.4.2 Caracterización del área de influencia del proyecto

2.4.2.1 Medio Abiótico

La caracterización ambiental para el componente Abiótico del proyecto incluyó la descripción de los capítulos de geología, geomorfología, paisaje, suelos y uso de la tierra, hidrología, calidad del agua, hidrogeología, geotecnia, atmosfera, así como una evaluación de las principales amenazas naturales (sismicidad, inundaciones, incendios, procesos morfodinámicos, entre otras). Esta información fue obtenida a partir de dos fases, claramente diferenciables: fase inicial y fase final. En cada una de estas etapas se aportó información importante para la elaboración de la línea base ambiental de cada

componente. La caracterización ambiental para cada componente se realiza dentro del área de influencia definida para cada uno.

La metodología utilizada para la caracterización del componente abiótico fue la recomendada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial "Metodología General para la Elaboración y Presentación de estudios ambientales (2018). Es importante mencionar que no se plantea una metodología para trabajo de campo, puesto que las condiciones actuales de la zona de estudio, en relación con la inexistencia de afloramientos geológicos y/o geomorfológicos naturales, no permite la caracterización de estos componentes, a partir de información primaria.

Situación similar ocurre con el componente edafológico e hidrogeológico, puesto que en la zona del proyecto no se tienen suelos naturales, si no por el contrario todos son antrópicos. Esto se debe básicamente, a que la zona se encuentra bastante intervenida y no permite reconocer características propias del componente geosférico con dicho trabajo.

En cuanto al componente del paisaje se realizó un reconocimiento en campo de las condiciones actuales del área, y el análisis posterior fue apoyado por las fotografías de la zona de estudio.

2.4.2.1.1 Geología

Dentro de cada una de las metodologías consultadas se presentan las fuentes de información oficial que consultadas para la elaboración de estudios ambientales para el componente geológico. Las fuentes de información oficiales consultadas corresponden al Servicio Geológico Colombiano (SGC) antiguo INGEOMINAS, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) de Bogotá D.C. Algunas de las publicaciones del Servicio Geológico Colombiano consultadas fueron: "*Estándares cartográficos y de manejo de información gráfica para mapas geológicos departamentales y planchas escala 1:100.000", "Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geológica para ingeniería, Volumen II* (2004)-Proyecto de Compilación y levantamiento de la información geomecánica", "Mapa geológico de Colombia de año 2020, escala 1:100000, publicado por el SGC, "Geología de la plancha 227-La Mesa del año 1998, escala 1:100.000, publicado por el SGC, "Geología de la Sabana de Bogotá del año 2004, escala 1:50.000, publicado por el SGC", "Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá (POMCA) realizado por Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) 2019.

Esta información secundaria fue complementada con la consulta de publicaciones geocientíficas realizadas por centros de investigación y educación como la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Industrial de Santander, la Universidad de Caldas y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja.

A partir del análisis preliminar de la anterior información, se definieron los siguientes elementos presentes en el área de influencia:

- Definición de las unidades litológicas dentro del área de estudio e identificación de las localidades donde se pueden controlar geológicamente dichas formaciones geológicas.
- Definición preliminar de los principales rasgos estructurales.
- Definición preliminar de las geoformas.
- Identificación de amenazas sísmicas y/o fenómenos de remoción en masa.
- Fisiografía e hidrografía en la zona.
- Zonas de erosión existentes.
- Definición preliminar de un área de influencia.
- Principales vías de acceso al proyecto e identificación de los posibles puntos para la apertura de calicatas y apiques.

- Fase inicial geología

Basados en la información secundaria recopilada se inició la fase inicial, de tal modo que se analizó de forma detallada todo tipo de información geológica, que fue utilizada para la caracterización ambiental del área de estudio. A partir de esta información, se generaron los mapas preliminares para el componente geológico (mapa de unidades litoestratigráficas, estructuras geológicas).

La cartografía geológica preliminar del área de estudio se realizó sobre la base de las planchas geológicas plancha 227-La Mesa del año 1998, escala 1:100.000, publicado por el SGC, “Geología de la Sabana de Bogotá del año 2004, escala 1:50.000, publicado por el SGC” así como la cartografía geológica presentada en el “Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá (POMCA) Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) 2019.

Esta información fue complementada con las imágenes satelitales disponibles en la plataforma de Google Earth y Arcgis 10.2, donde por cambios de relieve fue posible establecer algunos contactos geológicos. Las actividades para dicha planificación se mencionan a continuación:

- El análisis de la imagen satelital del proyecto (Imágenes satelitales disponibles en la plataforma de Google Earth) proporciona una visión generalizada del conjunto de macro formas y estructuras del relieve. A través del software ArcGIS 10.2, se compara las imágenes satelitales de Google Earth con los mapas preliminares, con el objetivo de trazar rasgos y lineamientos estructurales.
- Con el análisis de la imagen satelital, se registran las geoformas del terreno y procesos geomorfológicos, adicionalmente es de gran ayuda en la elección de rutas a seguir y sitios claves a visitar. El procedimiento de levantamiento geológico consiste en la interpretación y mapeado provisional de unidades geológicas y otra información relevante, tal como sistemas de drenaje, datos estructurales, infraestructura vial, cultivos, asentamientos, entre otros. Como resultado final se obtiene la delineación de las unidades geológicas, contactos. La definición de las unidades litoestratigráficas se realiza teniendo en cuenta parámetros

como textura, estructura, sorteamiento, porosidad, permeabilidad, tamaño de grano, así como su disposición estructural (rumbo/buzamiento).

- Los rasgos estructurales y unidades litoestratigráficas cartografiadas, son revisados durante el análisis de las imágenes aeroespaciales, para así precisar la definición de contactos litológicos, cartografía y caracterización de lineamientos, formas del terreno, entre otros aspectos geológicos presentes en el área de estudio.

  - Metodología para la definición del mapa de unidades geológicas superficiales (UGS)

La metodología para la definición del mapa de unidades geológicas superficiales (UGS) para el área de estudio es la recomendada por el Servicio Geológico Colombiano en su publicación "Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geológica para ingeniería volumen II" realizada en el 2004. A continuación, se describen algunos aspectos importantes de dicha metodología.

El término unidad superficial es definido inicialmente como Formación superficial por Hermelin (1985), para denominar "El conjunto de materiales que conforman la superficie de la tierra hasta una profundidad del orden de decenas de metros", estas formaciones superficiales incluirán por lo tanto suelos y rocas en el sentido ingenieril. Para Salazar (1995), las unidades superficiales se consideran como formaciones correlativas de los procesos morfodinámicos, debido a la acción de agentes exógenos y endógenos que modelan la superficie terrestre y por lo tanto son unidades cartografiables. Las principales unidades geológicas superficiales se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9 – Unidades Geológicas Superficiales (UGS) Según Su Origen

ORIGEN DE LA UGS	TIPO DE UGS
Derivadas de roca In situ	Roca inalterada Saprolito Suelos residuales
Depósitos aluviales	Aluviones recientes o de lecho de río Llanuras aluviales Abanicos o conos aluviales Terrazas aluviales Depósitos torrenciales Depósitos Fluviolacustres
Depósitos lacustres y paudales	
Depósitos de ladera, de vertientes o coluviales	Colusiones Talus

ORIGEN DE LA UGS	TIPO DE UGS
	Flujos (de lodo, tierra y de escombros) Derrubios de pendiente
Depósitos costeros	Deltas, Barras, Playas, etc.
Depósitos Volcánicos	Tefras Surges Flujos de piroclastos Ignimbritas Flujos de lodos volcánicos Lahares Cenizas Coladas de Lava
Depósitos eólicos	Dunas Loes Cenizas volcánicas
Depósitos glaciares	Morrenas y Tilitas Fluvioglaciares
Depósitos antrópicos	Rellenos sanitarios o de basuras Rellenos de excavaciones Escombreras o botaderos

Fuente: SGC, 2004

Para la caracterización y definición de las unidades geológicas superficiales (UGS) se tienen en cuenta cinco parámetros fundamentales: litología, dureza o resistencia, condición de las discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales. Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, exploración del subsuelo, muestreo y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio (SGC, 2004). Las características de dichos parámetros se describen a continuación:

- Litología: es la determinación de la composición mineralógica que conforman las rocas y suelos y de la forma como dichos componentes se interrelacionan. La litología es por lo tanto la descripción de la textura y composición mineralógica de rocas y suelos (SGC, 2004).
- Dureza: se toma como definición la presentada por Montero, J., et al (1982) como la resistencia de las rocas al desplazamiento de partículas superficiales por fuerzas tangenciales abrasivas o normales penetrativas. En términos geológicos la dureza se define como la resistencia que tiene un material a dejarse rayar por otro. Para su caracterización se tomó como modelo el de la afectación de la roca al golpe del martillo (SGC, 2004).
- Condición de las discontinuidades: se refiere al conocimiento de las discontinuidades (fracturas, diaclasas, estratificación y estructuras internas, esquistosidad, foliación,

laminación) que posee la roca con el fin de determinar el comportamiento de un suelo o macizo rocoso. Para la evaluación de las discontinuidades se consideró como la más importante la separación entre las familias de diaclasas, determinación del JV (SGC, 2004).

- Meteorización: la meteorización es la descomposición física y química de los materiales por procesos naturales como oxidación, reducción, hidrólisis carbonatación, tectónica, cambios de temperatura (heladas y deshielos). La meteorización tiene un efecto sobre la resistencia y comportamiento de deformación del material rocoso y es muy importante para la clasificación de la condición de un material. Para definir el grado de meteorización de las rocas se utiliza los perfiles generalizados de Deere y Patton (1971) y Dearman (1974, 1991).
- Rasgos estructurales: Representa la serie de procesos geodinámicos endógenos propios de la evolución de la corteza terrestre. En consideración a que la deformación de la corteza es proporcional a la cantidad de pliegues y fracturas (fallas, lineamientos y diaclasas) en un área determinada se debe evaluar la densidad de estos rasgos estructurales.
    - Contenido del mapa de unidades geológicas superficiales

Los mapas de unidades geológicas superficiales los materiales se deben clasificar en unidades básicas de rocas y suelos teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Rocas y estructuras: La clasificación de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas adoptada por esta metodología corresponde a la propuesta por la Comisión de Cartografía de la International Asociation of Engineering Geology (IAEG) en 1981. Dicha clasificación se presenta en la Tabla 10 y Figura 3.

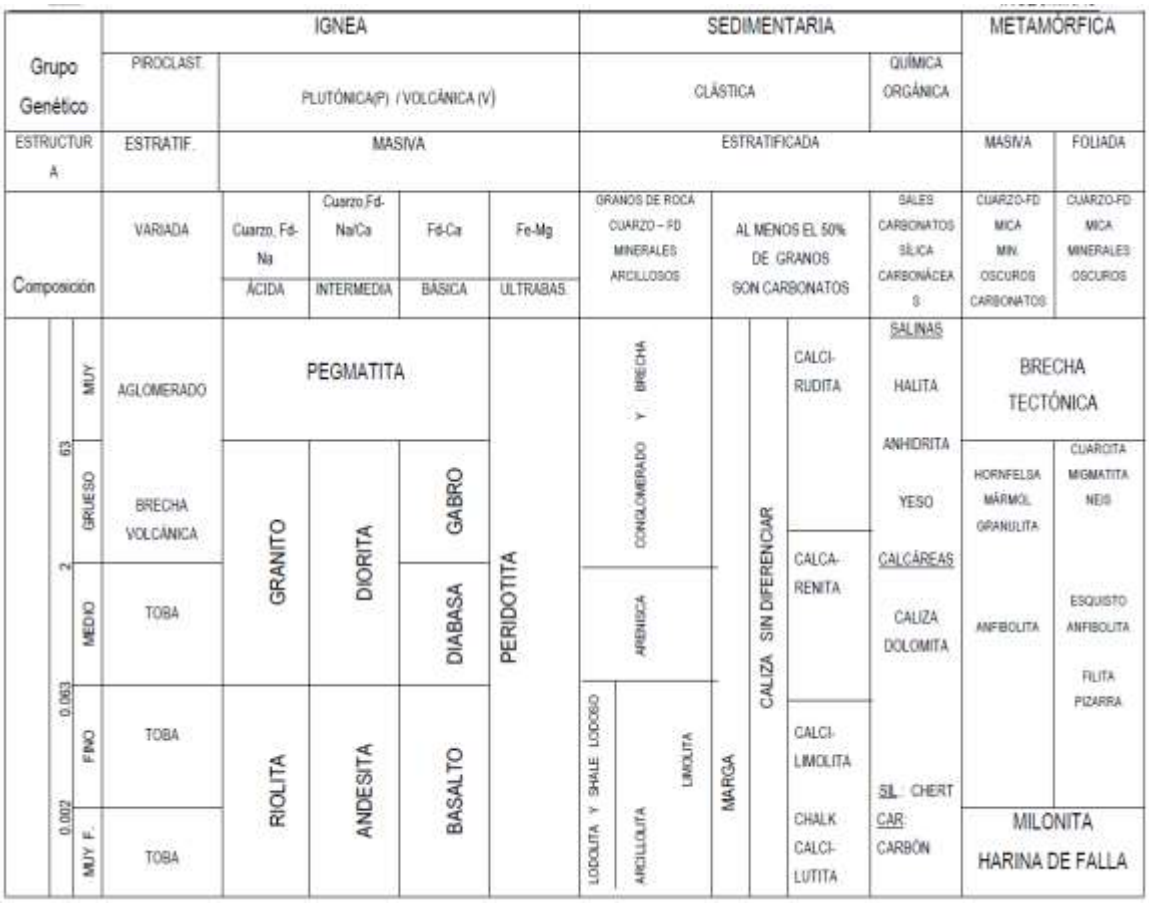


Figura 3 Clasificación General De Las Rocas

Fuente: Servicio Geológico Colombiano; 2004

Tabla 10 – Clasificación de las Rocas en General según su textura

TEXTURA	TIPO GENÉTICO			CARACTERÍSTICAS
Cristalina Masiva	Ígneas plutónicas y volcánicas de cualquier litología y composición, como granito, basalto, diabasa etc.	Sedimentarias químicas como la caliza o el chert.	Metamórficas masivas, como cuarcita, mármol o neis con poca mica.	Las rocas de este grupo son las más resistentes y menos deformables, independientemente de su origen y estas propiedades no está afectadas por direccionalidad.
Cristalina foliada			Metamórficas foliadas, como pizarra, esquisto, filita y neis con bastante Mica.	Estas rocas son resistentes, algo menos que las anteriores es, y sus propiedades están direccionadas por los planos de esquistosidad y foliación.

TEXTURA	TIPO GENÉTICO			CARACTERÍSTICAS
Clástica Consolidada		Clásticas de granulometría fina, que abarca las lutitas.		Estas rocas presentan un comportamiento variable esfuerzo-deformación, y poseen direccionalidad de sus propiedades mecánicas. Las más resistentes son las variedades Shale y argilita. De éstas, las cementadas con sílice y carbonato de calcio, son las más durables.
Clástica cementada		Clásticas de granulometría gruesa, que abarca las areniscas y los conglomerados.		

Fuente: SGC, 2004

Tabla 11 – Clasificación de las Unidades Geológicas de roca de acuerdo con su dureza

ROCAS	CARACTERÍSTICAS
Rocas muy blandas (resistencia baja)	Corresponden a las rocas sedimentarias generalmente del Terciario, de baja consolidación diagenética o pobremente litificadas, con estratificación laminar o de capas delgadas, o rocas cristalinas intensamente fracturadas, de moderada a altamente descompuestas. Comprende entre otras las arcillolitas y lodolitas; areniscas y conglomerados friables o rocas en general descompuestas.
Moderadamente blandas (Resistencia baja a intermedia)	Esta categoría comprende rocas como las anteriormente mencionadas, pero un poco más litificadas y con estratificación gruesa, en el caso de las sedimentarias o moderadamente descompuestas en el caso de las cristalinas. Comprenden en general, arcillolitas, limonitas, lodolitas, shales y areniscas friables en estratificación muy delgada en general moderadamente fracturadas. En el caso de las rocas clasificadas como muy blandas y blandas, la falla de estas rocas en excavaciones no está estructuralmente controlada, es decir que la falla se propaga predominantemente a través del material rocoso.
Rocas moderadamente duras o intermedias (Resistencia intermedia a alta)	Esta categoría comprende rocas sedimentarias del Cretáceo o más antiguas, bien litificadas o de alta consolidación diagenética, con estratificación delgada a gruesa, o rocas cristalinas en general, débil a moderadamente descompuestas y poco fracturadas. Comprende rocas como calizas, areniscas y conglomerados bien cementados, limolitas silíceas; lutitas; esquistos y otras rocas foliadas y las rocas ígneas en general. Igualmente comprenden las secuencias sedimentarias donde alternan rocas duras y blandas en capas delgadas.
Rocas duras a muy duras (resistencia alta a muy alta)	Comprende rocas cristalinas de consistencia muy dura y alta resistencia, o las rocas sedimentarías de la más alta consolidación o mitificación; en general masivas, sanas y frescas o solo débilmente descompuestas. En el caso de las rocas clasificadas como duras y muy duras la falla de estas rocas

ROCAS	CARACTERÍSTICAS
	en excavaciones están controladas predominantemente por las discontinuidades estructurales. Se trata en general de rocas con edades del Precámbrico, paleozoico y del cretáceo.

Fuente: SGC, 2004

- Suelos: Contiene una clasificación genética de los suelos. Estas unidades se caracterizan también como material y como masa al igual que las rocas. La Tabla 12 se presenta la clasificación genética de las unidades de suelo.

Tabla 12 – Clasificación Genética de las Unidades de Suelo

ORIGEN-MECANISMO	NOMBRE DE LOS DEPÓSITOS	NOMBRE DE LAS GEOFORMAS
Residual	Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico	No tienen un nombre en particular
Aluvial-Transportado	Aluviones en el lecho o fuera de él	Llanura de Inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas
Eólico-Transportado	Loess y Dunas	Barras, lomas, otras
Glacial-Transportado	Drift: Till (no estratificado) Drift: Depósitos fluvioglaciales (con alguna estratificación)	Morrenas Eskers y Kames
Volcánico	Tefra: material piroclástico en general	Mantos y coladas de piroclastos Flujos de lodo volcánico y Lahares
De Ladera	De gravedad: depósitos coluviales y flujos	Coluviones y Flujos de tierras
Antrópico	Materiales diversos, naturales o no	Rellenos sanitarios, presas, escombreras y rellenos de disposición

Fuente: SGC, 2004

- Fase final geología

La fase de final para el componente geológico consistió en el análisis de información y preparación del informe. Se recopila la información de forma estructurada y organizada para de esta manera analizar y elaborar el documento de línea base para el capítulo de geología de acuerdo con los requerimientos de los términos de referencia para proyectos de líneas de transmisión eléctrica.

Dentro del área de influencia del componente geológico se estructuro la siguiente información:

- Cartografía geológica general ajustada del proyecto, escala 1:10.000.

- Definición de las unidades geológicas superficiales (UGS) de acuerdo con la metodología del Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- Presentación en planta y perfiles ilustrativos, mostrando las condiciones geológicas de la zona.
- Documento de caracterización geológica del proyecto que contiene descripción de las unidades geológicas, presencia de estructuras.

2.4.2.1.2 Amenazas naturales

Una definición ampliamente aceptada caracteriza a las amenazas naturales como aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él. Se refiere específicamente, a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos, gravitatorios, volcánicos) y a los incendios que, por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y actividades. Las amenazas de origen natural pueden clasificarse en dos amplias categorías: hidrometeorológicas, geológicas (SIAC, 2014).

Para el área de influencia geosférica del presente proyecto se evaluaron las amenazas naturales clasificadas en amenazas hidrometeorológicas y amenazas geológicas.

- Amenazas hidrometeorológicas

Se incluyen en este grupo aquellas amenazas provocadas por el comportamiento irregular de las condiciones climáticas y meteorológicas, como los huracanes, tornados, inundaciones e incendios forestales. Para el área de estudio del proyecto, solo se analizan las amenazas hidrometeorológicas clasificadas como inundaciones e incendios forestales, ya que los huracanes y tornados afectan a Colombia únicamente en la costa Pacífica, Caribe y el área de estudio, se encuentra en el centro del país (SIAC, 2014).

- Amenazas por incendios forestales

Los incendios forestales son uno de los grandes contribuyentes de la pérdida de coberturas vegetales en el mundo (Organización internacional de Maderas Tropicales, 2013). Se definen como el fuego que se propaga, sin control sobre una cobertura vegetal, cuya quema no estaba prevista y ocurre en un tiempo determinado y sus consecuencias representan efectos adversos en las personas, el ambiente, bienes y servicios e infraestructura (IDEAM, 2011).

La definición de la susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios es realizada a través de la metodología expuesta en el Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal (IDEAM, 2011). De acuerdo con las características intrínsecas que presentan los diferentes tipos de cobertura de la tierra, que manifiestan algún grado de probabilidad de incendiarse, se define la metodología de calificación de la susceptibilidad de cada una de ellas, frente a la ocurrencia de incendios. Para dicha evaluación se tienen en cuenta los siguientes factores.

- Tipo de combustible vegetal predominante: Corresponde al tipo de cobertura vegetal y biotipo dominante en cada unidad como presencia de arbustos, árboles, pastos y/o hierbas.
- Duración del tipo de combustible dominante: duración en horas de cada tipo de combustible, definidos en horas de ignición (1hr, 10hr, 100hr).
- Carga total de combustibles: caracterización cualitativa dependiente de la correlación de la altura en metros, cobertura en valores porcentuales, biomasa aérea en Ton/a y humedad media de la vegetación.

Partiendo de la cantidad de combustible vegetal presente en cada una de las coberturas de la tierra, se definió la escala de valoración de la susceptibilidad a incendios, como se presenta a continuación (Ver Tabla 13).

Tabla 13 – Escala de valoración para la susceptibilidad a incendios de las coberturas vegetales

ESCALA DE VALORACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A INCENDIOS EN LAS COBERTURAS VEGETALES	
ALTA	Coberturas que presentan mayor cantidad de combustible y oxígeno en temporada de verano.
MODERADA	Coberturas con cantidades menores de combustible en comparación con la Amenaza Alta.
BAJA	Coberturas con cantidades menores de combustible en comparación con la Amenaza Moderada.
MUY BAJA	Coberturas que no presentan combustión.

Fuente: IDEAM, 2015

- Amenazas por inundaciones

Las inundaciones son fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas que ocasionan un aumento progresivo del nivel de las aguas contenidas dentro de un cauce superando la altura de las orillas naturales o artificiales, provocando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas (IDEAM, 2018).

El desbordamiento de los ríos ocurre cuando se excede la capacidad de los canales para conducir agua y por lo tanto se desbordan las márgenes del río. Las inundaciones son fenómenos naturales y pueden esperarse que ocurran a intervalos irregulares de tiempo en todos los cursos de agua.

La metodología para la elaboración del mapa de amenazas por inundaciones del área de estudio se divide en cuatro etapas. Es preciso aclarar que esta metodología se encuentra diseñada de acuerdo con parámetros geomorfológicos.

En la primera etapa se realizó la recopilación de información secundaria, correspondiente al informe presentado por el SIAC (sistema de información ambiental de Colombia) y elaborado por el IDEAM

(Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales), el DANE (Departamento administrativo nacional de estadística) y el IGAC (Instituto geográfico Agustín Codazzi) en el año 2014, en el "reporte consolidado de áreas afectadas por inundaciones 2010-2011 para Colombia, escala 1:100.000". La sistemática seguida en este informe (SIAC, 2014) consistió en la interpretación visual y procesamiento digital de imágenes y fotografías áreas (Landsat, Radasrt 2, Alos Palsar, entre otras) durante el año 2008, 2010 y 2011. En este informe se presentan las zonas de amenazas para Colombia: cuerpos de agua, zonas inundables periódicamente, zonas susceptibles a inundación, zonas inundadas en el periodo 2010-2011 y zonas no inundables. Con esta información se define el mapa de inundación preliminar para el área de estudio.

Cuerpos de agua: cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales localizados al interior del continente.

Zonas inundables periódicamente: Áreas cubiertas por inundaciones en épocas de altas precipitaciones.

Zonas inundadas para el periodo 2010-2011: Áreas cubiertas por agua durante el fenómeno de la niña 2010-2011.

Zonas susceptibles a inundación: Aquellas zonas que por las condiciones geomorfológicas son propensas a las inundaciones.

Zonas no inundables: Áreas que por sus características geomorfológicas y condiciones del terreno son menos probable que se inunden.

Las cinco (5) zonas definidas anteriormente son ajustadas según la escala de trabajo del presente estudio, teniendo en cuenta los contactos entre las subunidades geomorfológicas (Ver Tabla 14).

Tabla 14 – Homologación entre las Zonas de Inundación y las Unidades Geomorfológicas

ZONAS DE INUNDACIÓN DEFINIDAS	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA CORRESPONDIENTE
Cuerpos de agua	
Zonas no inundables	
Zonas susceptibles a procesos de inundación	
Zonas inundadas en el periodo 2010-2011	
Zonas inundables periódicamente	

Fuente: CPA Ingeniería S.A.S., 2022

La etapa final, consistió en convertir las cinco zonas definidas anteriormente (cuerpos de agua, zonas susceptibles a procesos de inundación, zonas no inundables, zonas periódicamente inundables y zonas inundadas en el periodo 2010-2011) en áreas de amenaza por procesos de inundación.

Tabla 15 – Comparación entre las zonas de inundación y el tipo de amenaza

ZONAS DE INUNDACIÓN	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	NIVEL DE AMENAZA	DESCRIPCIÓN
Cuerpos de agua		**Cuerpos de Agua**	
Zonas no inundables		**Amenaza Baja**	
Zonas susceptibles a procesos de inundación			
Zonas inundables periódicamente		**Amenaza Media**	

Fuente: CPA Ingeniería S.A.S., 2022

- Amenazas geológicas

Las amenazas geológicas incluyen los procesos de origen tectónico que se producen al interior de la tierra, tales como sismos, tsunamis y erupciones volcánicas, así como algunos procesos externos relacionados con movimientos en masa, deslizamientos de tierra y rocas, caída, volcamiento o avalancha de rocas, colapso de terrenos superficiales y flujos de lodo y detritos (SIAC, 2014).

Debido a que el área de estudio se localiza a considerable distancia de centros volcánicos, las amenazas geológicas analizadas corresponden a sismos, movimientos en masa, erosión y socavación lateral de los cuerpos hídricos.

- Amenaza sismológica

La amenaza sismológica se define como cualquier fenómeno físico (sacudida del terreno, licuación del suelo, colapso de estructuras, etc.) asociado con un terremoto, que puede producir efectos adversos sobre las personas (SGC, 2018).

El análisis de amenaza sísmica para el área de influencia geosférico del proyecto, se realizó a partir de la información disponible en la página principal del Servicio Geológico Colombiano. Este ente gubernamental (SGC) evalúa la amenaza sísmica de acuerdo con parámetros como Intensidad máxima observada, Intensidad sísmica esperada y las zonas de amenaza sísmica según la NSR-10.

- Intensidad máxima observada

La intensidad máxima observada se evalúa a partir del inventario, en un sitio dado, del conjunto de efectos producidos sobre la población y el entorno por una sacudida sísmica. El Servicio Geológico Colombiano en el año 2015 elaboró para Colombia el mapa de intensidad máxima observada, dentro del cual se definieron seis categorías (Ver Tabla 16).

Tabla 16 – Grado de Intensidad Máxima Observada

GRADO DE INTENSIDAD	SIMBOLO	INTENSIDAD OBSERVADA
4		Observado ampliamente
5		Fuerte

GRADO DE INTENSIDAD	SIMBOLO	INTENSIDAD OBSERVADA
6		Daño Leve
7		Daño Moderado.
8		Daño Severo
9		Destructivo.

Fuente: SGC, 2015

- Intensidad sísmica esperada

El mapa de amenaza sísmica representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El movimiento del terreno se calcula en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA), y se estima para probabilidades del 2%, 10% o 50% de ser sobrepasado en un tiempo de 50 años, tiempo estimado de vida útil de una construcción corriente. Estas probabilidades se asocian con la frecuencia de ocurrencia (o periodo de retorno) de los sismos potencialmente destructores: de ocurrencia excepcional (periodo de retorno de 2475 años), frecuentes (periodo de retorno de 475 años) o muy frecuentes (periodo de retorno de 75 años).

- Nivel de amenaza sísmica (NSR-10)

El reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (Norma NSR-10), en su Título A "Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente", proferido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2010, en su comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes, define las zonas de amenaza sísmica para el territorio colombiano, de acuerdo con los valores de Aa: coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva y Av: coeficiente que representa la velocidad pico efectiva.

De acuerdo con estos coeficientes se definen tres zonas de amenaza sísmica para Colombia: Amenaza sísmica Baja, Amenaza sísmica Intermedia y Amenaza sísmica Alta. La Tabla 17 representa los niveles de amenaza sísmica para Colombia.

Tabla 17 – Nivel de Amenaza Sísmica Según Valores De Aa y de Av

Aceleración horizontal pico efectiva Aa	Velocidad pico efectiva Av	Amenaza sísmica
Mayores a 0,20	Mayores a 0,20	Alta
Entre 0,10 y 0,20	Entre 0,10 y 0,20	Intermedia
Menores de 0,10	Menores de 0,10	Baja

Fuente: MAVDT, 2010-Norma Sismo Resistente

- Amenaza por remoción en masa

Los movimientos en masa son procesos esencialmente gravitatorios, por los cuales una parte de la masa del terreno se desplaza a una cota inferior de la original sin que medie transporte alguno, siendo necesaria que las fuerzas estabilizadoras sean superadas por las desestabilizadoras. Este tipo de procesos gravitatorios se interrelacionan mutuamente con las precipitaciones altas, de tal forma que las lluvias torrenciales son detonantes de los movimientos en masa, ya que aumentan las fuerzas desestabilizadoras; en este caso el peso de los materiales que conforman el talud y reducen la cohesión de los materiales que conforman el suelo e incrementando la presión de poros de los fluidos intersticiales (Tragsa & Tragsatec, 1974).

En el grupo de los desastres naturales, los deslizamientos son la séptima causa de decesos, después de las sequías, los volcanes, las inundaciones, las tormentas, los terremotos y temperaturas extremas. El aumento en la intensidad y la recurrencia de las lluvias, junto con el crecimiento de la población, incrementan de forma alarmante las muertes relacionadas con los deslizamientos y avalanchas. No obstante, también son factores que promueven la detonación del problema los referentes al tipo de material del suelo y sustrato rocoso, el grado de erodabilidad de terreno, las pendientes y la geometría de las formas del relieve, el tipo y distribución de la cobertura vegetal, las precipitaciones intensas, los eventos telúricos y la conjunción de suelos saturados por lluvia y la manifestación de una ocurrencia sísmica (Cardona, 2003).

El mapa de amenaza por remoción en masa es tomado del mapa de amenaza para Cundinamarca, elaborada por el Servicio Geológico Colombiano, en el año 2015, ajustada a la escala del presente proyecto.

- Amenaza por erosión

La amenaza por erosión para área de estudio, así como su respectiva área de influencia geosférica se determinó de acuerdo con el “Estudio Nacional de Degradación de Suelos por Erosión en Colombia”, elaborado por el IDEAM en el año 2015.

De acuerdo con dicho estudio, la degradación de los suelos y tierras se refiere a la disminución o alteración negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios y/o funciones ecosistémicas y ambientales, ocasionadas por procesos naturales o antrópicos que, en caso críticos, pueden originar la pérdida o la destrucción total del componente ambiental (IDEAM, 2004 en IDEAM, 2015). En este sentido, la degradación de los suelos puede ser física, química y biológica. En la degradación física se destaca la erosión y la compactación. En la degradación química se resalta la salinización de los suelos, la acidificación y la contaminación, debida al uso excesivo de riego y fertilizantes y otras actividades. En la degradación biológica, el proceso de degradación más importante es la pérdida de materia orgánica, que influye en la disminución de la actividad biológica.

La erosión de los suelos se define como la pérdida físico-mecánica del suelo, con afectación en sus funciones y servicios ecosistémicos, que produce, entre otras, la reducción de la capacidad productiva de los mismos (Lal, 2001). La erosión es un proceso natural; sin embargo, esta se califica como degradación cuando se presentan actividades antrópicas indebidas que lo aceleran, intensifican y magnifican. Por tanto, la definición de degradación de suelo por erosión, según el protocolo,

corresponde a “la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por el hombre, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales” (IDEAM-UDCA, 2015).

En general, existen dos tipos de erosión: la hídrica y la eólica. La erosión hídrica es causada por la acción del agua (lluvia, ríos y mares), en las zonas de ladera, cuando el suelo está desnudo (sin cobertura vegetal). En estos casos las gotas de lluvia o el riego, ayudadas por la fuerza gravitacional, arrastran las partículas formando zanjas o cárcavas, e incluso causando movimientos en masa en los cuales se desplaza un gran volumen de suelo. Por otra parte, la erosión eólica es causada por el viento que levanta y transporta las partículas del suelo, produciendo acumulaciones (dunas o médanos) y torbellinos de polvo (IDEAM-UDCA, 2015).

En el Estudio Nacional de Degradación de Suelos por Erosión en Colombia”, elaborado por el IDEAM en el año 2015, se presenta una metodología detallada de las diferentes fases, etapas y actividades desarrolladas para la obtención del mapa de erosión para Colombia. En este documento se presenta una clasificación de acuerdo con el tipo de erosión, el grado y la clase.

Para el análisis de la zonificación se consideraron los indicadores de magnitud y severidad de la erosión. Se entiende por “magnitud de la erosión” el porcentaje de área de la unidad de análisis afectada por algún grado (ligero, moderado, severo y muy severo) y por “severidad” de la erosión, el porcentaje de área de la unidad de análisis afectada por grados severos.

La relación entre el grado de erosión y su importancia se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18 – Relación entre grado de la erosión y su importancia

GRADO DE EROSIÓN	DEFINICIÓN	SIMBOLO
MUY SEVERA	Se evidencia pérdida total de los horizontes superficiales y pérdida parcial de los horizontes subsuperficiales. Se presenta cubrimiento continuo de una red de surcos y cárcavas muy profundas. Las funciones y los servicios originados por los suelos como fertilidad, la regulación y almacenamiento de agua, la biodiversidad, entre otros, estás completamente destruidos y la vegetación es muy rala o nula. Su restauración es muy difícil, muy costosa y requiere mucho tiempo.	
SEVERA	Los horizontes superficiales del suelo están completamente removidos y los horizontes subsuperficiales expuestos; el color del suelo es más claro debido a la pérdida del horizonte A y queda expuesto el horizonte B. Se observan con frecuencia surcos, calvas o terraceo y cárcavas con moderada frecuencia. La pérdida del suelo se estima en más del 75% de su espesor. Las funciones y los servicios ecosistémicos originales del suelo se encuentran ampliamente destruidos.	

GRADO DE EROSIÓN	DEFINICIÓN	SIMBOLO
MODERADA	Se evidencia remoción de los horizontes superficiales del suelo y la capa superficial del suelo ha perdido espesor. Aparecen en la superficie distintos colores de suelo como producto de la pérdida del horizonte superficial y la exposición de horizontes subsuperficiales. Se aprecian manifestaciones de escurrimiento superficial, surcos, terraceo y pequeñas cárcavas. Se presenta pérdida considerable del horizonte A e incluso en sectores aparece el horizonte B o C. Las funciones y los servicios originales de los suelos se encuentran parcialmente destruidos y se requieren prácticas de conservación y restauración inmediatas.	
LIGERA	Se presenta alguna evidencia de pérdida de suelo en los horizontes superficiales del suelo, por escurrimiento superficial. En varias ocasiones la capa de suelo se adelgaza uniformemente y la pérdida del suelo puede llegar hasta un 25 o 50% del horizonte A, según su espesor. Las funciones y los servicios originales de los suelos comienzan a disminuir y se encuentran poco alterados. Se requiere iniciar o mantener las prácticas de conservación, restauración y manejo de suelos.	
SIN EROSIÓN	Sin procesos de degradación del suelo por erosión; también se expresa como "Sin evidencia".	
NO SUELO	Otras coberturas terrestres distintas al suelo, tales como zonas urbanas, cuerpos de agua y afloramientos rocosos.	

Fuente: IDEAM, 2015

2.4.2.1.3 Geomorfología

Las fuentes de información oficiales consultadas para el desarrollo del capítulo de geomorfología corresponden al IGAC, SGC. Las publicaciones del Servicio Geológico Colombiano consultadas son: la "*Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para zonificación geomecánica 2001*", la "*Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del 2004 y 2012"*, la "*Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo*

por movimientos en masa-2016. Finalmente, la publicación del IGAC consultada es la "Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000, 2013".

A partir del análisis preliminar de la anterior información, se definieron los siguientes elementos presentes en el área de influencia del componente geomorfológico:

- Definición de las unidades geomorfológicas.
- Identificación de las pendientes predominantes.
- Identificación de amenazas sísmicas y/o fenómenos de remoción en masa.
- Fisiografía e hidrografía en la zona.
- Zonas de erosión existentes.
- Definición preliminar de recorridos para el reconocimiento geomorfológico del área de estudio.

Este componente geomorfológico fue realizado en dos fases: fase inicial y fase final.

- Fase inicial geomorfología

Con base a la información secundaria recopilada se inició la fase inicial, de tal modo que se analiza de forma detallada todo tipo de información geomorfológica que puede ser utilizada para la caracterización ambiental del área de estudio. A partir de esta información, se generan los mapas preliminares para el componente geomorfológico (mapa de unidades geomorfológicas preliminares, mapa de pendientes, mapa de procesos morfodinámicos a partir de imágenes satelitales disponibles).

La cartografía geomorfológica preliminar del área de estudio se realizó sobre la base de las planchas geológicas 227 La Mesa del año 1998, así como la presentada en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá (POMCA) 2019. Esta información es complementada con las imágenes satelitales disponibles en la plataforma de Google Earth, donde por cambios de relieve fue posible establecer el límite de unidades geomorfológicas. Se utiliza además el mapa de pendientes preliminar elaborado a partir del modelo de elevación digital del terreno.

Las actividades para dicha planificación se mencionan a continuación:

- Mapa de pendientes preliminar, elaborado a partir del modelo de elevación digital del terreno mediante el software Arcgis 10.2.
- Análisis de las imágenes satelitales disponibles en Google Earth, donde se registran las geoformas del terreno y procesos geomorfológicos. El procedimiento de levantamiento geomorfológico consiste en la interpretación y mapeado provisional de unidades geomorfológicas y otra información relevante, tal como sistemas de drenaje, datos estructurales, infraestructura vial, cultivos, asentamientos, entre otros. Como resultado final se obtuvo la delineación de las unidades geomorfológicas mayores, a partir del trazado de formas del relieve individuales y el inventario multitemporal de eventos de erosión y/o fenómenos de remoción en masa.

- Jerarquización geomorfológica

La jerarquía de unidades o categorías geomorfológicas tiene una estrecha relación con la escala de trabajo definida para un determinado proyecto. Esta jerarquización debe permitir el análisis de la evolución geomorfológica y geológica de la zona y se realiza teniendo en cuenta parámetros como la morfogénesis, morfometría y la morfodinámica. A su vez, la caracterización de las geoformas se logra identificando y describiendo las unidades geomorfológicas a través de la interpretación del relieve, interpretación que se genera a partir de factores geométricos, hipsométricos, litológicos, tectónicos, estructurales, climáticos y de usos del suelo, donde además entra la modelación que el hombre da a su entorno de acuerdo con sus necesidades y su cultura[1].

El esquema de jerarquización geomorfológica utilizado para el presente proyecto se muestra en la Figura 4. Este esquema se divide en geomorfoestructura, provincia, región, unidad, subunidad y componente.

Figura 4 Esquema de jerarquización geomorfológica utilizado de acuerdo con la escala de trabajo

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (INGEOMINAS), 2011.

- La geomorfoestructura está asociada a estudios de espacios continentales o intercontinentales caracterizados por estructuras geológicas y topográficas, regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea, con una escala de trabajo de 1:2.500.000 a 1:1.500.000.

[1] Servicio Geológico Colombiano. Propuesta de estandarización de las unidades geomorfológicas para Colombia. 2011

- La provincia geomorfológica corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con terrenos geológicos de Colombia los cuales están delimitados por el trazo de mega fracturas y suturas definidas e inferidas. Se encuentra asociada con escalas de trabajo entre 1:1.000.000 y 1:500.000 para estudios de fases nacionales generales y regionales.
- La región geomorfológica es la agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente. Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomorfológicos parecidos. La escala de trabajo está definida entre 1:250.000 y 1:500.000.
- La unidad geomorfológica se propone como la unidad básica de la cartografía geomorfológica. El termino unidad geomorfológica se define como una geoforma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomorfológico construccional o denudacional (destruccional) (acumulación o erosión), característico de un ambiente morfogenético dado. Está determinada con criterios genéticos, morfológicos y geométricos en función de la escala de trabajo propuesta de 1:50.000 a 1:100.000.
- La subunidad geomorfológica corresponde a una subdivisión de las unidades geomorfológicas. Está determinada fundamentalmente por los contrastes morfológicos y morfométricos, que relacional el tipo de material o la disposición estructural de los mismos, con la correspondiente topografía del terreno. Igualmente está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación bien definidos. La escala de trabajo está definida entre 1:10.000 y 1:25.000.
- El componente geomorfológico, es definido para escalas de trabajo con resolución entre 1:10.000 y 1:2.000. Para este caso se emplean diferencias y contrastes morfométricos producto de rasgos que la resistencia relativa de las unidades rocosas presenta a la interacción de los elementos degradadores del paisaje o son el producto de diversos tipos de eventos depositacionales en ambientes que acumulan los materiales que han sido trasportados por fluidos (agua, aire, tierra, escombros, hielo).

Para el presente estudio se adoptó el componente geomorfológico, debido a la escala de trabajo 1:10.000. El componente geomorfológico debe caracterizarse teniendo en cuenta aspectos como: morfogénesis, morfología, morfodinámica, morfometría, morfoestructura y morfocronología (Ver Tabla 19).

Tabla 19 – Aspectos para tener en cuenta para la caracterización del componente geomorfológico

CATEGORIZACIÓN	DEFINICIÓN	EJEMPLOS
MORFOGÉNESIS	Estudia el origen y evolución de las formas del terreno.	Dique aluvial, cono volcánico, escarpe de línea de falla, entre otros.
MORFOLOGÍA	Trata de la apariencia y forma del relieve en general.	Colinas bajas, escarpe, terrazas, entre otros.
MORFODINÁMICA	Trata de los procesos activos en el presente o aquellos, que se pueden activar en el futuro.	Movilidad fluvial, socavación lateral, fenómenos de remoción en masa, corrientes de dunas de arena.
MORFOMETRÍA	Trata de los aspectos cuantitativos de las geoformas. Medidas, dimensiones, valores.	Inclinación de la pendiente, altura relativa, altura absoluta, ancho, alto, profundidad.
MORFOESTRUCTURA	Referida a la disposición, composición y dinámica interna de la tierra.	Pasiva y activa. La pasiva se relaciona con las características de los materiales involucrados y su disposición estructural. La activa se relaciona con la dinámica endógena.
MORFOCRONOLOGÍA	Edad relativa o absoluta de cada una de las geoformas del terreno.	Geoformas recientes y aquellas heredadas de periodos anteriores, cuando prevalecían condiciones geológicas o climáticas distintas a las actuales.

Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2011

- Metodología para la elaboración del mapa geomorfológico

La elaboración de la cartografía geomorfológica se enfocó en proporcionar información concisa y sistemática sobre las formas del terreno y los procesos geomorfológicos que actúan sobre ellas. En este sentido, los mapas geomorfológicos son herramientas útiles que brindan conocimiento básico del terreno y permiten estructurar toda la información temática, enfocada a definir el comportamiento de los terrenos con aplicaciones diferentes, tales como evaluación de amenazas naturales. Existen tres clases de mapas geomorfológicos: analíticos, sintéticos y pragmáticos. Las características de cada tipo de mapa se presentan en la Tabla 20**.**

Tabla 20 – Clases de mapas geomorfológicos

CLASES DE MAPAS GEOMORFOLÓGICOS	CARACTERÍSTICAS DE LOS MAPAS
Mapas geomorfológicos analíticos	Estos mapas brindan información sobre formas del relieve y procesos con énfasis en la morfogénesis y la morfocronología. Incluyen información geológica (litológica y estructural). Estos mapas se constituyen en los mapas geomorfológicos básicos conteniendo información sobre: Morfogénesis, Morfología, Morfometría, Morfocronología y Morfoestructura.
Mapas geomorfológicos sintéticos	Estos mapas ofrecen información general del terreno con base en estudios multidisciplinarios. En este sentido toman la información proporcionada por los mapas geomorfológicos analíticos y la relacionan con otros factores del paisaje como clima, suelos, hidrología y vegetación. Dentro de estos mapas se cuenta

CLASES DE MAPAS GEOMORFOLÓGICOS	CARACTERÍSTICAS DE LOS MAPAS
	con información de perfiles de meteorización, tipo de suelo, propiedades mecánicas de los materiales.
Mapas geomorfológicos pragmáticos	Son los mapas producto de investigación geomorfológica con un propósito definido por ejemplo evaluación de amenazas y riesgos naturales o planificación territorial. Estos mapas reúnen la información consignada en los mapas geomorfológicos sintéticos y analíticos.

Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2011

Para el "Estudio de Impacto Ambiental Construcción de la Subestación Receptora SER 3 y su Línea de Transmisión A 115 Kv", se adoptó la elaboración del mapa geomorfológico analítico. Un mapa geomorfológico analítico, tiene en cuenta información referente a: la morfogénesis, la morfometría (pendientes) y la morfoestructura (litología). La morfogénesis se representa en forma de unidades geomorfológicas, si esta es cartografiable a la escala de estudio dada, o por medio de símbolos lineales adimensionales si las formas son demasiado pequeñas. Estas unidades por ser el más alto nivel del sistema cartográfico, van coloreadas de acuerdo al ambiente morfogenético principal así: las formas de origen morfoestructural de color púrpura; la formas de origen volcánico de color rojo; las formas de origen denudacional de color rosado; las formas de origen fluvial y lagunar de color azul; la formas de origen costero y marino de color verde; las formas de origen glacial y periglacial de color gris; las formas de origen kárstico de color naranja y la formas de origen antropogénico/biológico de color negro[2].

La elaboración del mapa geomorfológico del presente proyecto se realizó en base a los lineamientos generales propuestos por el SGC, 2011, en el marco de la estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Fue utilizada además la guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos del IDEAM (2013)[3]. De acuerdo con esta guía técnica, las fases para la elaboración del mapa geomorfológico de la zona de estudio, tiene que ver con:

- Selección de la información básica.
- Constitución de la base de datos.
- Procesamiento digital de imágenes.
- Fotointerpretación básica.
- Reinterpretación y clasificación final.
- Elaboración del mapa geomorfológico.

[2] Servicio Geológico Colombiano. Propuesta de estandarización de las unidades geomorfológicas para Colombia. 2011

[3] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos. 2013

- Fase final geomorfología

Los resultados para el capítulo de geomorfología se presentan a continuación:

- Caracterización de las unidades geomorfológicas dentro del área de influencia geomorfológica, teniendo en cuenta aspectos como morfogénesis, morfografía, morfoestructura y morfodinámica.
- Identificación de los procesos morfodinámicos actuales dentro del área de estudio. Así como el análisis multitemporal con base en interpretación de fotografías aéreas.
- Mapa geomorfológico a escala 1:10.000.

2.4.2.1.4 Suelos y uso de la tierra

El componente de suelos y uso de la tierra es elaborado dentro de dos fases:

- Fase inicial suelos

El trabajo inicial para el componente de suelos está orientado hacia la identificación inicial por medio de la imagen satelital del uso actual, potencial y la clasificación agrícola. Esta información es complementada con la definición a partir del mapa de suelos del departamento de Cundinamarca de las unidades cartográficas de suelo que afloran dentro del área de estudio. A su vez se utiliza el Plan de Ordenamiento Territorial para la ciudad de Bogotá y la cartografía temática presentada en el POMCA del río Bogotá.

La información secundaria obtenida del IGAC, POT de Bogotá y el POMCA del río Bogotá, reúne información sobre:

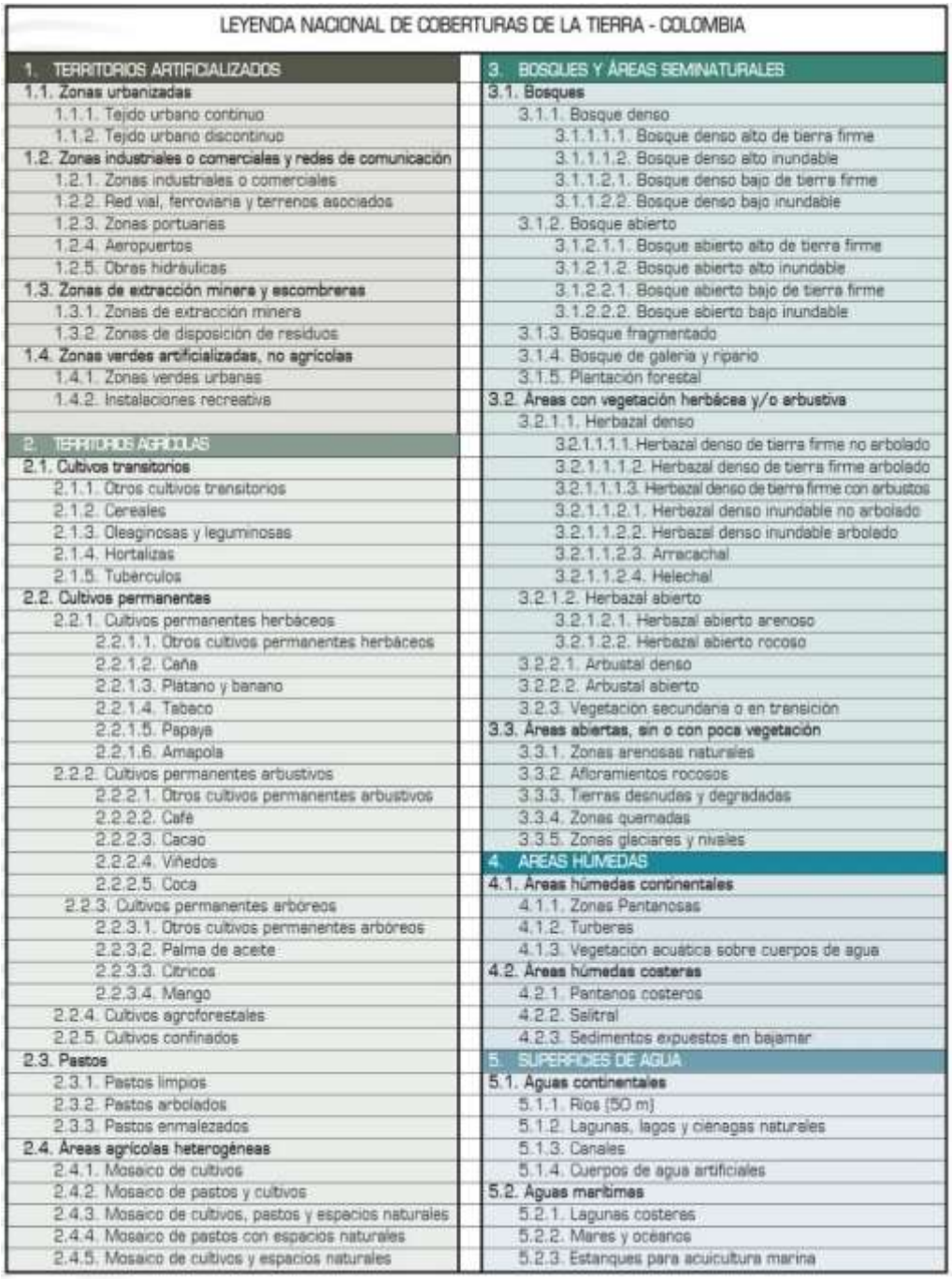
- Aspectos cartográficos de la distribución de las unidades de suelo a nivel departamental, referidas con la nomenclatura reconocida a nivel internacional, basada en los componentes geomorfológicos, climáticos y edafológicos que definen a cada una de las unidades de suelo existentes en el ámbito estudiado. Ejemplo: Unidad MWA (unidad localizada en paisaje de montaña, con clima cálido seco y con componente pedológico tipo A).
- Descripción taxonómica de los componentes pedológicos asociados, a cada unidad de suelo, que la definen como asociación, Consociación o complejo, según la proporción en que la integran.
- Clasificación agrológica de las unidades de suelo, basada en su potencialidad de uso, según sistema USDA.
- Descripción generalizada de los usos agropecuarios que fueron detectados durante la época del estudio.
- Descripción generalizada de las propiedades fisicoquímicas de las unidades reportadas: fertilidad, profundidad, drenaje y fenómenos que la afectan (erosión y pedregosidad).

- Fase final suelos

La descripción de las unidades de suelo se realizó en oficina, basado en la información secundaria para las unidades caracterizadas y haciendo el respectivo proceso de convalidación con el Estudio General de Suelos del Departamento de Cundinamarca, con el objeto de determinar su valor desde el punto de vista agro productivo, con base en sus propiedades físicas, químicas, y su grado de vulnerabilidad, frente a las perturbaciones que se puedan originar a consecuencia de las actividades incluidas en las estrategias formuladas para el presente proyecto.

Por su parte la Clasificación Agrológica del suelo se realizó utilizando como base el Estudio General de Suelos del Departamento de Cundinamarca complementado con las unidades de suelo caracterizadas, el POT de Bogotá y el POMCA del río Bogotá.

Los usos actuales del suelo son establecidos mediante fotointerpretación de imagen satelital del proyecto. A partir de la fotointerpretación de coberturas y su clasificación mediante la metodología Corine Land Cover y el cruce con las unidades cartográficas de suelo se definieron los polígonos de uso actual, clasificados según criterios definidos por el IGAC en la Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia Vol. 2 Bogotá D.C.



LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA

1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS
1.1. Zonas urbanizadas
1.1.1. Tejido urbano continuo
1.1.2. Tejido urbano discontinuo
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
1.2.1. Zonas industriales o comerciales
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
1.2.3. Zonas portuarias
1.2.4. Aeropuertos
1.2.5. Obras hidráulicas
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras
1.3.1. Zonas de extracción minera
1.3.2. Zonas de disposición de residuos
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas
1.4.1. Zonas verdes urbanas
1.4.2. Instalaciones recreativa

2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS
2.1. Cultivos transitorios
2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.2. Cereales
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas
2.1.4. Hortalizas
2.1.5. Tubérculos
2.2. Cultivos permanentes
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.2. Caña
2.2.1.3. Plátano y banano
2.2.1.4. Tabaco
2.2.1.5. Papaya
2.2.1.6. Amapola
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.2. Café
2.2.2.3. Cacao
2.2.2.4. Viñedos
2.2.2.5. Coca
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos
2.2.3.2. Palma de aceite
2.2.3.3. Cítricos
2.2.3.4. Mango
2.2.4. Cultivos agroforestales
2.2.5. Cultivos confinados
2.3. Pastos
2.3.1. Pastos limpios
2.3.2. Pastos arbolados
2.3.3. Pastos enmalezados
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas
2.4.1. Mosaico de cultivos
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales

3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES
3.1. Bosques
3.1.1. Bosque denso
3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable
3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
3.1.2. Bosque abierto
3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme
3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
3.1.3. Bosque fragmentado
3.1.4. Bosque de galería y ripario
3.1.5. Plantación forestal
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
3.2.1.1. Herbazal denso
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
3.2.1.1.2.3. Arracachal
3.2.1.1.2.4. Helechal
3.2.1.2. Herbazal abierto
3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
3.2.2.1. Arbustal denso
3.2.2.2. Arbustal abierto
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
3.3.1. Zonas arenosas naturales
3.3.2. Afloramientos rocosos
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
3.3.4. Zonas quemadas
3.3.5. Zonas glaciares y nivales

4. ÁREAS HÚMEDAS
4.1. Áreas húmedas continentales
4.1.1. Zonas Pantanosas
4.1.2. Turberas
4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
4.2. Áreas húmedas costeras
4.2.1. Pantanos costeros
4.2.2. Salitral
4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar

5. SUPERFICIES DE AGUA
5.1. Aguas continentales
5.1.1. Ríos (50 m)
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5.1.3. Canales
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
5.2. Aguas marítimas
5.2.1. Lagunas costeras
5.2.2. Mares y océanos
5.2.3. Estanques para acuicultura marina

Figura 5 Clasificación de Usos Actuales de acuerdo con Corine Land Cover

Fuente: IDEAM, 2004

A partir de la clasificación agrológica se estableció la potencialidad de uso de los suelos, determinada mediante la metodología recomendada por el IGAC y referenciada en la publicación: Cobertura y Uso Actual de las Tierras en Colombia Volumen II en CD publicado en al año 2002.

La metodología para establecer los conflictos de uso del suelo se basó en el análisis comparativo del uso actual del suelo y su clasificación agrológica. Los resultados que se desprenden de este análisis se pueden clasificar en diferentes niveles que van desde el uso apropiado, es decir tierra sin conflicto de uso, hasta el uso en actividades muy distantes de su potencialidad, es decir tierras con sobreutilización severa (Tabla 21).

Tabla 21 – Metodología para el establecimiento de conflictos del uso del suelo

VOCACIÓN		USO ACTUAL										
		AGRÍCOLA				AGROFORESTAL		GANADERÍA		FORESTAL		CONSERVACIÓN
TIPO PRINCIPAL DE USO		CTI, CTS	CSI		CSS	SAG	SAP-SPA	PSI	PEX	FPR	FPP	CFP, CRH
		Cu	Cña, Ba, Fr, Cf, Pa	Ac	Cs-cñ	Af	Pa	Pm	Ap, Pn	Bp	Bi, Ma	
AGRÍCOLA	Cultivos transitorios intensivos **CTI.**	SC	SC	SUM	SUM	SUM	SUS	SUL	SUS	SUS	SUS	SUS
	Cultivos transitorios semi-intensivos **CTS.**	SC	SC	SUL	SUL	SUM	SUS	SUL	SUS	SUS	SUS	SUS
	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos **CSI.**	SC	SC	SUL	SUL	SUM	SUS	SUL	SUS	SUS	SUS	SUS
	Cultivos semipermanentes y permanentes semi intensivos **CSS.**	SOL	SOL	SC	SC	SC	SUM	SOL	SUM	SUL	SUS	SUS
AGROFORESTAL	Silvoagrícola **SAG.**	SOS	SOL	SOM	SOL	SC	SUM	SOM	SUL	SC	SUM	SUS

VOCACIÓN		USO ACTUAL										
		AGRÍCOLA				AGROFORESTAL		GANADERÍA		FORESTAL		CONSERVACIÓN
	Agrosilvopastoriles **SAP.**	SOS	SOL	SOM	SOL	SOL	SC	SOM	SC	SC	SUM	SUS
	Silvopastoril **SPA.**	SOS	SOM	SOS	SOM	SOM	SC	SOM	SC	SC	SUM	SUS
	Pastoreo intensivo **PSI.**	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SUL	SC	SUM	SC	SUS	SUS
PECUARIO	y semiintensivos pastoreo extensivo **PEX.**	SOS	SOS	SOS	SOS	SOM	SUL	SOL	SC	SC	SUM	SUS
FORESTAL	Producción **FPR**	SOS	SOM	SOS	SOS	SUL	SOL	SOS	SUM	SC	SUM	SUS
	Protección - producción **FPP.**	SOS	SOS	SOS	SOS	SOM	SOM	SOS	SOL	SC	SC	SC
	Protectora **CFP**	SOS	SOS	SOS	SOS	SOM	SOS	SOS	SOM	SC	SOL	SC
CONSERVACIÓN	Recursos hídricos **CRH.**	SOS	SOS	SOS	SOS	SOS	SOS	SOS	SOS	SC	SOS	SC
	Recuperación **CRE.**	SOS	SOS	SOS	SOS	SOS	SOS	SOS	SOS	SC	SOS	SC

Fuente: CPA Ingeniería S.A.S., 2022

Como resultado para el componente de suelos se presentó la siguiente información.

- Mapa de suelos. Incluyendo clasificación agrológica de los suelos, uso actual y potencial y el establecimiento de los conflictos del uso del suelo.
- Clasificación edafológica de los suelos presentes en el área de estudio.
- Informe de suelos, donde se presente las unidades cartográficas de suelos, uso actual del suelo, potencial y conflicto del suelo.

2.4.2.1.5 Hidrogeología

La exploración de aguas subterráneas comprende todos los estudios encaminados a la localización, definición de las dimensiones y caracterización de las zonas favorables para la acumulación de aguas

subterráneas. El nivel de evaluación y alcance de la exploración hidrogeológica dependen de la escala de trabajo en donde se deben cumplir las siguientes etapas:

En la etapa 1 se encuentran estudios hidrogeológicos de reconocimiento a escalas iguales o menores de 1:500.000. Son estudios preliminares de una extensa región natural, una unidad hidrogeológica o un país entero. En esta etapa se identifican las estructuras y unidades hidrogeológicas de mayor interés, lo que permite planificar adecuadamente la siguiente etapa de exploración. La finalidad de esta etapa es presentar las condiciones hidrogeológicas generales del territorio mediante la compilación y síntesis de información secundaria, es de carácter orientativo y, por lo tanto, se debe realizar rápidamente.

Para la etapa 2 se presentan estudios de exploración y evaluación hidrogeológica regional de escalas 1:250.000 a 1:50.000, estos estudios son de evaluación y caracterización y permiten determinar las particularidades del origen, distribución y régimen de las aguas subterráneas en las estructuras hidrogeológicas definidas en la etapa anterior. En esta etapa se identifican, delimitan y caracterizan las estructuras hidrogeológicas y se estiman, a nivel de pronóstico, los recursos y reservas de agua subterránea. Los resultados de estos estudios permiten definir las áreas con mayor potencial para el aprovechamiento del agua subterránea y establecer pautas para su conservación y protección.

Adicionalmente se considera los estudios de exploración hidrogeológica de detalle a escala igual o mayor a 25.000, estos estudios permiten tener un conocimiento detallado de zonas específicas para el aprovechamiento de aguas subterráneas, termales y minerales, con el fin de localizar y diseñar obras de captación o resolver problemas específicos como contaminación, construcción de obras civiles, minería, entre otros. Este tipo de estudios generalmente son locales.

Debido a que la escala de trabajo para el presente estudio es 1:10.000, el tipo de estudio hidrogeológico mostrado a continuación tiene un alcance local.

- Fase inicial

La fase inicial para el capítulo de hidrogeología se orientó hacia la consulta de estudios hidrogeológicos en cercanías o dentro del área del proyecto. Dentro de la información relacionada se consultó el Atlas de aguas subterráneas de Colombia: Mapa de unidades hidrogeológicas de la plancha 5-04, escala 1:500.000 realizada por el INGEOMINAS en el año 2000, así como el mapa hidrogeológico de Colombia, escala 1:2.500.000, realizado en el año 1989 por la misma entidad. En estos dos informes se definen las unidades hidrogeológicas de carácter regional en la zona de estudio del presente proyecto, así como sus características hidrogeológicas, capacidad específica promedio, direcciones de flujo regionales, permeabilidad y las formaciones geológicas asociadas, de las cuales, con base en su litología se define según su comportamiento hidrodinámico si es un acuífero, acuitardo, acuicludo o acuifugo. Con la información de las unidades hidrogeológicas identificadas en el área junto con la topografía y las coberturas vegetales las cuales permiten o dificultan la infiltración de la escorrentía, se hace una identificación preliminar de zonas de recarga y descarga. Para este estudio adicionalmente se consultó la información cartográfica presentada en el POMCA del río Bogotá.

- Fase final

Con la información secundaria validada, se realizó la definición de las unidades hidrogeológicas dentro del área de estudio, así como la calificación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación presentes en el área de estudio a través del método GOD.

Foster (1991) establece el término vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación, para representar las características intrínsecas que determinan la susceptibilidad de un acuífero a ser adversamente afectado por una carga contaminante; ésta establece la facilidad con la cual ingresan las sustancias que pueden degradar la calidad del agua subterránea, mediante infiltración a través del suelo y la zona no saturada; Zaporozec (2002) la define como una propiedad intrínseca del sistema de agua subterránea que depende de la sensibilidad del mismo a los impactos humanos y/o naturales.

Para estimar la vulnerabilidad existen diferentes métodos, de los cuales pueden mencionarse: 1) métodos de índice y superposición, los cuales evalúan la vulnerabilidad de manera cualitativa y relativa; 2) los modelos de simulación, que cuantifican el tiempo de viaje de la sustancia hasta la superficie del agua y requieren gran cantidad de información y 3) los modelos estadísticos, donde la vulnerabilidad se expresa como una probabilidad a la contaminación.

Dentro de los métodos paramétricos (de superposición e índices), se distinguen: a) los métodos de matriz, que utilizan parámetros muy seleccionados y solo tiene aplicabilidad local; b) los métodos de puntuación, en los que cada parámetro está dividido en clases a las que se les atribuye una puntuación, la metodología más destacada es GOD; c) también existen métodos de puntuación y ponderación, en los que además de asignar una puntuación para cada parámetro, este es multiplicado por un factor ponderador, entre ellos se destaca el método DRASTIC, y d) los métodos de relaciones antagónicas (MAVDT, 2010).

Para la determinación y mapeo de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación en el área de influencia hidrogeológica del presente proyecto, y de acuerdo a la información disponible, se seleccionó el método GOD propuesto por Foster (1987), en CEPIS (1991), el cual corresponde a un método de índice y superposición, que ofrece claridad conceptual y simplicidad de aplicación y que es el único que contempla tangencialmente el tipo de acuífero en lo referente a su comportamiento hidráulico y grado de consolidación.

Esta metodología sugiere que la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación debe ser medida según: 1) El grado de inaccesibilidad de los contaminantes a través de la zona no saturada de un acuífero y 2) El grado de atenuación a la contaminación que posean los estratos de la zona no saturada (retención o reacción fisicoquímica). Así, la susceptibilidad de los acuíferos a la contaminación se considera como una función de las propiedades intrínsecas del suelo y del estrato litológico que comprenden la zona no saturada.

- Sondeo eléctrico vertical (SEV)

Para identificar las características de los suelos que se encuentran debajo de la estación SER 3, se realizaron un sondeo eléctrico vertical (SEV) de la zona de estudio. Este método consiste en introducir

una corriente eléctrica en el subsuelo con el fin de observar las resistividades de las diferentes capas litológicas y poder identificar capas homogéneas o discontinuidades en una misma capa; entre mayor grosor o cuerpos rocosos se presenten la resistividad será mayor, por otro lado, entre mayor cantidad de arcillas o de humedad se presente la resistividad será menor. Este sondeo presentará las siguientes características: una longitud aproximada de 200 metros, estará ubicado de forma paralela a la avenida caracas, el centro de la línea estará ubicado en el lugar exacto donde se construirá la subestación y la meta será alcanzar los 11 metros de profundidad.

El principal objetivo de esta práctica es identificar los espesores, profundidad y continuidades de las diferentes capas geológicas de la zona, haciendo principal énfasis en aquellas que puedan almacenar agua y que puedan ser afectados por medio de mecanismos antrópicos como la sequía de los cuerpos o contaminación de estos en la fase de construcción. Finalmente es importante tener en cuenta que tanto la existencia como la longitud de estos cuerpos es determinante para la caracterización del subsuelo.

- Metodología para la determinación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación por el método GOD

El método “GOD” permite evaluar áreas con escasa información, con regular distribución de datos y con incertidumbre de estos y considera los siguientes parámetros de evaluación:

Groundwater – G: Se refiere a la condición de confinamiento del acuífero y establece las siguientes categorías: no confinado, no confinado-cubierto, semiconfinado, confinado y sin presencia de acuífero.

Overall - O: Este parámetro incluye una caracterización global de la zona que suprayace al acuífero, en cuanto a la naturaleza litológica, al grado de consolidación y el fracturamiento de la roca.

Depth - D: Profundidad del nivel freático en acuíferos libres o profundidad del estrato litológico confinante en acuíferos confinados.

Cada característica se sintetiza en coberturas cuya indexación final genera el mapa de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación. En esta metodología se han establecido escalas numéricas para valorar cada parámetro de acuerdo con su capacidad de atenuación de contaminantes.

El grado de vulnerabilidad total se determina multiplicando los valores asignados a cada parámetro, obteniéndose valores de 0 a 1, donde el cero "0" indica una vulnerabilidad despreciable y el "1" una vulnerabilidad extrema a la contaminación. Los valores de los parámetros propuestos por este método se muestran a continuación:

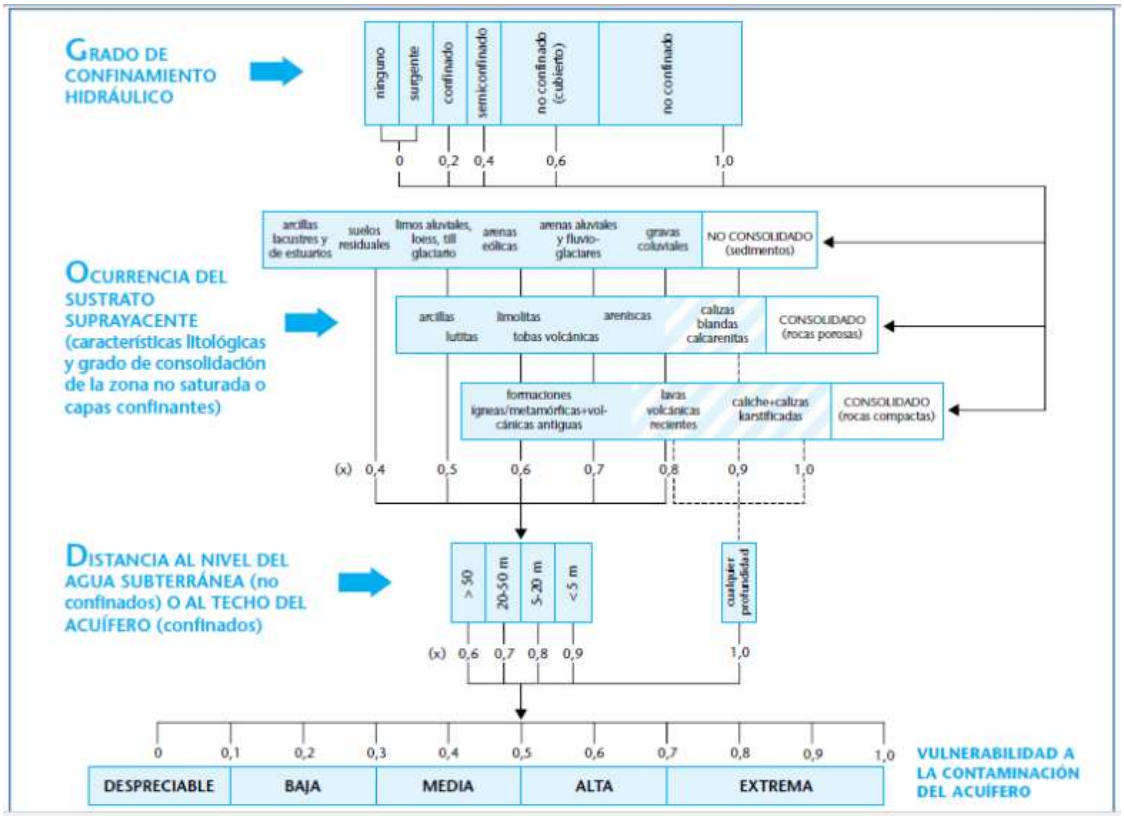


Figura 6 Sistema De Indexación God Para La Vulnerabilidad De Los Acuíferos A La Contaminación

Fuente: Groundwaterpollution, aquiferrecharge and vulnerability, 1998

Por tanto, se definieron las siguientes categorías de vulnerabilidad de acuerdo con el método de indexación GOD, como se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22 – Calificación De Vulnerabilidad De Los Acuíferos a la Contaminación, Método GOD

CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD	ÍNDICE	DEFINICIÓN
Acuíferos con Vulnerabilidad Extrema	Entre 0,7 y 1,0	Se consideran susceptibles a la mayoría de los contaminantes y con impacto relativamente rápido.
Acuíferos con Vulnerabilidad Alta	Entre 0,5 y 0,7	Son vulnerables a muchos contaminantes, excepto a los absorbibles y/o fácilmente transformables
Acuíferos con Vulnerabilidad Moderada	Entre 0,3 y 0,5	Son vulnerables a mediano plazo a la mayoría de los contaminantes.
Acuíferos con Vulnerabilidad Baja	Entre 0,1 y 0,3	Son vulnerables a largo plazo a contaminantes persistentes.
Acuíferos con Despreciable Vulnerabilidad	Entre 0 y 0,1	Las capas confinantes no permiten un flujo significativo hacia el acuífero.

Fuente: MAVDT, 2010

Dentro de los resultados del capítulo de hidrogeología se incluyó:

- Identificación de los acuíferos de carácter regional y local.
- Mapa de unidades hidrogeológicas del área de estudio.
- Establecimiento de las zonas de recarga y descarga, direcciones de flujo, calidades y tipos de usos actuales.
- Inventario de puntos de agua subterránea.
- Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos presentes a la contaminación.

2.4.2.1.6 Atmósfera

A continuación, se realiza la descripción de los elementos analizados para el componente atmosférico, que son aplicables al proyecto como son clima, calidad de aire y ruido.

2.4.2.1.6.1 Clima

El análisis de clima se realizó a partir de la recopilación, procesamiento y análisis de los registros del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), junto a las publicaciones de dicho instituto.

Inicialmente, se realizó una revisión de los fenómenos climáticos propios del país profundizando en aquellos que se presentan en la región objeto del estudio. Posteriormente, se examinan las variables de presión atmosférica, temperatura, humedad relativa, dinámica del viento, precipitación, brillo solar, nubosidad y evaporación para la identificación del clima.

Para realizar el análisis y zonificación climática, se utilizan los registros de estaciones elegidas bajo criterios de proximidad geográfica y representatividad en cercanías al área de estudio, lo cual permite obtener un marco regional que ayuda a determinar el régimen histórico de los factores meteorológicos enunciados (Figura 7). Dichos puntos de medición pertenecen al Catálogo Nacional de Estaciones del IDEAM y sus generalidades se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23 – Localización de las estaciones meteorológicas

ID	TIPO	NOMBRE	CODIGO	UBICACIÓN (Magna Colombia Origen Único)	
				ESTE	NORTE
1	CO	UNIVERSIDAD NACIONAL	21206970	4881320	2065830
2	CO	JARDÍN BOTÁNICO	21205012	4879250	2070600
3	CO	UNISALLE CENTRO	21205710	4877750	2074050

Fuente: CPA Ingeniería S.A.S., 2022

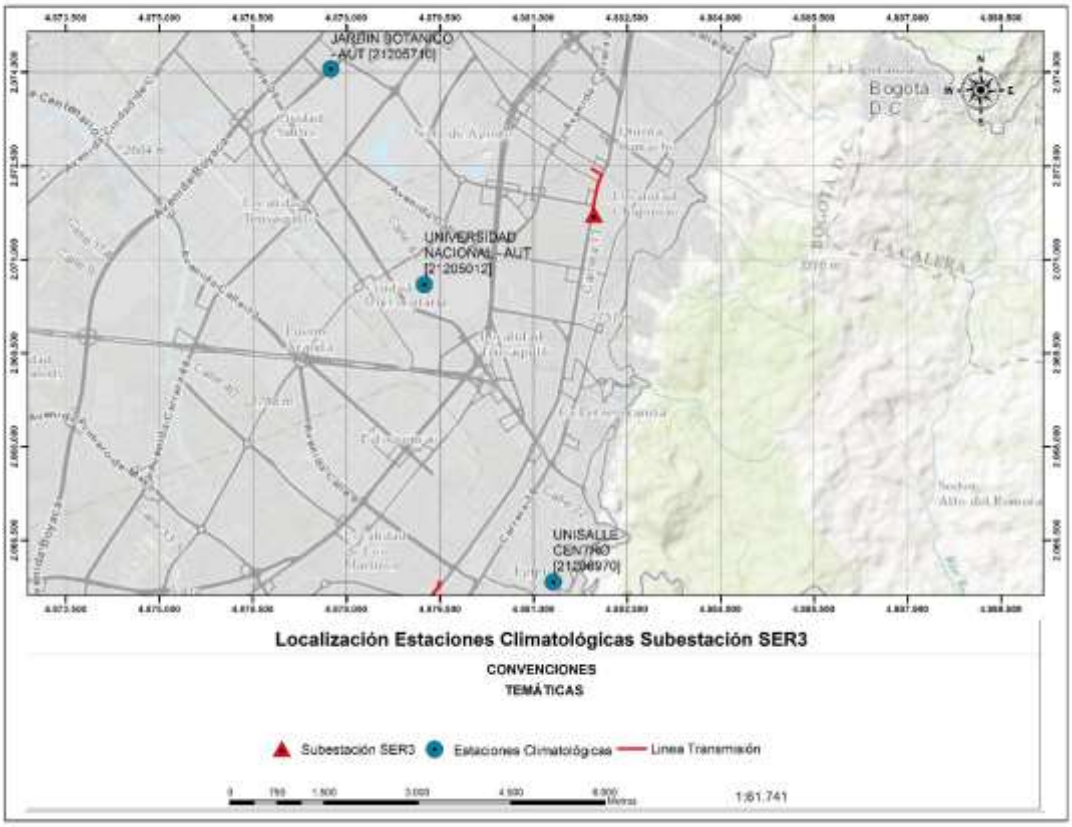


Figura 7 Localización de las estaciones meteorológicas

Fuente: CPA Ingeniería S.A.S., 2022

2.4.2.1.6.2 Calidad de Aire

El estudio de calidad del aire tiene como objetivo la evaluación y caracterización de la concentración de los diferentes contaminantes en el aire y su incidencia en la alteración de las propiedades físicas y químicas de la atmósfera; teniendo en cuenta los mecanismos de incorporación (biogénico y/o antropogénico). Esto teniendo en cuenta los factores meteorológicos como:

- Precipitación: media diaria, mensual y anual, y su distribución en el área de influencia.
- Temperatura: media, mínima y máxima, y su distribución espacial.
- Viento: Dirección y velocidades, identificando la variación mensual y, presentando rosa de vientos.
- Humedad Relativa: media, máxima y mínima mensual multianual.
- Presión atmosférica: horaria y mensual multianual.
- Radiación solar: media mensual y anual

- Nubosidad
- Evaporación y evapotranspiración potencial

La información primaria de Calidad de Aire fue tomada y procesada por la empresa Metro Línea 1 en el marco de la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social para la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB, los puntos de monitoreo fueron establecidos teniendo como guía los lineamientos descritos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad de Aire, el cual fue generado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Se realizó análisis de material particulado PST y PM 10, análisis de sustancias como NOX, SOX, CO y O_3, compuestos orgánicos volátiles e hidrocarburos totales. Se realizaron 30 puntos de monitoreos a lo largo del estudio para la PLMB y teniendo en cuenta la dinámica de los vientos dentro de la ciudad, determinada por el método rosas de los vientos. En la Tabla 24, se relaciona la forma de medida.

Tabla 24 – Variables para medir y forma de medición.

VARIABLE	MEDIO DE MEDICIÓN
Determinación de SO_2 en la atmósfera	Manual
Determinación directa de la concentración de NO_2.	Automático
Determinación directa de la concentración de CO.	Automático
Compuestos Orgánicos Volátiles e Hidrocarburos totales.	Automático
Determinación directa de la concentración de Ozono (O_3)	Automático
VARIABLE	**MATRIZ**
AIRE	
Determinación de material particulado de 10 micras (PM10)	Manual
Determinación de material particulado de 2.5 micras (PM2.5)	Manual

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S, 2022.

Para la Subestación Receptora SER 3, se observa que los puntos más cercanos. Estos se relacionan en la Tabla 25.

Tabla 25 – Punto de aire cercano a SER 3.

PUNTO	COORDENADAS (Magna Origen Único)	
	ESTE	NORTE
Estación 25 Aire	4881562,59	2071534,89
Estación 26 Aire	4882456,7	2071282,74
Estación 27 Aire	4881450,51	2072175,72

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S, 2022.

Análisis de Resultados

Una vez realizados los análisis complementarios del laboratorio y teniendo los datos recolectados en campo de los muestreos pertenecientes a las muestras recolectadas en la campaña de calidad del aire, se prosigue con el desarrollo del informe final, dicho informe debe contener lo siguiente:

Los resultados del monitoreo deben presentarse como un informe anexo en donde se incluya como mínimo:

- Fecha de la medición, hora de inicio y de finalización.
- Ubicación geográfica de estaciones de monitoreo y entorno.
- Criterios para selección de puntos de monitoreo.
- Resumen ficha técnica de las estaciones de monitoreo.
- Tecnologías de medición de las estaciones de monitoreo.
- Contaminante evaluado.
- Tecnologías de monitoreo utilizadas
- Tipo de instrumentación utilizado.
- Equipo de medición utilizado, incluyendo números de serie.
- Datos de calibración, ajuste del instrumento de medida y fecha de vencimiento del certificado de calibración.
- Procedimiento y método de medición utilizado.
- Condiciones predominantes.
- Condiciones atmosféricas.
- Cadena de custodia de las muestras.
- Resultados numéricos y comparación con la normatividad aplicada.

- Descripción de los tiempos de medición, intervalos de tiempos de medición y de referencia, detalles del muestreo utilizado.
- Reporte de memoria y descripción del cálculo empleado (incertidumbre, ajustes, entre otros).
- Descripción detallada de los resultados.
- Mapa detallado que muestre la posición de las fuentes de emisión, objetos relevantes y puntos de observación y medición.
- Copia de los certificados de calibración electrónica de los equipos de medición.
- Bitácoras y formatos de campo de los muestreos.
- Análisis, resultados consolidados y estadísticos, y demás información necesaria de todas las actividades realizadas durante el periodo de monitoreo.
- Demas información y sin limitarse a la establecida en el protocolo del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Los informes deberán contener dentro de su análisis de la información capturada:

- Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de PM10
- Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de PM2.5
- Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de SO2
- Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de NO2
- Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de CO
- Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de Hidrocarburos Totales (HCT).
- Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC´s).
- Descripción y análisis del comportamiento de la concentración de Ozono (O3).

2.4.2.1.6.3 Ruido Ambiental

La información primaria de Ruido Ambiental fue tomada y procesada por la empresa Metro Línea 1 en el marco de la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social para la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB para esta, se realizó monitoreo en 29 puntos referenciados a lo largo de la trayectoria de la PLMB; y así determinar los niveles de presión sonora-NPS actuales del área de interés siguiendo los parámetros establecidos en la normatividad nacional Resolución 627 de 2006.

Condiciones para tener en cuenta para realizar la caracterización del ruido ambiental:

- Altura aproximada de edificaciones y distancia al punto de monitoreo.

- Condiciones de las vías de acceso al sector.
- Flujo vehicular: si es alto, bajo o medio.
- Tipo de vehículos que transitan en el sector.
- Características del sector como: comercial, vivienda, industrial, rural, etc.
- Condiciones orográficas: valles, montañas, etc.

La caracterización se realizó mediante un monitoreo donde se registraron los niveles de presión sonora emitidos por las fuentes de generación evaluadas. Para el monitoreo es preciso tener en cuenta las condiciones meteorológicas, orográficas y físicas del lugar en donde se van a realizar las mediciones ya que estos pueden influir en los reportes. Se tienen en cuenta las siguientes características para la medición:

- Verificar que las baterías del equipo estén con suficiente carga, además el certificado de calibración electrónica del sonómetro debe estar vigente de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- El sonómetro debe tener una pantalla de viento adecuada al tamaño del micrófono y un trípode para el montaje
- El intervalo unitario de tiempo de medida (T) se establece en un (1) hora la cual puede ser medida de forma continua o en intervalos de tiempo distribuidos uniformemente hasta obtener mínimo quince (15) minutos de medición.
- El LAeq,T se obtiene con la fuente de emisión funcionando durante el tiempo de mayor emisión, y el LAeq,T,Residual se obtiene con la fuente apagada y en el mismo sitio y tiempo de la medición anterior, manteniendo invariables las condiciones del entorno

Se realizó por medio de un montaje con un trípode y sonómetros, para realizar las mediciones correspondientes. Se elevó a 4 m con respecto al suelo y una distancia de 3 a 4m de la fuente en sentido horizontal, instalando el micrófono frente a la fuente obteniendo una medición de 1 hora en horario diurno o nocturno, según sea el caso y luego se determina el ruido residual (con la fuente específica de emisión apagada) durante 1 hora. Para efectos de medición en el horario diurno y nocturno, se consideraron los horarios de medición como lo indica el artículo 2 de la Resolución 627 de 2006 (Tabla 26).

Tabla 26 – Horario Ruido ambiental

HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
De las 7:01 a las 21:00 horas	De las 21:01 a las 7:00 horas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S, 2022.

Para los análisis de resultados se realizó una valoración de los niveles de ruido ambiental, durante los horarios diurno y nocturno en los puntos ubicados en el área del proyecto, teniendo en cuenta los usos

del suelo. Esta valoración considero las mediciones en campo (Leq) hechas en ponderación A y tiempo de respuesta S y las compara con la normatividad ambiental vigente.

2.4.2.1.6.4 Electromagnetismo

Se realizó el análisis de los estudios realizados por el Laboratorio de Ensayos Eléctricos de la Universidad Nacional para la empresa Enel Codensa, quién llevó a cabo una simulación de campos eléctricos y magnéticos para la subestación San José, la cual cuenta con características similares a las que tiene la subestación SER 3. Dicho estudio tenía por objeto medir el rango de afectación por campos para la operación de la subestación.

2.4.2.1.7 Geotecnia

La metodología utilizada para la caracterización del componente geotécnico es la recomendada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en sus publicaciones: “Metodología General para la elaboración y presentación de estudios ambientales (2018)”. Dentro de esta metodología se presentan las fuentes de información oficial que deben ser consultadas para la elaboración de estudios ambientales para el componente geotécnico. Las fuentes de información oficiales consultadas corresponden al Servicio Geológico Colombiano, Unidad Nacional de Gestión del Riesgo y Desastres (UNGRD), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca; POMCA Cuenca río Bogotá y la toma de información primaria.

El estudio geotécnico del presente proyecto es realizado de forma cualitativa y cuantitativa, teniendo en cuenta lo estipulado en la metodología general para la elaboración y prestación de estudios ambientales (2018), así como la necesidad del proyecto, la cual se encuentra encaminada hacia la determinación del grado de estabilidad del terreno para el correcto desarrollo del presente proyecto.

- Geotecnia cualitativa

La fase final para el capítulo de geotecnia se encuentra orientada hacia la zonificación geotécnica ambiental del área de estudio, así como la caracterización geotécnica del suelo donde se localiza el proyecto.

Se realiza un análisis de la estabilidad geotécnica en el área de influencia con énfasis hacia la zonificación geomecánica, a partir de variables geo ambientales y del terreno, tales como: mapa de pendientes, génesis y evolución de las formas del terreno, clasificación litológica para cada una de las geoformas, descripción de las fallas presentes, cobertura vegetal, entre otros.

- Metodología estabilidad geotécnica

La metodología implementada en la zonificación geotécnica consiste en asignar una calificación a cada una de las categorías de las variables evaluadas; de acuerdo con las condiciones de inestabilidad o estabilidad que ofrece el terreno; donde cero (0), es el valor asignado a un terreno estable y uno (1) a un terreno en condiciones de inestabilidad. La Tabla 27 , muestra el rango de valores para los parámetros en la zonificación geotécnica.

Tabla 27 – Rangos de valores utilizados para los parámetros de estabilidad en la zonificación geotécnica

ESTABILIDAD	VALOR
Zona de estabilidad Muy Alta	0,00 a 0,20
Zona de estabilidad Alta	0,21 a 0,40
Zona de estabilidad Media	0,41 a 0,60
Zona de estabilidad Baja	0,61 a 0,80
Zona de estabilidad Muy Baja	0,81 a 1,00

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

Luego se realizó la sumatoria de los pesos asignados e incrementados según el valor del factor de ponderación (Ver Tabla 28), obteniendo como resultado posible máximo nueve (9), siendo ésta la valoración máxima que se le asignaría a todos los factores si éstos indicaran una estabilidad geotécnica muy baja. Para ello, se efectúa un procesamiento de normalización de los valores mínimos y máximos encontrados y así se determina la calificación correspondiente a la estabilidad. Para ecualizar un factor dado en el análisis de estabilidad geotécnica se incluye un factor de ponderación, que varía entre 1 y 2, el cual, para la zona de estudio, dadas las características encontradas es 1.

Tabla 28 – Factores evaluados para la zonificación geotécnica del área de estudio, con su respectivo factor de ponderación

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE PONDERACIÓN
Pendientes	Ángulo de inclinación del terreno.	1
Unidades Litológicas	Tipo de material litológico: arenitas bioclásticas con lodolitas y limolitas calcáreas.	1
Cobertura Vegetal	Tipos de coberturas de la tierra según la clasificación de Corine Land Cover.	1
Geomorfología	Tipo de geoformas.	1
Hidrogeología	Unidades de roca con capacidad alta, media o baja para almacenar agua.	1
Hidrología	Capacidad de las corrientes para erosionar.	1
Edafología	Unidad taxonómica de los suelos.	1
Sismología	Grado de amenaza sismológica de acuerdo con la NSR-10.	1
Climatología	Precipitación. Zonas con mayor o menor grado de precipitación.	1
TOTAL, SUMATORIA		**9**

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

Se debe tener en cuenta que los pesos que se le asigna a cada una de las variables son por consideraciones técnicas de cada componente ambiental (pendientes, unidades geológicas, subunidades geomorfológicas, cobertura vegetal, hidrología, hidrogeología, climatología, sismología y edafología) a criterio profesional, mostrando cómo influyen estos factores en la estabilidad geotécnica del terreno.

- Geotecnia cuantitativa

La geotecnia cuantitativa fue realizada a partir de datos geotécnicos de campo, teniendo en cuenta las características geológicas de la zona del proyecto.

La estabilidad de un proyecto de edificación, de obra civil o minería, viene condicionado por la correcta determinación de las características del suelo o roca sobre el que se va a asentar el proyecto.

Este análisis pormenorizado del terreno es de vital importancia para poder entender su comportamiento en relación con los cambios que van a ocurrir en su estado tensional.

De este modo, el estudio geotécnico sirve como herramienta esencial para recoger todos los detalles geológicos y geotécnicos del área de trabajo, así como para definir las recomendaciones a nivel de diseño de, por ejemplo, la estructura a construir y el talud a excavar.

Las fases del estudio geotécnico se presentan a continuación:

- Estudio in situ de la zona de trabajo

La visita al terreno por parte del técnico especializado constituye la parte fundamental de todo estudio geotécnico. Es necesario situarse en el contexto geológico del área de estudio, analizando todas las variables existentes: topografía del terreno, afloramientos, existencia de agua, inestabilidades en estructuras, taludes y terraplenes cercanos, entre otras.

De este modo, se puede obtener una visión global del lugar y poder mejorar el criterio a la hora de definir las condiciones geotécnicas, así como de diseño y construcción, en el informe final.

- Reconocimiento geotécnico de campo

Una vez analizada la zona de estudio, es necesario estudiar en detalle el terreno tanto a nivel superficial como en profundidad. El trabajo de reconocimiento geotécnico del área de estudio fue realizado el 27 de octubre de 2022.

2.4.2.2 Medio Biótico

En el presente ítem se describe la metodología utilizada para la caracterización de cada uno de los elementos del componente biótico del área de influencia para el proyecto Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 3 y sus Líneas de Transmisión a 115 kV.

Lo anterior tiene como objeto establecer la información básica del componente biótico, que junto con la descripción de las actividades son las principales herramientas para la determinación de los impactos

potenciales asociados al desarrollo del proyecto y el planteamiento de medidas de manejo encaminadas a la prevención, mitigación, control y/o compensación de estos.

2.4.2.2.1 Ecosistemas Terrestres

La caracterización de los ecosistemas terrestres se abordó para el presente estudio desde tres ejes, la identificación de coberturas terrestres, la caracterización de flora y la caracterización de fauna, los elementos metodológicos del desarrollo se presenta en el presente documento en los títulos a continuación los resultados del ejercicio de caracterización se presentan el Capítulo 5. Caracterización del Área de Influencia.

2.4.2.2.2 Coberturas terrestres

La "Cobertura" de la tierra, es la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2005), en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua.

En términos puntuales para la delimitación de las coberturas de la tierra, el IDEAM (1997) describe la cobertura como la unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima.

La cobertura puede originarse de ambientes naturales, producto de la evolución ecológica (bosques, sabanas, lagunas, entre otras), o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el hombre (cultivos, represas, ciudades, etc.).

Atendiendo los requerimientos exigidos por el MADS en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aplicable a proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica, se presentará una descripción de las diferentes unidades de cobertura vegetal identificadas en el área de influencia del proyecto, la cual se realizará utilizando la leyenda nacional de coberturas de la tierra CORINE LAND COVER adaptada para Colombia (IDEAM *et al*. 2010), metodología que permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas[4].

2.4.2.2.3 Caracterización Flora

Para la caracterización de la vegetación presente dentro del Área de Influencia del proyecto, se llevó a cabo mediante un inventario forestal al 100%, registrando para cada individuo las variables de altura

[4] http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover

total, altura comercial, perímetro a la altura del pecho, perímetro basal, diámetro de copa, así como su localización geográfica en Sistema Único Nacional.

A continuación, se describen las etapas a partir de las cuales se realizará la caracterización florística del área de influencia del proyecto:

- Etapa de planeación

Se recopiló y reviso información secundaria que servirá como referente para realizar un diagnóstico inicial y establecer posibles decisiones y acciones a tomar sobre la identificación de la cobertura vegetal. En esta etapa se consultará el Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB).

En esta primera etapa además de realizar la planeación de las actividades de campo se desarrollaron las siguientes actividades:

  - Revisión cartográfica del área de influencia del proyecto.
  - Fotointerpretación de coberturas terrestres presentes en el área de influencia del proyecto: Las diferentes coberturas identificadas en el área de estudio se clasificaron y describieron utilizando la leyenda nacional de coberturas de la tierra Corine Land Cover, adaptada para Colombia (IDEAM et al. 2010).
  - Identificación de las coberturas o individuos aislados que pueden ser intervenidos con el desarrollo de las actividades propias del proyecto.
  - Definición del tipo de inventario que se requiere según el estudio y la normatividad vigente para el proyecto.
  - Revisión bibliográfica sobre las especies de hábito arbóreo y arbustivo presentes en la zona.

- Etapa de campo

Previo a la etapa de campo propiamente dicha, se llevó a cabo una visita (pre-campo) al área de influencia del proyecto, con el fin de realizar un reconocimiento preliminar del terreno, lo cual nos permitirá prever las actividades propias de la logística, estimación de los tiempos de desplazamiento y el tiempo efectivo de trabajo.

Dentro de la evaluación silvicultural que se realizará a cada individuo arbóreo, se tendrá en cuenta la totalidad de variables dasométricas, de estado físico, sanitario, posibles causas de intervención requeridas en el formato “Formulario de recolección de información silvicultural por individuo” de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Esta etapa comprenderá las siguientes actividades:

  - Marcación de los individuos vegetales

La marcación de los árboles correspondió a la codificación propiamente dicha, la cual se efectuará directamente sobre el fuste del árbol, utilizando pintura en aceite de color amarilla. En esta labor, se hará necesario limpiar previamente la superficie del fuste. La numeración se llevará a cabo de manera consecutiva.

- Medición de alturas

La altura es la otra variable directa que, sumada al diámetro normal, permite realizar modelaciones silviculturales importantes. No obstante, es difícil obtenerla en campo con buena precisión, por lo cual se recurre en muchas ocasiones a estimaciones de ella. La altura es una variable que se utiliza para la determinación del volumen, estudios de crecimiento, posición sociológica, estratificación y construcción de perfiles de vegetación. Igualmente, en rodales homogéneos se utiliza para la determinación del índice de sitio. De acuerdo con la parte considerada en el árbol, se pueden definir varios tipos de alturas: total, comercial de tocón, de copa, de reiteración. Para el caso del presente proyecto se tomará en cuenta para la evaluación las siguientes alturas:

- Altura total

Medida desde la base del árbol hasta la cúspide de la copa, relacionada en metros.

- Altura comercial

Distancia vertical entre el nivel del tocón (0,25 – 0,30 cm) y la posición terminal de la última porción comercialmente utilizable del árbol, es la altura expresada en metros del fuste o tallo, desde el suelo hasta la primera rama gruesa.

- Medición de diámetros

Cuando los árboles crecen libres de nudos, malformaciones, bifurcaciones y contrafuertes, el punto de referencia del diámetro normal se ubica a 1,30 m de la superficie del suelo, el cual debe quedar perpendicular al eje del árbol. Cuando los árboles presentan en su fuste las condiciones anteriormente mencionadas, se toma como criterio de decisión lo planteado en guías de referencia 5 para el establecimiento de la medición de diámetros.

- Georreferenciación

Para la ubicación de los árboles, se utilizan actualmente los sistemas de posicionamiento global (GPS), los cuales permiten la captura de las coordenadas geográficas con base en la triangulación generada por un conjunto de satélites. Los canales de recepción para los GPS pueden variar entre 8 y 14 satélites, la disponibilidad de satélites en el momento de la lectura afecta la precisión de la recepción. La captura

[5]Dallmeier, Francisco et al. Guía para el usuario de las parcelas experimentales de biodiversidad. 1992.

se realizó con un GPS marca Garmin con error mínimo de 5m, y además se registró en los formularios de campo.

- Registro de datos y mediciones forestales

Una vez en campo e identificado el árbol se procedió a llenar los formularios de campo con la siguiente información:

- Especie: nombre común.
- Altura total: Medida desde la base del árbol hasta la cúspide de la copa, relacionada en metros.
- Altura comercial: Distancia vertical entre el nivel del tocón (0.25 - 0.30 cm) y la posición terminal de la última porción comercialmente utilizable del árbol. Es la altura expresada en metros del fuste o tallo, desde el suelo hasta la primera rama gruesa.
- PAP: medida de la circunferencia del fuste a 1,30 m de altura.
- P. Basal: Perímetro (circunferencia del fuste) en la base del árbol medida en metros.
- Diámetro de copa polar y ecuatorial: medida de la proyección vertical del diámetro de la copa sobre el suelo; expresada en metro.
- Estado físico - sanitario (Observaciones): evaluación o identificación de estado fitosanitario que presenta la copa, fuste y raíz del individuo.
- Localización y Georrefenciación: cada uno de los individuos arbóreos será ubicado espacialmente con GPS, lo que establece si hay o no interferencia directa con las obras a realizar.

- Etapa de análisis de resultados

Esta etapa consistió en evaluar los datos obtenidos en las actividades de campo, esta evaluación permite conocer las condiciones del estado actual de la vegetación registrada en el AI del proyecto. Adicional en evaluar los datos obtenidos en las actividades de campo, lo cual permitirá establecer las existencias de recurso forestal que serán objeto de aprovechamiento forestal y conocer las condiciones de su estado actual para proponer medidas de manejo y compensación.

Una vez levantada la información en campo se procedió a realizar las actividades en oficina que permitirán determinar la composición florística del área de estudio, como también realizar el análisis estructural de la vegetación, y calcular volúmenes de aprovechamiento en caso de requerirse.

- Composición florística

Esta etapa consistió en la identificación, clasificación y agrupación de las especies por géneros y familias.

- Estructura horizontal

Para la estructura horizontal se calculará la densidad, abundancia, frecuencia, dominancia de las especies y finalmente el IVI.

- Abundancia

Hace referencia al número de árboles por especie, se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema).

$$Ab_a = ni$$

$$Ab\% = \left(\frac{ni}{N}\right) \times 100$$

Dónde:

Aba: Abundancia absoluta

Ab%: Abundancia relativa

Ni: Número de individuos de la iésima especie.

N: Número de individuos totales en la muestra.

- Frecuencia

Se refiere a la existencia o falta de una determinada especie en un área determinada, la frecuencia absoluta se expresa en porcentaje, la frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias de todas las especies.

$$Fr_a = \left(\frac{U}{T}\right) \times 100$$

$$Fr\% = \left(\frac{Fa}{\sum Ft}\right) \times 100$$

Dónde:

U: Número de unidades de muestreo en que ocurre una especie

T: Número total de unidades de muestreo

Ft = Suma de las frecuencias absolutas

Fa = Frecuencia absoluta

- Dominancia

También es denominada como grado de cobertura de las especies, que es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el

suelo. La suma de las proyecciones de las copas de los individuos de una especie determina su dominancia. Debido a la compleja estructura vertical de los bosques tropicales, en ocasiones resulta imposible su determinación, por tal razón, se emplean las áreas basales, como sustitutos de los verdaderos valores de dominancia. Este proceso es justificado debido a la alta correlación lineal entre el diámetro de copa y el diámetro del fuste para una especie en particular.

El valor del área basal, expresada en metros cuadrados (m2) para cada especie será la Dominancia Absoluta (Da), mientras la dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje:

$$Da = Gi$$

$$Gi = \left(\frac{\pi}{40000}\right) \times \sum di^2$$

$$D\% = \left(\frac{Gi}{Gt}\right) \times 100$$

Dónde:

Da: Dominancia absoluta

Gi: Área Basal en m^2 para la iésima especie

Di: Diámetro normal en cm de los individuos de la iésima especie.

π = 3.1416

D%: Dominancia Relativa

Gi: Área basal en m^2 para iésima especie.

Gt: Área basal total en m^2 del muestreo

- Índice de valor de importancia (IVI)

Formulado por Curtis & Mcintosh[6], es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia y la dominancia relativas. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque.

El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

$$IVI = Ab\% + Fr\% + D\%$$

- Diversidad de especies

[6] CURTIS, J. y R. MCINTOSH. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496

Para determinar la diversidad de especies se calcularon: índices de Shannon-Weaver, índice de Simpson, el coeficiente de mezcla y el índice de Margalef.

- Índice de Shannon-Weaver

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección[7]. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas

En la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos[8].

$$H' = -\sum PiLn(Pi)$$

Dónde:

Pi: abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Para la medición del índice se tomó como base la caracterización establecida en el documento manual de métodos y procedimientos estadísticos[9], que presenta los rangos y la respectiva condición de diversidad como se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29 – Condición de Diversidad para El Índice Shannon-Weaver

NÚMERO DE ESPECIES		SHANNON		DIVERSIDAD
ALFA	BETA – GAMA	ALFA	BETA - GAMA	CONDICIÓN
1 – 5	0 – 20	0 – 1	0 - 2,1	Muy baja
5 – 10	20 – 40	> 1 - 1,8	> 2,1 - 2,6	Baja
10 – 15	40 – 60	> 1,8 - 2,1	> 2,6 – 3	Media
15 – 20	60 – 80	> 2,1 - 2,3	> 3 - 3,3	Alta
> 20	> 80	> 2,3	> 3,3	Muy alta

Fuente: Ramírez, 1999.

[7] MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

[8] MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp

[9] RAMIREZ. La utilización de modelos en la construcción de conocimiento y la exigencia de apertura Suplementos Anthropos. 1999

- Índice de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes[10].Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – λ[11].

$$\lambda = \sum Pi^2 \quad (10)$$

Dónde:

Pi: abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Para el índice de Simpson, los valores de λ (dominancia) varían de 0 a 1, siendo 1 lugares en los que hay dominancia de alguna especie en particular y 0 lugares en donde no existe dominancia por alguna especie. A su vez, 1- λ indica el grado de biodiversidad, en donde los valores también varían de 0 a 1, siendo 1 lugares con alta diversidad y 0 lugares con poca diversidad.

- Coeficiente de mezcla

El coeficiente de mezcla expresa la intensidad de mezcla en que se encuentran las especies respecto a los individuos, y por ende expresa la diversidad general, la homogeneidad o heterogeneidad en que se encuentra el bosque[12]. Cuando más grande es el denominador el bosque es más homogéneo y viceversa.

$$CM = \frac{S}{N}$$

Dónde:

S: Número de especies

N: Número total de individuos

- Índice de diversidad de Margalef

[10] MAGURRAN, A. E. 1988. Op. cit.

[11] LANDE, R. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. - Oikos 76: 5-13. 1996

[12]LAMPRECHT, HANS. Silvicultura en los trópicos/Los ecosistemas forestals en los bosques tropicales y sus especies arbóreas -posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. 1990.

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos[13].

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{Ln(N)}$$

Dónde:

S: Número de especies

N: Número total de individuos

- Clases diamétricas

El análisis de la distribución de clases diamétricas para las diferentes especies arbóreas de una masa forestal permite evaluar su estado ecológico y de conservación; en particular permite detectar la falta de regeneración o bien el envejecimiento de las masas[14].

Diferentes factores como el clima, las características y estrategias de las especies o los efectos de disturbios (naturales o antrópicos) sobre la dinámica de los bosques determinan la estructura horizontal, que se ve reflejada en la distribución de los árboles por clases diamétrica.[15]

Para la clasificación de las categorías diamétrica se empleó la regla de Sturges:

$$C = 1 + Log_2(N)$$

$$A = \frac{R}{C}$$

$$R = Valor\ máximo - Valor\ minimo$$

Dónde:

C: Número de clase diamétrica

N: # muestras

A: Amplitud

- Estratificación vertical

La estratificación vertical se refiere a la distribución que presentan los árboles en el ecosistema y está determinada por el tamaño (altura). Para el análisis de la estratificación vertical se realizó la clasificación de los árboles en 3 estratos: superior, medio e inferior.

[13] MAGURRAN, A. E. 1988. Op. cit.

[14] Ajbilou et al. Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. 2003

[15] CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2001

- Volumen maderable

Para su cálculo se utiliza la expresión matemática

$$V = 0{,}785 \times D^2 \times Hc \times Ff$$

Dónde:

V: Volumen (m3)

D: Diámetro a 1,30 m de altura (DAP).

Hc: Altura comercial (m).

Ff: Factor mórfico corresponde a la relación de la forma del fuste de los individuos arbóreos con una figura estereométrica en rotación, es tomado con relación a la forma de los individuos de los bosques encontrados; en este caso se tomó 0,7 el valor estándar usado para el trópico.

- Presencia de especies en veda, endémicas y amenazadas

Para determinar el riesgo de extinción de la flora en el área de estudio, se consultaran los apéndices CITES (Convention international trade in endangered species of wild fauna and flora), así como el listado rojo de IUCN publicados al seis de febrero de 2010 por MADVT y la Resolución 1912 de 2017.

Según las definiciones de la UICN (International Union for Conservation of Nature) se definen las siguientes categorías de amenaza:

- En Peligro (EN)

Una especie se considera en peligro de extinción, sea vegetal o animal, cuando todos los miembros con vida de dicha especie están en peligro de desaparecer. Esto se puede deber tanto a la depredación directa sobre la especie como a la desaparición de un recurso del cual depende su vida, tanto por la acción del hombre, debido a cambios en su hábitat, como producto de desastres naturales, o por cambios graduales del clima.

- Vulnerable (VU)

Una especie se considera vulnerable tras determinarse que presenta una alta probabilidad de convertirse en "especie en peligro de extinción". Entre los criterios por los cuales un taxón puede integrar esta categoría se encuentra una importante reducción en la población o una fragmentación o disminución en la distribución natural de la especie.

- Casi Amenazado (NT)

Una especie se considera casi amenazada (abreviado oficialmente como NT desde el nombre original en inglés, Near Threatened) cuando, tras ser evaluada, no satisface los criterios de las categorías vulnerable, en peligro o en peligro crítico, aunque está cercano a cumplirlos o se espera que así lo haga en un futuro próximo. Especies que dependen de medidas de conservación para prevenir que entren a alguna de las categorías que denotan amenaza también se pueden encontrar en esta categoría.

- Preocupación Menor (LC)

Una especie se considera bajo preocupación menor (abreviado oficialmente como LC desde el nombre original en inglés Least Concern) cuando, tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría preocupación menor de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista.

- Datos Insuficientes (DD)

Especie con datos insuficientes (DD) es una categoría cuando no existe la información adecuada sobre ella para hacer una evaluación de su riesgo de extinción, basándose en la distribución y las tendencias de la población. Una especie en esta categoría puede estar bien estudiada, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos adecuados sobre su abundancia y distribución. Se considera que una especie con datos insuficientes no está amenazada. Al considerar un taxón en este estado se indica que se requiere más información y se admite que ante la eventualidad de investigaciones futuras que demuestren amenaza para la población, el estado debe ser replanteado.

2.4.2.2.4 Fauna

El área de influencia del proyecto presenta gran intervención ya que se encuentra en la localidad de Chapinero aledaño a la avenida Caracas en donde hay árboles dispersos sin manchas importantes de cobertura vegetal, por tal motivo la metodología que se realizará para caracterizar el área de influencia será por medio de avistamientos y encuestas a los habitantes del sector.

- Información secundaria

Se realizará una revisión de documentos de fauna local y alrededores con el fin de establecer una estructura de las comunidades faunísticas con posible ocurrencia en el área de influencia del proyecto, las cuales se corroborarán con la metodología de campo propuesta para este proyecto.

- Información primaria

Para la caracterización de la fauna se seguirán los lineamientos propuestos por los Términos de referencia Generales para el Estudio de Impacto Ambiental de la Secretaría Distrital de ambiente (Aplicables a proyectos de tendido de las líneas de transmisión del sistema regional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 kv y menores a 220 kv) (2020) y los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental- EIA- Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17 (2018).

- Aves

Para la caracterización de las aves se hará un muestreo por puntos de conteo para la obtención de registros visuales y auditivos, esta metodología se realizará en horas de mayor actividad de las aves como son la mañana y finalizando la tarde.

Adicionalmente a los avistamientos, se complementará la caracterización por medio de encuestas aleatorias a los habitantes adultos de la zona con el fin de obtener información de las especies que posiblemente no pueden ser observados en el momento de realizar la fase de campo del estudio. Así mismo, permiten obtener información relacionada con la riqueza de la fauna e indicios sobre los estados poblacionales, toponimia vernacular y la importancia de estas especies a nivel comercial y/o cultural.

Las encuestas se realizan mediante la ayuda de catálogos de identificación en el que aparecen fotografías e imágenes de especies de aves (Figura 1) con distribución de la Sabana de Bogotá y de hábitats urbanos. En caso de que alguna de las especies descritas sea identificada por el encuestado, se registran en un formato de campo los siguientes datos: nombre vernáculo para la zona, hábitat y abundancia relativa con la que ha sido observada, además de los potenciales usos que se le pueda dar a dicha especie.

Figura 1. Guía para la identificación de aves

Fuente: CPA IngenieríaS.A.S., 2022

- Anfibios y reptiles

En el área de influencia biótica no se realizó caracterización de anfibios y reptiles debido a que estos poseen escasa movilidad y sus requerimientos de calidad del hábitat en función de cobertura vegetal, humedad, temperatura, etc., son muy exigentes, por lo tanto, son muy poco probable encontrarlos en un área tan intervenida con escasa cobertura vegetal.

- Mamíferos

Al igual que los anfibios y reptiles, los mamíferos silvestres también requieren ciertas características de su hábitat como son condiciones de cobertura vegetal multiestrato con conectividad con otros ecosistemas naturales, estas características no las ofrece el área de influencia biótica del proyecto.

- Limitaciones y restricciones

En el área de influencia del proyecto no se encuentran hábitats que ofrezcan las necesidades básicas y mínimas para el establecimiento especies de anfibios, reptiles y mamíferos por estar ubicado en la ciudad de Bogotá, se encuentran árboles dispersos que ofrecen muy poco alimento y refugio para estos grupos, por lo tanto, se realizó una descripción más extensiva sobre el grupo de las aves ya que debido a su capacidad de volar se pueden adaptar más fácilmente a las condiciones del medio.

Es importante resaltar que algunas observaciones de la fauna se pueden realizar en horas nocturnas, sin embargo, la zona de estudio presenta condiciones de seguridad desde el punto de vista de posibles atracos y atentados contra la integridad física de los profesionales, por lo cual no es factible realizar estas observaciones.

2.4.2.3 Medio Socioeconómico

En términos generales la caracterización del medio socioeconómico contempla la información relacionada con la dinámica social, económica, cultural y los procesos que se adelantan en las comunidades y organizaciones sociales presentes en el territorio colindante con el área donde se desarrollará el proyecto objeto del presente estudio, con miras al licenciamiento ambiental ante la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, D.C.

2.4.2.3.1 Criterios para la recopilación de la información

Ya que los términos de referencia emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, D.C (2020) para Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aplicables a proyectos de tendido de las líneas de transmisión del Sistema Regional de Interconexión Eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (Subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 kV y menores a 220 kV, tienen un carácter genérico, se ha contemplado de igual forma adaptar la línea base de información, atendiendo los términos de referencia TdR-17 para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental -EIA- de proyectos de Sistemas de Transmisión de energía eléctrica, proferidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS- y su Autoridad de Licencias Ambientales -ANLA- en el año 2018.

Para esto, se ha tomado como fuente de información secundaria la Actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de la Primera línea del Metro de Bogotá (PLMB) realizada en el año 2021 y documentos oficiales existentes entre los que se cuentan el Plan de Ordenamiento Territorial -POT- Bogotá Reverdece 2022 – 2035 e información demográfica del DANE y de la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, D.C, entre otros.

En cuanto a la información primaria, ésta se actualizó en campo con los resultados de la implementación de la actividad “Habitando el territorio” realizada con líderes del área de estudio, actividad sobre la que se amplía información a continuación, en la descripción del proceso de participación social.

Para lograr la retroalimentación entre el equipo consultor y los habitantes del área de influencia del proyecto, se implementó en todos los momentos de encuentro una comunicación asertiva como medio y herramienta de diálogo que conllevó un acercamiento al conocimiento que tienen los actores comunitarios sobre su territorio.

2.4.2.3.2 Proceso de participación social

El proceso de participación social para el presente proyecto, está basada en tres pilares fundamentales los cuales permitieron definir la metodología a implementar y las acciones a desarrollar.

El primer pilar se basó en dar cumplimiento a lo establecido en la Constitución Política Nacional respecto de garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarla (Artículo 79 Constitución Política Nacional), razón por la cual se desarrollaron metodologías que promovieran la participación y el derecho a la información sobre el “Estudio de Impacto Ambiental para la Subestación Eléctrica Receptora SER 3 y su línea de transmisión a 115 kV”, en trámite de la licencia ambiental ante la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, D.C.

El segundo pilar consideró lo establecido en la Convención de Río de Janeiro de 1992, acogido por la Ley 99 de 1993 sobre la necesidad de tratar las cuestiones ambientales con la participación de todos los ciudadanos interesados, siendo necesario para ello posibilitar el acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas –incluida la información sobre actividades y materiales que revisten peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de toma de decisiones.

El tercer pilar contempló lo establecido en el Artículo 15 del Decreto 2820 de 2010 respecto de informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y medidas de manejo propuestas, valorando e incorporando en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) los aportes de las comunidades recibidos durante este proceso y cuando se consideren pertinentes; en este mismo sentido, los Términos de referencia generales para Estudio de Impacto Ambiental para este tipo de proyectos, proferidos por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, D.C (2020) mencionan la necesidad de “Informar, comunicar y discutir, mediante un acercamiento directo los alcances del proyecto y sus implicaciones ambientales y las medidas de manejo propuestas” (SDA, 2020).

En esta misma línea de los objetivos de la implementación de lineamientos de participación, la ANLA indica en los Términos de Referencia Tdr-17 para elaboración de EIA en el marco de proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica (2018), realizar el proceso de participación y socialización con los distintos actores: institucionales, comunitarios, de organizaciones y demás involucrados, en el que se socialice la información relacionada con las características técnicas, actividades y alcance tanto del proyecto como del EIA a desarrollar, generando “espacios de participación durante la elaboración del EIA, en los cuales se presente información y se reciba retroalimentación sobre el proyecto y sus

implicaciones, con información referente a los alcances, fases, actividades, infraestructura proyectada, áreas de influencia, caracterización ambiental, zonificación ambiental y de manejo (…) Dentro de estos espacios se deben socializar los impactos y medidas de manejo ambiental identificados por el solicitante para las diferentes etapas. Asimismo, se debe promover que los participantes identifiquen otros impactos y medidas de manejo no contemplados en el EIA e incluirlos en la evaluación de impactos y en el Plan de Manejo Ambiental si el solicitante lo considera pertinente y finalmente socializar los resultados del EIA, de manera previa a la radicación del mismo en la Autoridad Ambiental" (ANLA, 2018)

En cuanto a las comunidades étnicas, de conformidad con las certificaciones emitidas por la entidad competente, si en el área de intervención del proyecto se registra presencia de las mismas, se deben incluir mecanismos de participación, teniendo en cuenta lo establecido para tal fin en la normativa vigente, especialmente la relacionada con el procedimiento de consultas previas.

En el marco de lo anterior se da la necesidad de gestionar espacios para adelantar procesos de información y socialización del proyecto y de resultados del Estudio de Impacto Ambiental, dirigidos a autoridades locales, organizaciones sociales, agremiaciones de diversa índole y pobladores del Área del proyecto, en general, tomando como base algunas recomendaciones en líneas generales de la Guía de Participación Ciudadana para licenciamiento ambiental (ANLA, 2018). Se plantean entonces tres (3) diferentes momentos de relacionamiento y participación ciudadana con diferentes alcances en cada uno.

Los lineamientos de participación en el área de contexto involucran a las autoridades locales y actores institucionales de las Localidades de Chapinero (UPZ Chapinero, Galerías y Chico Largo) y localidad de Barrios Unidos (UPZ Los Alcázares), con quienes se planteó el desarrollo de un escenario presencial de participación ciudadana con amplia convocatoria para socializar los alcances del proyecto (actividades a licenciar) y del EIA y recibir retroalimentación encaminada a la identificación de posibles impactos que pudieran incorporarse al estudio. Se surtió el respectivo proceso de convocatoria en el que se implementaron las acciones requeridas para llegar a la mayor cantidad de actores institucionales identificados de relevancia para el proyecto y así contar con su asistencia al escenario participativo.

Por su parte, los lineamientos de participación en el área de influencia, involucran a los actores comunitarios y grupos u organizaciones que habitan el territorio de los barrios Chapinero Central, Chapinero Norte, Chapinero Occidental, Quinta Camacho y La Esperanza, con quienes se concertaron diferentes espacios de relacionamiento: el primero con líderes reconocidos, a manera de conversatorio para desarrollar la actividad "Habitando el territorio" como estrategia de recolección de información primaria.

Actividad: "Habitando el territorio" con la participación presencial de líderes y dignatarios de las Juntas de Acción Comunal de algunos de los barrios en el área de estudio.

Objetivo: Recolectar y actualizar información cualitativa y descriptiva sobre procesos históricos de asentamiento, migración, dinámica poblacional, cobertura y acceso a servicios públicos y sociales y

prácticas culturales. Adicionalmente, recabar información sobre las principales actividades económicas y organización comunitaria.

Inicialmente, sobre una imagen del área de influencia del proyecto, los asistentes ubicaron e identificaron su barrio verificando límites e infraestructura relevante, a manera de construcción social del territorio partiendo de su representación gráfica, con miras a identificar aspectos característicos del área de influencia y tener acercamiento a la identificación de posibles impactos que podrían darse con el desarrollo del proyecto.

De otra parte, el planteamiento de preguntas clave que generan la reflexión acerca de las condiciones sociales en el territorio, desata el diálogo en el que afloran las características predominantes, atenientes a las dimensiones demográfica, espacial, cultural y político-organizativa.

Así, una vez identificado el territorio, la actividad siguiente consistió en entregar a los asistentes -aleatoriamente- fichas de cartulina donde se escribieron con antelación preguntas puntuales que al ir tomándolas y leyéndolas en voz alta, dieron paso al diálogo entre los representantes de un mismo barrio y/o inter barrialmente para responder las respectivas preguntas.

Algunas preguntas fueron: ¿Cómo y cuándo llegamos al territorio?, ¿Quiénes y cuántos somos?, ¿Cómo vemos el territorio en 10 años?, ¿En nuestro territorio vivimos en casa propias o en arriendo?, ¿Hay grupos de vecinos con características particulares?, ¿Cuáles son las principales actividades económicas de los habitantes del territorio?, ¿Cómo estamos organizados?, entre otras. La toma de nota atenta fue el principal insumo para complementar la línea base socioeconómica del área de influencia del proyecto.

El segundo escenario presencial de participación ciudadana, tuvo amplia convocatoria para socializar los alcances del proyecto (actividades a licenciar) y del EIA y recibir retroalimentación encaminada a la identificación de posibles impactos que puedan incorporarse al estudio. Al igual que con los actores institucionales, se surtió el respectivo proceso de convocatoria en el que se implementaron las acciones requeridas para llegar a la mayor cantidad de actores comunitarios identificados de relevancia para el proyecto y así contar con su presencia en el escenario participativo, como se describe detalladamente a continuación en la relatoría de los procesos de los diferentes momentos de relacionamiento.

Finalmente, tomando como base el directorio obtenido durante el primer espacio de relacionamiento, se envió masivamente a todos los actores institucionales y comunitarios de las Localidades de Chapinero y Barrios Unidos, UPZ Chapinero, Galerías, Los Alcázares y barrios Chapinero Central, Chapinero Norte, Chapinero Occidental, Quinta Camacho y La Esperanza, involucrados en el proyecto, una pieza divulgativa la cual fue elaborada en el lenguaje correcto, accesible para todo tipo de lectores, pues su principal misión era llegar a un público muy amplio, en la que se socializaron los resultados generales del EIA así como las medidas planeadas en Plan de Manejo Ambiental (PMA).

2.4.2.3.3 Paisaje

La caracterización del paisaje se llevó cabo mediante la evaluación de calidad del paisaje, la cual se mide a partir de criterios como número de elementos discordantes, tamaño de la discordancia y correspondencia cromática en cada unidad de paisaje y se analiza a través de la Calidad visual y la Fragilidad Visual del paisaje.

- Elementos discordantes y tamaño de la discordancia

La sensación de amenidad por contraste entre elementos depende de la proporción entre estos en una escena, y entre mayor sea el número de elementos discordantes mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica.

- Elementos discordantes mínimos → uniformidad.
- Elementos discordantes abundantes → falta de consistencia, se pierde la sensación de uniformidad (amenidad excesiva) y puede darse sensación de desorden.

El tamaño proporciona la relación de interpretación, con respecto al área que presenta la discordancia entre sus elementos.

En la Tabla 30 se muestran los rangos de puntuación para los elementos discordantes y en la Tabla 31 se presenta la escala de valoración de acuerdo con el tamaño de los elementos discordantes.

Tabla 30 – Escala de notación para los elementos discordantes

ELEMENTOS DISCORDANTES	DESCRIPCION
Alta	Mayor o igual a 3 elementos discordantes.
Medio	2 elementos discordantes.
Bajo	1 elemento discordante.
Nulo	No hay elementos discordantes.

Fuente: Bureau of Land Management. 1980

Tabla 31 – Escala de acuerdo al tamaño de la discordancia

TAMAÑO DE LA DISCORDANCIA	DESCRIPCION
Alto	Indica que los elementos discordantes representan más del 30% de la unidad de paisaje.
Media	Indica que los elementos discordantes representan entre el 10 y el 30% de la unidad de paisaje.
Baja	Indica que los elementos discordantes representan menos del 10% de la unidad de paisaje.
Nula	No hay elementos discordantes en la unidad de paisaje.

Fuente: Bureau of Land Management. 1980

- Correspondencia Cromática

Al identificar los valores para los elementos discordantes, se evalúa la correspondencia cromática[16] entre estos elementos y las características del paisaje. La percepción de los colores, formas, texturas, entre otros depende del objeto que se observa (árboles, edificios, lagunas, etc.). Es conveniente realizar el análisis estético tras la revisión de los contenidos ambientales del medio relacionados con los factores ambientales que deben ser considerados.

Entre mayor correspondencia cromática de los elementos discordantes con el carácter del paisaje, menor incidencia sobre el mismo y por consiguiente sobre su integridad escénica, en contraste, a menor correspondencia cromática de los elementos discordantes con el carácter del paisaje, mayor afectación de la integridad escénica.

Es así como se valora para las unidades del paisaje del área del proyecto con la siguiente escala de valoración (Tabla 32).

Tabla 32 – Escala de valoración para la correspondencia cromática

CORRESPONDENCIA CROMÁTICA	DESCRIPCION
Alta	Menor al 10% de diferencia de colores entre los elementos discordantes
Medio	Mayor al 10% y hasta el 30% de diferencia de colores entre los elementos discordantes
Bajo	Mayor al 30% de diferencia de colores entre los elementos discordantes
Nulo	No hay elementos discordantes

Fuente: Bureau of Land Management. 1980

- Calidad visual del paisaje urbano

La calidad visual se determina a partir de la calificación de los parámetros que conforman el paisaje urbano, en este caso se hace una homologación del método indirecto del Bureau of Land Management (B.L.M., 1980), este se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia.

[16] Correspondencia cromática como el término técnico que se emplea para designar la relación de un color o mezcla de colores con una muestra de referencia.

Tabla 33 – Homologación para paisaje urbano del método indirecto (blm, 1980).Calidad visual

COMPONENTE	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
Edificaciones (E)	Construcciones homogéneas, con materialidad, textura y escala similares y en buen estado. Construcciones o intervenciones puntuales que se adaptan al entorno.	Construcciones homogéneas en sitios puntuales, buen estado de construcciones con conservación parcial de estructura, forma y materialidad. Deterioro moderado de algunas de ellas.	Construcciones heterogéneas, con diferencia de escala, materialidad y composición entre ellas, deterioro notable en algunas de ellas.
	5	3	1
Vías e infraestructura (V)	Vías en buen estado, con iluminación y señalización adecuada. Redes de servicio público funcionales.	Vías con algún deterioro parcial moderado. Iluminación adecuada pero parcializada.	Vías deterioradas, infraestructura con falta de mantenimiento y sin funcionalidad.
	5	3	1
Arborización y zonas verdes (ZV)	Alta presencia de arborización urbana en andenes, alamedas y espacio público en general, armonizado con su contexto. Mantenimiento constante.	Presencia moderada de zonas verdes y parques, generalmente con un mantenimiento moderado a bajo y arborización escasa en espacio público.	Ausencia de espacios públicos de recreación, arborización ausente o escasa en estado de deterioro notable.
	5	3	1
Agua (A)	Factor importante en el paisaje, limpia y clara, presente en el espacio público ya sea en movimiento o reposo.	Factor sin mucha importancia en el paisaje, con alguna presencia en el espacio público.	Ausente o inapreciable.
	5	3	0
Color (C)	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
	5	**3**	**1**
Fondo escénico (F)	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
	5	3	0
Singularidad o Rareza (SR)	Único, poco corriente o muy raro en la región.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
	6	2	1

COMPONENTE	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
Residuos (R)	Ausencia de residuos, existencia de sitios especializados para su disposición y manejo	Presencia parcial de residuos en zonas visibles de la ciudad, zonas de disposiciones habilitadas.	Presencia notoria de residuos, sin espacios o mobiliario para su disposición. Grandes acopios de basura visibles y cerca de zonas residenciales.
	5	1	0
Elementos históricos y culturales (HC)	Presencia de intervenciones o construcciones de carácter patrimonial o de conservación, destacados por su arquitectura y legado cultural en la zona. Reconocimiento por parte de la sociedad.	Elementos culturales puntuales, pero no especialmente reconocido por sus habitantes. Mantenimiento moderado a bajo de dichos monumentos.	Ausencia total de monumentos, o monumentos en estado de deterioro considerable.
	5	3	0
Espacio público (EP)	Intervenciones arquitectónicas de espacio público notables, con formas y escalas que se adaptan a las zonas circundantes con reconocimiento por parte de los habitantes.	Algunas intervenciones funcionales que no exaltan visualmente.	Ausencia de intervenciones necesarias, espacio público deteriorado y con funcionalidad ajena a su objetivo.
	5	3	0

Fuente: Bureau of Land Management. 1980

- Fragilidad Visual

Se utilizan tres rangos para cuantificar la fragilidad, alto, medio y bajo, dependiendo de la capacidad de absorción visual dentro del área para la unidad de paisaje. Los elementos más importantes a tener en cuenta para realizar la evaluación de impacto visual son los potenciales receptores visuales y observadores y las posibles fuentes generadoras del impacto. La evaluación de la visibilidad derivará en la determinación de áreas y/o elementos visibles y no visibles. Las características del receptor u observador y su ubicación permiten clasificar el impacto visual dentro de una escala de sensibilidad.

De acuerdo con lo anterior, la fragilidad del paisaje se evalúa como se establece en la Tabla 34.

Tabla 34 – Escala de valoración fragilidad visual

CALIDAD VISUAL	DESCRIPCION
Alta	Áreas de alta fragilidad, es decir que la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual es muy poca
Media	Áreas de media fragilidad, es decir que la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual es media.
Baja	Áreas de baja fragilidad, es decir que la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual es alta.

Fuente: Bureau of Land Management. 1980

- Integridad Escénica

La integridad escénica busca identificar la alteración de la forma del paisaje, es decir cuáles áreas se encuentran más intactas visualmente. Para este caso, se comparan todas las valoraciones realizadas a todos los ítems de la calidad del paisaje, dando como resultado criterios de muy alterado, moderadamente alterado, levemente alterado, parece inalterado y finalmente inalterado, tal como aparece en la Tabla 35 se establece como criterio de valoración, aquel que tenga mayor cantidad de variables.

Tabla 35 – Criterios para definir la integridad escénica

CRITERIOS DE INTEGRIDAD ESCÉNICA	COMPONENTES				
	ELEMENTOS DISCORDANTES	TAMAÑO DE LA DISCORDANCIA	CORRESPONDENCIA CROMÁTICA	CALIDAD VISUAL	FRAGILIDAD
Muy alterado	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Moderadamente alterado	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
Levemente alterado	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Parece inalterado	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Alto
Inalterado	Nulo	Nulo	Nulo	Alto	Alto

Fuente: Bureau of Land Management. 1980

2.4.2.4 Zonificación Ambiental

La zonificación ambiental parte de la información obtenida y procesada en la caracterización ambiental del área de estudio, en cada uno de los componentes analizados. El objetivo fundamental de la

zonificación es establecer desde diferentes ópticas, el nivel de sensibilidad e importancia ambiental, social o cultural que pueda llegar a tener el área de estudio, complementado con la oferta física del terreno establecida.

Se estableció una metodología a partir del análisis de diferentes metodologías y se ajusta a la implementación para áreas urbanas, la cual es definida finalmente por el equipo de trabajo de CPA Ingeniería SAS, con variables que son importantes para la zona de estudio.

Es así como se definieron unidades de sensibilidad e importancia en términos urbanísticos, donde cada unidad representa un rasgo de importancia del medio evaluado (Abiótico, Biótico y Socioeconómico). Una vez definidas las unidades y evaluada la sensibilidad, se superpone la información de los atributos de cada medio para definir zonificaciones ambientales intermedias, la zonificación ambiental final para el área del proyecto es el resultado de la superposición de las zonificaciones de cada medio. Los medios involucrados y las unidades que los componen.

Para el análisis de sensibilidad e importancia se formulan matrices de doble entrada para la toma de decisiones, estableciendo valores para la calificación de sensibilidad e importancia a partir de los rangos de calificación establecidos de acuerdo al reconocimiento dentro de las normas urbanísticas como sensible y que según su afectación, tenga posibilidades de recuperarse y la importancia medida en términos de su oferta de servicios naturales, culturales y/o sociales a las dinámicas urbanas del territorio, y que su alteración genere algún grado de afectación a las mismas.

De acuerdo con la secuencia metodológica y operativa de la zonificación, una vez realizadas las calificaciones de los niveles de sensibilidad e importancia ambiental, se determinaron los grados de interrelación sensibilidad/importancia (S/I), los cuales permitieron establecer la zonificación del componente evaluado. La relación (S/I) estaría dada con base en la interacción de niveles que se presentan en la Tabla 36.

Tabla 36 – Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia (S/I)

			NIVEL DE SENSIBILIDAD				
			MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
		Valor	5	4	3	2	1
NIVEL DE IMPORTANCIA	MUY ALTA	5					
	ALTA	4					
	MEDIA	3					
	BAJA	2					
	MUY BAJA	1					

Fuente: A partir de la Guía para la zonificación ambiental de áreas de interés petrolero Ecopetrol s.a. (2013), modificado por CPA Ongeniería S.A.S., 2022

La definición de las unidades cartográficas de la zonificación ambiental partió de un proceso geomático en el que se definen los valores de sensibilidad e importancia de cada uno de los elementos evaluados por componente, de tal manera que se obtengan zonificaciones parciales con los mismos rangos de sensibilidad, las cuales se agrupan en un solo mapa de zonificación que presente las 4 categorías de sensibilidad e importancia, pero que en su interior agrupen los criterios tenidos en cuenta para cada componente analizado (Figura 8).

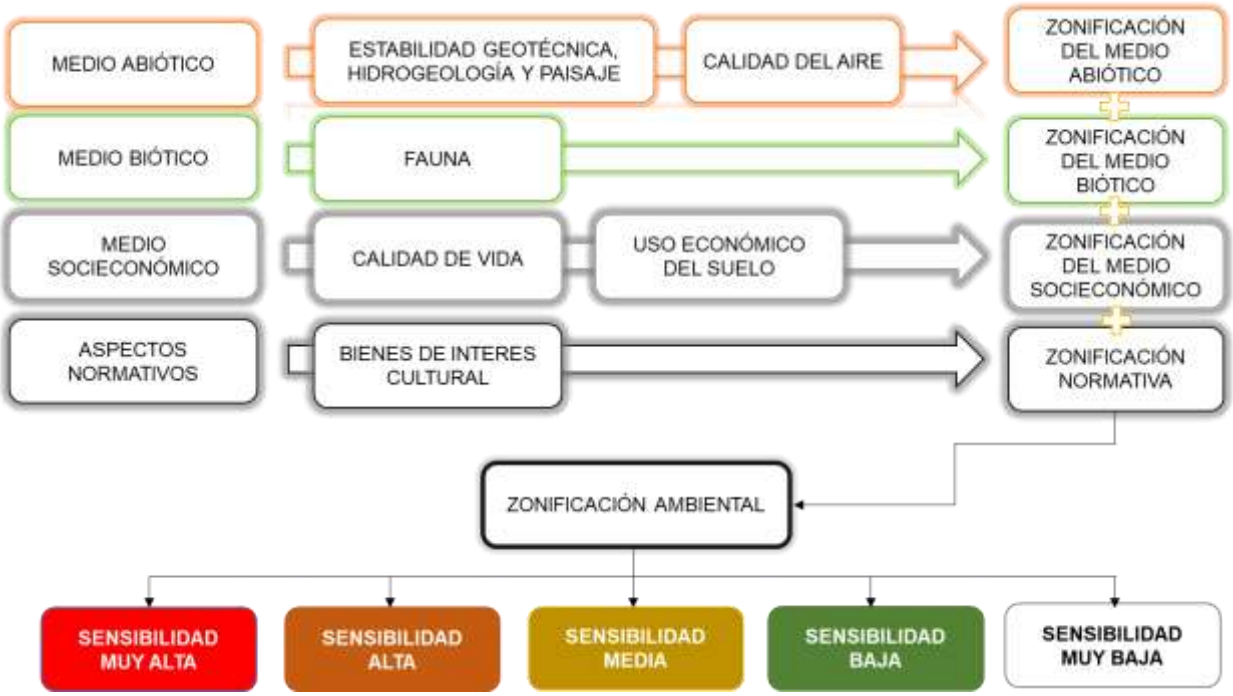


Figura 8. Zonificación Ambiental de Los Medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico

Fuente: Cpa Ingeniería S.A.S 2022

Las valoraciones y el desarrollo de la metodología se explican de manera detallada en el Capítulo 6 Zonificación Ambiental.

2.4.3 Demanda uso y aprovechamiento de recursos naturales

Para la identificación del uso o aprovechamiento de recursos naturales estimado, se parte de las necesidades técnicas del proyecto y de acuerdo con la caracterización de la línea base de cada uno de los medios, se identifica los recursos naturales que se requieren aprovechar para proyecto. A continuación, se listan los permisos que el proyecto requiere tramitar, información que se explica de manera detallada en el Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales:

- El abastecimiento de agua en la etapa de construcción y operación de la subestación y línea de transmisión no contempla la captación del recurso en fuentes naturales o subterráneas, por lo tanto, no se requiere tramitar el permiso correspondiente.
- En la ejecución del proyecto no realiza vertimientos de aguas residuales ni domésticas ni industriales, a fuentes superficiales ni al suelo y por ende no requiere tramitar ni obtener permiso de vertimientos para el desarrollo del proyecto.
- No se requiere tramitar ni obtener permiso de ocupación de cauce sobre ningún cuerpo de agua, ya que no es necesario desarrollar ninguna obra hidráulica en las corrientes de agua en el área de influencia del proyecto (Canal Cundinamarca).
- En el desarrollo del proyecto para las actividades de construcción tanto para la Subestación como para la línea de transmisión, se requiere concreto, material de cantera y madera. Los proveedores de este tipo de material deben contar con los permisos ambientales respectivos de las autoridades competentes de acuerdo con el área de donde se traiga el material (SDA o CAR).
- Teniendo en cuenta que el desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de la línea de transmisión no implican ningún tipo de afectación y/o tratamiento silvicultural sobre los individuos arbóreos, no se realizará aprovechamiento forestal.
- Durante el desarrollo del proyecto no se requerirán plantas trituradoras de material, de asfaltos, o infraestructura que involucre fuentes de generación de emisiones atmosféricas fijas, por lo que no requerirá la solicitud de permiso de emisiones atmosféricas.
- Se resalta que para el manejo adecuado de los residuos se contratarán los servicios de aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final, con empresas que cuenten con las licencias, permisos, autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

2.4.4 Evaluación Ambiental

La evaluación de impacto ambiental incluyo los atributos cualitativos y escalas de calificación ordinal, basados en la metodología adaptada por Vicente Conesa Fernández con las nuevas actualizaciones realizadas por el autor en su última versión del año 2010[17]; esta metodología se empleó con el fin, de determinar la importancia de las intervenciones sobre los factores ambientales en el área de influencia y la potencial alteración que podrían sufrir debido a las actividades definidas en cada uno de las etapas del proyecto: i.) Fase Pre-Constructiva, ii)Fase Constructiva- Subestación iii) Etapa Constructiva - Línea y iv) Etapa Operativa.

[17]Conesa Fernández-Vitora, Vicente. (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4ª ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 864 p.

El objetivo de determinar la importancia de los impactos mediante esta metodología es precisar los impactos que requerirían la aplicación de medidas preventivas, mitigables, correctivas o compensables, de tal forma que se establezcan las estrategias de manejo durante el proyecto.

El ejercicio del análisis de impactos se realizó en tres escenarios, como se describe a continuación:

- El primero, consistió en establecer y valorar las condiciones iníciales del área, considera los resultados obtenidos durante la elaboración de la caracterización del área de influencia del proyecto (Capitulo 5) y relaciona el estado actual del medio abiótico, biótico y socioeconómico con las actividades antrópicas que se realizan habitualmente o se han presentado a través del tiempo (Evaluación SIN proyecto).
- El segundo, corresponde a la identificación y valoración de los impactos mediante un taller participativo con las comunidades, organizaciones y autoridades que hacen parte del área de influencia del proyecto. Esto con la finalidad de tener en cuenta e incorporar de ser pertinentes las percepciones, comentarios e impactos los cuales pueden ser generados tanto por las actividades actuales como por las actividades de las diferentes etapas del proyecto que originen modificaciones a los componentes y factores del medio abiótico, biótico y socioeconómico.
- El tercer momento, se enfocó en la identificación y evaluación de los posibles impactos tantos positivos como negativos derivados de las distintas actividades de las etapas del proyecto de conformidad con lo descrito en el Capítulo 3. Descripción del Proyecto, y que puedan causar modificaciones a los componentes y factores del medio, tanto sobre la oferta de bienes y servicios ambientales existentes en el área definida (Evaluación CON proyecto).

La interacción de la evaluación SIN proyecto y CON proyecto, permitió determinar la calidad inicial del medio ambiente antes de efectuar las acciones en cada etapa y una predicción de los efectos que podrían suceder durante la ejecución de cada una de las actividades del proyecto, a partir de la cual se plantean las acciones de manejo ambiental a implementar.

2.4.4.1 Calificación de los impactos y su grado de ponderación

Para la selección de los criterios de importancia de los impactos, se parte inicialmente de cada uno de los atributos establecidos por CONESA[18], a través de un proceso de ponderación y cualificación de los impactos. La importancia y los criterios que la definen se describen a continuación: (Tabla 37 – a la Tabla 47).

- Importancia (I)

El significado de la Importancia de un impacto se basa en la siguiente consideración; la importancia corresponde a la evaluación cualitativa del impacto ambiental o el cambio generado sobre un factor y

[18] Ibíd., CONESA, 2010. 864 p

su relevancia frente al estado de este, tanto en el grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como por la caracterización de los demás atributos valorados.

La metodología empleada para el presente estudio estableció la forma de determinar el valor de importancia de un impacto mediante la combinación de los atributos de calificación que se describen en los siguientes numerales. Según la ecuación se otorga un mayor peso a los atributos de Intensidad (3) y Extensión (2), por considerar que tienen una mayor relevancia respecto a los demás atributos, cuya ponderación se establece en (1).

La ecuación de importancia a emplear en la evaluación ambiental sin proyecto y con proyecto es:

$$\textbf{Importancia (I)} = \text{CA}\,(3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

Empleando la ecuación referida, se puede reconocer que la importancia del impacto permite priorizar los impactos y, a partir de esto, determinar las acciones o estrategias de manejo ambiental más pertinentes y necesarias al objeto materia de evaluación. Esta jerarquización se describe más adelante.

- Naturaleza / Carácter (Ca)

Condición cualitativa que determina el sentido del cambio producido en los elementos de los medios abiótico, biótico y/o socioeconómico, producido por la ejecución de una actividad en el área. El impacto se considera positivo cuando el resultado de la acción sobre el factor ambiental considerado produce una mejora de la calidad ambiental de este último. El impacto se considera negativo cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental del factor ambiental considerado (Tabla 37).

Tabla 37 – Naturaleza del Impacto

Naturaleza/ Carácter		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Impacto Benéfico (Positivo)	(1)	El impacto produce un efecto benéfico para el elemento ambiental evaluado.
Impacto Perjudicial (Negativo)	(-1)	El impacto produce un impacto perjudicial para el elemento ambiental evaluado.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Intensidad (In)

Se refiere al grado de incidencia de la actividad o acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. Expresa el grado de alteración del factor considerado en el caso en el que se produzca un efecto negativo, independientemente de la extensión afectada. Puede producirse una intervención muy alta, pero en una extensión muy pequeña.

La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, (Tabla 38) en donde 12 expresaría una afectación total del factor en el área en que se produce el efecto, Intensidad en grado total; y 1 una afección mínima y poco significativa Intensidad Baja o Mínima. Los valores comprendidos entre esos

dos términos reflejan situaciones intermedias Intensidad Muy Alta (8); Intensidad Alta (4); Intensidad Media (2).

Tabla 38 – Intensidad

Intensidad (In) (Grado de Destrucción)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Baja o Mínima	1	Efectos ambientales no significativos, es decir cuando las consecuencias del impacto generan modificaciones mínimas sobre el medio o la comunidad y no tienen consecuencias económicas.
Media	2	El efecto no es suficiente para poner en grave riesgo los recursos naturales o la comunidad, pues se generan afectaciones o alteraciones moderadas en el entorno analizado, pudiendo haber pérdida ambiental o económica intermedia.
Alta	4	El impacto afecta de manera importante los ecosistemas o el entorno social o causa pérdidas económicas relevantes.
Muy Alta	8	El impacto afecta de manera grave los ecosistemas o el entorno social o causa pérdidas económicas significativas.
Total	12	Efecto en el cual existe una alteración total del factor.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

Adicionalmente, cuando la acción causante del efecto causa la introducción de Medidas Correctoras, dé lugar a un efecto positivo, la Intensidad del impacto reflejará el grado de reconstrucción o restauración del factor, o sea, el grado de mejora cualitativa de su calidad ambiental. La intensidad final del efecto sufrirá una disminución como consecuencia de la ejecución de las medidas correctoras.

- Extensión (Ex)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno total del proyecto, se puede expresar también como la zona o sector en el que tienen manifestación las consecuencias del suceso (Tabla 39).

Tabla 39 – Extensión

Extensión (Ex) (Área de Influencia)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Puntual	1	Son los impactos generados en el área directamente intervenida por el proyecto. En el componente abiótico-biótico corresponde al área directamente intervenida durante cada una de las actividades llevadas a cabo mientras que para el componente social corresponde a los predios donde se llevarán a cabo dichas actividades.

Extensión (Ex) (Área de Influencia)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Parcial o Local	2	Se refiere a aquellos efectos que trascienden las áreas directamente intervenidas por cualquier actividad, sin llegar a abarcar la totalidad del área de estudio, que para el caso del componente abiótico corresponde a las microcuencas, mientras que para el componente biótico corresponde a las unidades de coberturas presentes en el área. En el caso del componente social se incluyen aquellos impactos que se extienden a nivel veredal.
Amplio o Extenso	4	Cuando el efecto social, abiótico o biótico abarca el área de estudio en la totalidad de su extensión y/o puede llegar a trascenderlo, hasta llegar al orden municipal en el aspecto social, o a nivel cuenca o ecosistema en referencia a los componentes abiótico y biótico respectivamente.
Total	8	Ocurre cuando los efectos de cualquier actividad se manifiestan de manera generalizada en todo el entorno considerado.
Crítico	(+4)	Se refiere al caso en el que el efecto, así sea puntual, local, amplio o total, se produzca en un lugar de muy alta sensibilidad ambiental, el cual se pueda considerar como crítico o crucial, por ejemplo, el vertimiento aguas residuales aguas arriba de una bocatoma, degradación paisajística en una zona de interés turístico, etc.).

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Momento (Mo)

El plazo de Manifestación o Momento expresa el tiempo que transcurre entre el inicio de la actividad y el comienzo del efecto sobre el componente en consideración (Tabla 40).

Tabla 40 – Momento (Mo)

Momento (Mo) (Plazo de Manifestación)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Largo plazo (> a 10 años)	1	Cuando el efecto tarda en manifestarse más de 10 años.
Medio plazo (1 a 10 años)	2	Cuando el tiempo transcurrido entre el efecto causado por una actividad es entre 1 y 10 años.
Corto plazo	3	Cuando el tiempo transcurrido entre el inicio de la actividad y el comienzo del efecto sea inferior a un año.
Inmediato	4	Cuando el tiempo transcurrido entre el inicio de la actividad y el comienzo del efecto sea nulo.
Crítico	(+4)	Resulta cuando el efecto es inmediato, a corto, mediano o largo plazo, pero además ocurre en cercanías de poblaciones o elementos vulnerables, por ejemplo,

Momento (Mo) (Plazo de Manifestación)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
		incremento en los niveles de ruido cerca de una población o un hospital.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Persistencia (Pe)

Se refiere al tiempo que teóricamente permanecerá la alteración del componente socioambiental que se está valorando, desde su aparición y a partir del cual comienza su proceso de recuperación, con o sin medidas de manejo. De acuerdo con este criterio, el impacto por su duración puede ser. (Tabla 41).

Tabla 41 – Persistencia

Persistencia (Pe) (Permanencia del Efecto)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Fugaz o Efímero	1	Cuando la permanencia del efecto, por la circunstancia que sea, es mínima o nula.
Momentáneo	1	Si el impacto persiste por menos de un año.
Temporal o Transitorio	2	Si el impacto persiste por 1 a 10 años.
Pretina o persistente	3	Si permanece entre 11 y 15 años.
Permanente y Constante	4	Si el impacto persiste por un tiempo mayor a 15 años o es indefinido.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Reversibilidad (Rv)

Se refiere a la capacidad del medio socio-ambiental para asimilar naturalmente un cambio o impacto generado por una o varias actividades del proyecto en evaluación, de forma que activa mecanismos de autodepuración o auto recuperación, sin la implementación de medidas de manejo, una vez desaparece la acción causante de la alteración (Tabla 42).

Tabla 42 – Reversibilidad

Reversibilidad (Rv) (Reconstrucción por medios naturales)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Corto plazo	1	La recuperación natural de la variable a su estado inicial, sin medidas de manejo, se puede producir en menos de 1 año.

Reversibilidad (Rv) (Reconstrucción por medios naturales)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Medio plazo	2	La recuperación natural de la variable a su estado inicial, sin medidas de manejo, se puede producir entre 1 y 10 años.
Largo plazo	3	La recuperación natural de la variable a su estado inicial, sin medidas de manejo, se puede producir entre 11 y 15 años.
Irreversible	4	La recuperación natural de la variable a su estado inicial, sin medidas de manejo, no es posible o su tiempo es mayor a 15 años.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Sinergia (Si)

La sinergia se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El resultado total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a las que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea; hace parte del modo de acción del sinergismo, el hecho de generar nuevos efectos, de superior manifestación.

El sinergismo de los efectos causados puede se presenta en la Tabla 43.

Tabla 43 – Sinergia

Sinergia (Si) (Potenciación de la manifestación)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Sin sinergismo o Simple	1	Cuando una acción actuando sobre un componente o factor no presenta sinergismo con otros impactos sobre el mismo u otro factor o componente.
Sinérgico Moderado	2	Cuando el impacto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el impacto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Muy Sinérgico	4	Cuando el impacto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes induce con el tiempo la aparición de otros nuevos.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Acumulación (Ac)

Da idea del incremento progresivo o no de la manifestación de la alteración sobre la o las variables socioambientales evaluadas considerando la acción continuada y reiterada que lo genera en el área. De acuerdo con esto el impacto puede ser simple o acumulativo. (Tabla 44).

Tabla 44 – Acumulación

Acumulación (AC) (Incremento progresivo)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Simple	1	El efecto de la actividad o el impacto no produce efectos acumulativos.
Acumulativo	4	Al prolongarse la acción generadora de un impacto sobre el tiempo, incrementa progresivamente su gravedad, ante la imposibilidad de que la variable afectada pueda recuperarse en la misma proporción que la acción se incrementa espacio-temporalmente.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Efecto (Ef)

Se refiere a la relación causa - efecto o la manifestación del efecto sobre una variable socioambiental como consecuencia de una actividad (Tabla 45).

Tabla 45 – Efecto

Efecto (Ef) (Relación Causa – Efecto)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Indirecto o Secundario	1	Se da cuando el impacto que se genera sobre una variable socio-ambiental es consecuencia de la interacción con otra variable, a su vez afectada por la actividad que se está ejecutando.
Directo o Primario	4	Se da cuando el impacto que se está evaluando es consecuencia de la actividad o acción que se está desarrollando.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Periodicidad (Pr)

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo, o constante en el tiempo. De acuerdo con esto, los impactos, según su periodicidad pueden ser como se muestra en la Tabla 46.

Tabla 46 – Periodicidad

Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Irregular	1	Efecto o impacto, que a causa de una acción o actividad se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia (Discontinuo) o aquellos cuyo efecto o impacto se manifiestan de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es necesario evaluarlas en función de la probabilidad de ocurrencia.
Periódico o de regularidad intermitente	2	Efecto o impacto que a causa de una acción o actividad se manifiesta con un modo de acción intermitente y continúa en el tiempo.
Continuo	4	Efecto o impacto que a causa de una acción o actividad se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Recuperabilidad (Mc)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado a consecuencia del proyecto obra o actividad, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana, o sea, mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras. (Tabla 47).

Tabla 47 – Recuperabilidad

Recuperabilidad (Rp) (Reconstrucción por medios humanos)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
Inmediata	1	Los efectos son recuperables por medio de medidas de manejo inmediatamente resulta la acción afectante.
Corto plazo	2	La recuperación puede darse por medio de medidas de manejo después de ocurrido el hecho en un tiempo menor a 1 año.
Medio plazo	3	La recuperación puede darse por medio de medidas de manejo después de ocurrido el hecho en un tiempo entre 1 y 10 años.
Largo plazo	4	La recuperación puede darse por medio de la aplicación de medidas de manejo en un período entre 10 y 15 años.
Mitigable, sustituible y compensable	4	En el caso de que la alteración se recupere parcialmente, al cesar o no, la presión provocada por la acción, y previa incorporación de medidas correctoras. Se adoptará el mismo valor, cuando se presente un impacto irrecuperable, pero exista la posibilidad de introducir medidas compensatorias.
Irrecuperable	8	El impacto es imposible de reparar en su totalidad por la acción humana a través de medidas de manejo ambiental

Recuperabilidad (Rp) (Reconstrucción por medios humanos)		
CALIFICACIÓN	**ESCALA**	**SIGNIFICADO**
		(MMA), o cuando el tiempo de reconstrucción es superior a 15 años.

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

- Percepción de la Comunidad (PC)

Este atributo se mide en la Evaluación CON Proyecto, hace referencia a la identificación positiva o negativa de la interacción del impacto por parte de la comunidad directamente afectada por el proyecto. La clasificación del criterio se presenta en la Tabla 48.

Tabla 48 – Valores de Calificación para la percepción de la comunidad

VALOR	NEGATIVO	POSITIVO
1	La comunidad no percibe negativamente el impacto	La comunidad no percibe positivamente el impacto
2	La comunidad percibe negativamente el impacto	La comunidad percibe positivamente el impacto

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

2.4.4.2 Jerarquización de los impactos

La importancia **(I)** se determina realizando la sumatoria de las calificaciones dadas a los criterios tenidos en consideración para ambos escenarios, empleando la ecuación antes enunciada. Una vez se determina la importancia ambiental del impacto se puede clasificar los impactos para priorizar el manejo ambiental y establecer el tipo de medida de manejo requerido, en lo que al escenario CON proyecto se refiere.

El resultado final de la evaluación de cada impacto negativo corresponde a la clasificación de los impactos con base en los valores de importancia establecidos en las siguientes categorías*: Irrelevante, moderado, severo y crítico*.

A continuación, se indica la clasificación de los impactos según los valores de importancia ambiental obtenida. (Tabla 49).

Tabla 49 – Nivel de importancia

CARÁCTER	CATEGORÍA DE IMPORTANCIA	RANGO
Negativos (-)	IRRELEVANTE	-13 a -24
	MODERADO	- 25 a -49
	SEVERO	-50 a -75
	CRITICO	-76 a -100

CARÁCTER	CATEGORÍA DE IMPORTANCIA	RANGO
Positivos (+)	POCO IMPORTANTE	+13 a +24
	IMPORTANTE	+25 a +50
	MUY IMPORTANTE	+51 a +100

Fuente: Metodología De Conesa Fernández, 2010

De acuerdo con los rangos determinados por la metodología, los impactos *críticos* son inadmisibles y no deben existir dentro de un proyecto; su presencia llevaría a evaluar, ya no el impacto en sí, sino la viabilidad social y/o ambiental del proyecto. Los impactos *severos* requieren de medidas de manejo especializadas en el área concreta de su componente o factor ambiental afectado; los impactos *moderados e Irrelevantes* exigen la formulación y aplicación de medidas de manejo ambiental dirigidas a la prevención, mitigación, corrección o compensación (impactos residuales).

Para la identificación de los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales se siguieran los siguientes lineamientos:

2.4.4.3 Impactos acumulativos

Para la identificación de los impactos acumulativos, se tendrán en cuenta aquellos impactos que se generan actualmente en la zona (SIN proyecto), con el fin de establecer cuáles de estos podrían acumular sus efectos con los impactos que generaría el desarrollo de nuevas actividades. Del mismo modo, se identificarán los impactos acumulativos generados por las nuevas actividades del proyecto.

El análisis de los impactos acumulativos “CON proyecto” se realiza para los más relevantes donde se emplea el valor dado al atributo de Acumulación (AC) sea (4) lo cual representa que, al prolongarse la acción generadora de un impacto sobre el tiempo, incrementa progresivamente su gravedad, ante la imposibilidad de que la variable afectada pueda recuperarse en la misma proporción que la acción se incrementa espacio-temporalmente.

2.4.4.4 Impactos sinérgicos

Los impactos sinérgicos pueden ser causados por el resultado de la interacción de actividades actuales de la zona con futuras actividades del proyecto. También pueden ser impactos sinérgicos aquellos que pueden ser solo causados por el proyecto y que su unión o acción en el mismo tiempo y espacio generan impactos de mayor magnitud.

El análisis de los impactos sinérgicos “CON proyecto” se realiza para los más relevantes (Muy Sinérgico) donde se emplea el valor dado al atributo de Sinergia (Si) sea (4) lo cual representa que cuando el impacto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes induce con el tiempo la aparición de otros nuevos.

2.4.4.5 Impactos residuales

Para el análisis de los impactos con características residuales, se toma como base la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), la cual considera como principales criterios para el cálculo de la importancia de la recuperabilidad, las variables: tiempo de recuperación y eficacia de la medida de manejo.

Tiempo de recuperación: Con esta variable, se determina el tiempo que tardará en recuperarse el factor ambiental, a partir del momento en que se aplican las medidas de manejo ambiental y las estrategias de seguimiento y monitoreo del proyecto.

El tiempo de recuperación está relacionado con el tipo de medida de manejo que se aplica, por ejemplo, al implementar medidas preventivas y de mitigación eficaces, el tiempo de recuperación del factor ambiental será inmediato, ya que el impacto se ha prevenido o manejado de forma adecuada. La aplicación de medidas de corrección puede conducir a periodos prolongados relacionados con la severidad del daño causado, la vulnerabilidad ambiental del factor y las medidas compensatorias solamente incluyen la indemnización a la comunidad cercana al daño generado.

El tiempo de recuperación se calificó en los rangos establecidos en la Tabla 50.

Tabla 50 – Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación

CATEGORÍA CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALOR CUANTITATIVO
Largo Plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo, más de cinco (5) años.	1
Recuperable a mediano plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a cinco (5) años, pero superior a un (1) año.	3
Recuperable a corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a un (1) año, pero superior a un (1) mes.	5
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata o en menos de un (1) mes.	7

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica Para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010)

Eficacia de la medida de manejo: La eficacia de la medida de manejo está definida por la capacidad que tiene la misma, una vez implementada, de disminuir el nivel de afectación que se causó sobre el componente ambiental.

La eficacia de la medida de manejo se clasificó según los rangos establecidos en la Tabla 51.

Tabla 51 – Clasificación valoración de la eficacia de la medida de manejo

CALIFICACIÓN	SIGNIFICADO	VALOR
Muy Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo sea menor a 30%.	0
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 31% al 60%.	1
Media	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 61% al 80%.	5
Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 81% al 99%.	10
Muy Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo sea del 100%.	15

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica Para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia

(Martínez Prada, 2010)

Importancia de la Recuperabilidad: dadas las calificaciones a los impactos significativos resultado de la evaluación ambiental con la realización del proyecto, se procede a determinar la importancia de la recuperabilidad a través de la siguiente ecuación:

$$I_{RB} = \pm (TR+E)$$

Dónde:

IRB = Representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.

TR = Representa al tiempo de recuperación del impacto.

E = Representa la eficacia de la medida de manejo aplicada.

Aplicando la anterior ecuación, los resultados obtenidos deben ser normalizados para obtener valores entre 0 y 1 con los cuales se determina el nivel de importancia de cada impacto utilizando la ecuación que se presenta a continuación:

$$I(_{RB})_N = \pm (|I_{RB}| - Mínimo) \,/\, (Máximo - Mínimo)$$

Dónde:

Mínimo = 1

Máximo = 22

Importancia neta: teniendo en cuenta que la importancia de la recuperabilidad mide el nivel de recuperación de la calidad ambiental del factor, se deriva la importancia neta, como una diferencia entre la importancia sin medidas de manejo ambiental y la importancia del impacto con medidas de manejo ambiental. Para hallar este resultado se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{NETA} = I - (I * I_{(RB)N})$$

Dónde:

I_{NETA} = Representa la importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental.

I= Representa la importancia sin medidas de manejo.

$I_{(RB)N}$ = Representa la importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental.

En la Tabla 52 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los impactos residuales.

Tabla 52 – Clasificación para la Valoración de la Importancia NETA

Rango de la $I_{(NETA)}$	CATEGORÍA	SIGNIFICADO
<=32	Irrelevante	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.
>32<=52	Moderado	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos.
>52<=74	Severo	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas.
>74	Crítico	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones.

Fuente: Adaptado de (Martínez Prada, 2010).

Es importante mencionar que en el análisis se realizará sólo para los impactos significativos, es decir, los impactos que dan como resultado en la evaluación ambiental CON proyecto un nivel de importancia ambiental *severo* y/o *crítico,* o los impactos con características residuales, donde se emplea el atributo de los impactos propuestos por Conesa (2010), como es la recuperabilidad (RP) reconstrucción por medios humanos, cuando esté presente valoración de (8) correspondiente a irrecuperable.

2.4.5 Zonificación de manejo ambiental del proyecto

A partir de la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto, elaborada en el Capítulo 4 Áreas de Influencias y de acuerdo con las categorías identificadas se califica los niveles de sensibilidad de los diferentes componentes de los medios biótico, abiótico y socioeconómico. Se ubicaron los componentes en las diferentes categorías de zonificación de manejo ambiental.

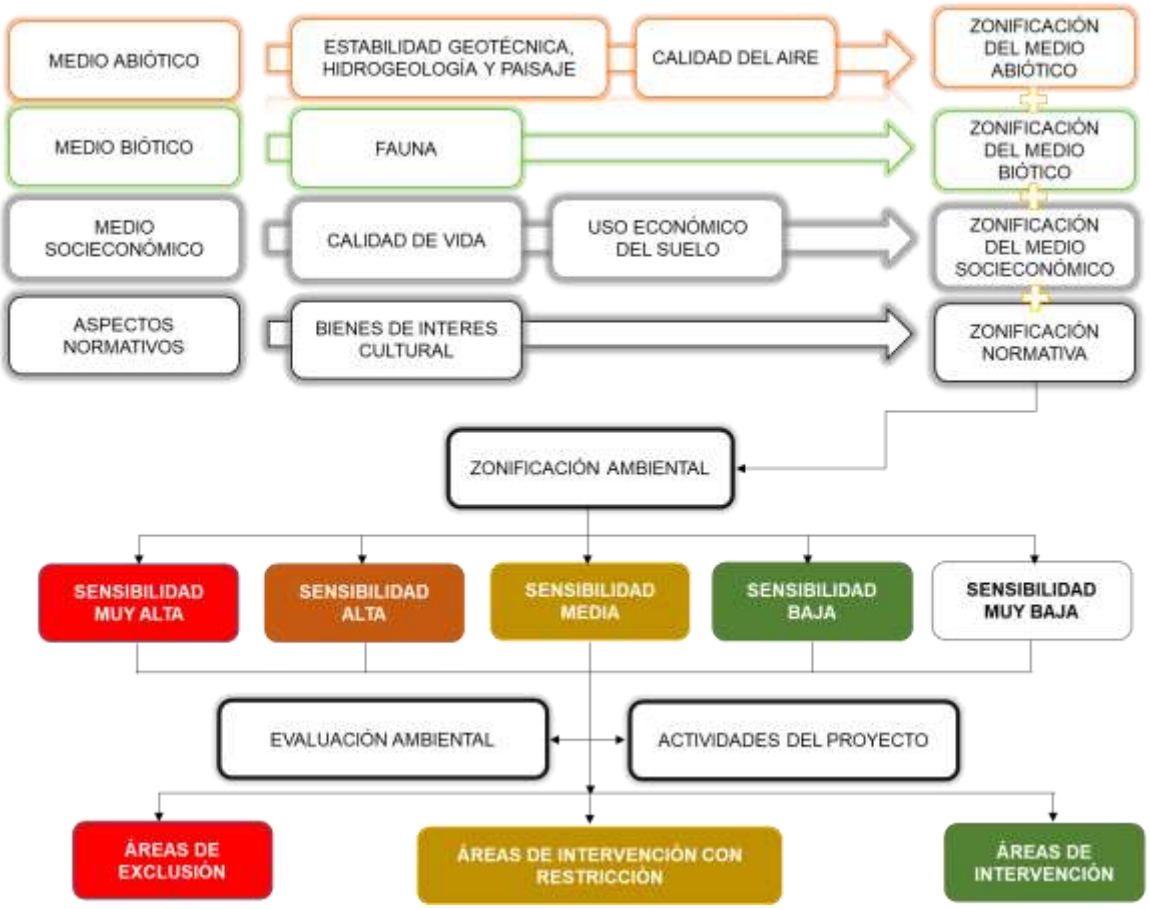


Figura 9. Modelo metodológico para la definición de categorías de Zonificación de manejo ambiental, a partir de la zonificación ambiental y la calificación de sensibilidad

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

A continuación, se da la definición de las diferentes categorías de Zonificación de manejo ambiental:

- Áreas de exclusión: corresponde a las áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto. Se considera que el criterio de exclusión está relacionado con la sensibilidad y funcionalidad de la zona, de la capacidad de auto recuperación de los medios a ser afectados y del carácter de área especial, que, para el caso de las áreas urbanas, es importante identificar los sitios con restricción normativa.
- Áreas de intervención con restricciones: se trata de áreas donde se debe tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades y etapas del proyecto y con la sensibilidad socio ambiental de la zona. En lo posible deben establecerse grados y tipos de restricción y condiciones de estas.

- Áreas de intervención: corresponde a áreas donde se puede desarrollar el proyecto, con áreas de manejo socio ambiental acorde con las actividades y etapas de este.

La calificación otorgada a cada una de las áreas y el desarrollo de la metodología se explica de manera detallada en el Capítulo 9. Zonificación de Manejo Ambiental.

2.4.6 Plan de Manejo Ambiental

A partir de la identificación, calificación y priorización de impactos ambientales, se establecieron las acciones que permitan prevenir, proteger, controlar, mitigar, restaurar, recuperar y/o compensar los impactos identificados y priorizados. De igual manera, se define el conjunto de impactos que deberán ser manejados conforme al nivel de importancia ambiental que se identifique. Para lo anterior, se elabora el conjunto de fichas de manejo ambiental que deben ser implementadas en las diferentes actividades del proyecto, teniendo en cuenta lo solicitado en los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17.

Los planes de manejo formulados se integran al Sistema de Gestión Ambiental que actualmente se encuentra implementados por el Consorcio Metro Línea 1 S.A.S, teniendo en cuenta que el PMA es una herramienta operativa del Sistema de Gestión Ambiental y HSEQ del consorcio, este se integró al PMA tal como está.

Los programas y proyectos del Plan de Manejo Ambiental que se encuentra en el Capítulo 10.1: Plan de Manejo Ambiental del EIA, son presentados en forma de fichas de manejo que permite la extensión de los lineamientos generales de acción a los contratistas para que sean cubiertos en todas las etapas y frentes de operación, las cuales contienen la información que se describe en la Tabla 53.

Tabla 53 – Contenido de las Fichas de Manejo

ITEM	DESCRIPCIÓN
OBJETIVOS	Se indica de manera específica y precisa la finalidad con la cual se pretende desarrollar cada medida.
METAS	Se plantearán las metas a alcanzar con la ejecución de la medida de manejo ambiental propuesta.
ETAPA DE APLICACIÓN	Se indica la etapa del proyecto en la cual se implementará la medida de manejo ambiental propuesta.
IMPACTO AMBIENTAL	Se indican los impactos identificados y que serán manejados a través de la ficha de manejo la actividad que lo genera.
TIPO DE MEDIDA	Se establecerá que acción de prevención, protección, control, mitigación, restauración, o compensación que se pretende alcanzar con la medida.
ACCIONES A DESARROLLAR	Corresponde a las medidas específicas que se adoptarán para el control o manejo ambiental del impacto generado por alguna actividad del proyecto.
LUGAR DE APLICACIÓN	Se indicará con precisión la ubicación del sitio, área en el cual se ejecutará la medida (Barrio, etc.).
POBLACIÓN BENEFICIADA	Determina la población que puede verse favorecida por el desarrollo de la actividad.
MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS	Determina las estrategias participativas de la comunidad en el desarrollo de las actividades en el caso que aplique.

ITEM	DESCRIPCIÓN
INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y/O MONITOREO	Se registran los indicadores de seguimiento y monitoreo que se utilizarán tales como muestreos, observaciones, registro de avances de ejecución técnica y financiera, resultados o efectividad de la medida, receptividad en el medio (entorno físico - biótico o social); grado de participación de las comunidades, etc.
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	Establece personas y/o entidades encargadas de la ejecución o control y seguimiento de las acciones de manejo presentadas en la ficha.
PERSONAL REQUERIDO	Puntualiza los requerimientos de personal (profesional, técnico o no capacitado) para llevar a cabo las medidas de manejo ambiental.
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	Establece el tiempo durante el cual se implementarán las medidas de manejo.
COSTOS	Determina el costo que demanda la ejecución de las medidas de manejo, ya sea estos de los costos generales de obra, del plan de gestión social o específicos.

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

2.4.7 Plan de Seguimiento y Monitoreo

A partir de planteamiento de las fichas del plan de manejo ambiental se construyeron guías para verificar el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental consignadas en cada uno de los programas ambientales establecidos para el proceso de las actividades a desarrollar para el proyecto. Este documento corresponde al Capítulo 10.2 Plan de Seguimiento y Manejo del Estudio de Impacto Ambiental.

El seguimiento se realizará tanto al componente biótico como al abiótico y socioeconómico, permitiendo garantizar el cumplimiento de las medidas de manejo establecidas para el proyecto. El programa de seguimiento y monitoreo se construye a partir de la definición de las actividades que permitan verificar el cumplimiento de las medidas planteadas en el Plan de Manejo Ambiental y control de los impactos identificados, así como el control a las condiciones del medio. El contenido se describe en la Tabla 54.

Tabla 54 – Contenido de las fichas de PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ITEM	DESCRIPCIÓN
PROGAMA	Se indica de manera específica el programa al cual pertenece la ficha de seguimiento.
OBJETIVOS	Se indica de manera específica y precisa la finalidad con la cual se pretende desarrollar cada medida.
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Se registran los indicadores de seguimiento y monitoreo que se utilizarán tales como muestreos, observaciones, registro de avances de ejecución técnica y financiera, resultados o efectividad de la medida, receptividad en el medio (entorno físico - biótico o social); grado de participación de las comunidades, etc.
CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR	Se indica el nombre del indicador.
JUSTIFICACIÓN Y REPRESENTATIVIDAD	Se indica cual es la finalidad del establecimiento de este indicador.
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	Corresponde a la unidad del tiempo en la que se debe realizar las diferentes actividades de seguimiento.

ITEM	DESCRIPCIÓN
ACCIONES A DESARROLLAR PARA OBTENER LA INFORMACIÓN Y/O DATOS QUE PERMITAN CALCULAR LOS INDICADORES PROPUESTOS EN EL PMA	Corresponde a los diferentes registros y medios de verificación del cumplimiento de cada ficha.

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

2.4.8 Plan de Gestión del Riesgo

El Proceso de Gestión del Riesgo, tiene por finalidad identificar, analizar y evaluar los eventuales riesgos asociados a las actividades a desarrollar en el proyecto incluye considerar las fuentes de riesgo, sus consecuencias y la posibilidad que los riesgos identificados se materialicen; para lo anterior, se ha utilizado un ***análisis preliminar de riesgos*** de manera que se excluyan del estudio cuantitativo los riesgos similares o de bajo impacto.

De acuerdo con los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17 y con base en la información física, biótica y social disponible, se determinaron las zonas de riesgo y sensibilidad ambiental, las cuales se relacionan con las diferentes actividades de construcción y operación del proyecto. Es así como, para lograr estimar el riesgo para el proyecto se consideran dos escenarios generales: del medio al proyecto (exógenos) y del proyecto al medio (endógenos).

Escenario 1: *Del medio al proyecto – Análisis de riesgos Exógenos*: Se realiza la identificación y descripción de las amenazas Exógenas de tipo natural, socio-natural y socio-cultural, geopolítico y tecnológicas, presentes en la zona, que pueden llegar a afectar el normal desarrollo del proyecto. Como elemento vulnerable se evalúa el proyecto en cada una de sus etapas. Con la información y valoración de estos dos factores se consolidará el riesgo.

Escenario 2: *Del proyecto al medio - Análisis de riesgos Endógenos*: Los riesgos endógenos tienen origen en las amenazas operacionales (fallas en procesos de operación, daño de equipos, errores humanos, entre otros). En este sentido, se identifican, clasifican y describen los riesgos asociados a los métodos de construcción y al tipo de operación del proyecto.

A continuación, se describe los pasos que se realizan para consolidar y valorar el riesgo para cada escenario tanto Exógenos como Endógenos:

El análisis de riesgos se realizó mediante la metodología RAM - Risk Assessment Matrix, o matriz de valoración de riesgos, que consiste en la evaluación de las consecuencias y las probabilidades de que se presente un evento amenazante.

La Matriz de Evaluación de Riesgos es una herramienta para la evaluación cualitativa de los riesgos y facilita la clasificación de las amenazas a la salud, medio ambiente, bienes e imagen de la Empresa. Los ejes de la matriz según la definición de riesgo corresponden a las consecuencias y a la probabilidad.

El riesgo (R) se define como la probabilidad de que una amenaza se haga realidad provoque daños sobre las personas, el ambiente, los bienes y la imagen de la empresa. Se obtiene al relacionar la amenaza (A), con la vulnerabilidad (V) de los elementos expuestos. El Riesgo (R) es, por tanto, función de la frecuencia de ocurrencia de un peligro potencial (Amenaza); y de la vulnerabilidad de los elementos a la amenaza:

$$Riesgo = Amenaza\ x\ Vulnerabilidad$$

- Evaluación de la Probabilidad

Se entiende como amenaza la posibilidad de ocurrencia de una contingencia la cual pueda llegar a afectar vidas humanas, el medio ambiente y/o la infraestructura ubicada e instalada en el área donde se desarrollan labores o actividades operacionales. En la Tabla 55, se presentan los criterios para la medición de la probabilidad de ocurrencia del evento con la consecuencia identificada.

Tabla 55 – Probabilidad De Ocurrencia - Frecuencia De Amenazas

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA - FRECUENCIA DE AMENAZAS				
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	**CASOS / AÑO**	**RAM**	**ASIGNACIÓN**	**NIVEL DE FRECUENCIA**
Frecuente	Más de un (1) caso al año	Sucede varias veces al mes en la Empresa (E)	5	Muy alta
Moderado	Hasta un caso cada 5 años	Sucede varias veces al año en la Empresa (D)	4	Alta
Ocasional	Hasta un caso cada 20 años	Ha ocurrido en la Empresa (C)	3	Media
Remoto	Hasta un (1) caso cada 50 años	Ha ocurrido en el sector (B)	2	Baja
Improbable	Más de 50 años para 1	No ha ocurrido en sector (A)	1	Muy baja

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

- Evaluación de la Vulnerabilidad

La valoración de riesgos incluye la evaluación de la vulnerabilidad, entendida como la magnitud en que los factores de vulnerabilidad: población, la economía, el ambiente y la imagen de la empresa, son susceptibles de ser afectados por las amenazas. Para efectos de la evaluación del riesgo, se tomará la máxima calificación con el fin de cubrir la condición más crítica. En la Tabla 56 a la Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

Tabla 59, se presenta una relación detallada de los criterios usados para la valoración de consecuencias.

Tabla 56 – Valoración daños a personas

ESCALA	DESCRIPCIÓN
0	Ninguna lesión.
1	Lesión leve primeros auxilios: Atención en lugar de trabajo y no afecta el rendimiento laboral, ni causa incapacidad.
2	Lesión menor sin incapacidad (incluyendo casos de primeros auxilios y de tratamiento médico y enfermedades ocupacionales): No afectan el rendimiento laboral, ni causan incapacidad.
3	Incapacidad temporal > 1 día (lesiones que producen tiempo perdido): Afectan el rendimiento laboral, como la limitación a ciertas actividades o requiere unos días para recuperarse completamente (casos con tiempo perdido): Efectos menores en la salud que son reversibles, por ejemplo: irritación en la piel, intoxicación por alimentos.
4	Incapacidad permanente (incluyendo incapacidad parcial y permanente y enfermedades ocupacionales): Afectan el desempeño laboral por largo tiempo, como una ausencia prolongada al trabajo. Daños irreversibles en la salud con inhabilitación seria sin pérdida de vida; por ejemplo: hipoacusia provocada por ruidos, lesiones lumbares crónicas, daño repetido por realizar esfuerzos, síndrome y sensibilización.
5	1 o más muertes: Por accidente o enfermedad profesional.

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

Tabla 57 – Valoración a la consecuencia económica

ESCALA	DESCRIPCIÓN
0	Ninguna.
1	Marginal (menos de 1 mil dólares - daños leves): No hay interrupción de la actividad (Construcción, Operación, mantenimiento, puesta en marcha, etc.).
2	Importante (de 1 mil a 10 mil dólares - daños menores): Interrupción breve de la actividad (degradaciones, recirculación, reprocesos).
3	Severo (de 10 mil a 100 mil dólares - daños locales): Pérdidas económicas por parada temporal, lucro cesante o responsabilidad civil.
4	Grave (de 100 mil dólares a 1 millón de dólares - daños mayores): Pérdida parcial en las operaciones o de la Subestación.
5	Catastrófica (más de 1 millón de dólares - daños generalizados): Pérdida total o sustancial en la operación, en la infraestructura, etc.

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

Tabla 58 – Valoración efectos en el ambiente

ESCALA	DESCRIPCIÓN
0	Sin efectos: Sin afectación ambiental. Sin modificaciones en el medio ambiente.
1	Efectos Leves: Emisiones o descargas con afectación ambiental leve y temporal, y dentro de las instalaciones. Acciones de remediación en el inmediato plazo. No existe contaminación.
2	Efectos menores: Emisiones o descargas menores, con afectación al medio ambiente dentro de las instalaciones, sin efectos duraderos, o que requieren 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 requiere medidas de recuperación en el

ESCALA	DESCRIPCIÓN
	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 un daño ambiental irreparable en un área extensa o en áreas de uso recreativo o de preservación de la naturaleza; o constante violación de los límites legales o actos administrativos. Requiere medidas de compensación por daños irreparables

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

Tabla 59 – Valoración 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 del 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 Ingenieria S.A.S., 2022

- Valoración del Riesgo

Una vez determinado la magnitud de las consecuencias para los factores de vulnerabilidad: personas, económicas, ambiente, e imagen de la empresa; se valora el riesgo considerando la consecuencia y probabilidad correspondientes (amenaza) (Tabla 60). En los casos en los que el incidente se identificó en más de una consecuencia, el riesgo global de dicho incidente es clasificado de acuerdo con la categoría de consecuencia que tenga la calificación más crítica. En todos los casos las consecuencias sobre la vida humana tienen la mayor prioridad en la evaluación.

Tabla 60 – 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 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 >$1 M	Contaminación imparable	Internacional	5	5	10	15	20	25
Incapacidad Permanente	Grave $100 k a $1 M	Contaminación Mayor	Nacional	4	4	8	12	16	20
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo $10 k a $100 k	Contaminación Localizado	Regional	3	3	6	9	12	15
Lesión menor (sin incapacidad)	Importante $1 k a $10 k	Efecto Menor	Local	2	2	4	6	8	10
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <$1 k	Efecto Leve	Interna	1	1	2	3	4	5
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	0	0	0	0	0	0

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

Como resultado de esta evaluación se obtuvo una matriz que consolidará la probabilidad de ocurrencia de cada evento y las consecuencias a partir de la cual se identificarán los niveles de planeación y se definirán los lineamientos para intervención del riesgo, los cuales se presentan dentro del capítulo de Gestión del Riesgo como Anexo B.

Como se puede observar en la Tabla 60 se presenta los criterios para la obtención de la estimación del Nivel de Riesgo, definiéndolo como Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy alto y en la Tabla 61 se presenta la información sobre la gravedad del evento y frente a esta clasificación se establecen los niveles de aceptabilidad del riesgo (Aceptable, Tolerable e Inaceptable), así como las acciones que se deberán implementar para prevenirlos y mitigarlos (No Plan, Plan General y Plan detallado).

Tabla 61 – 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 ameritan que se desarrollen acciones prioritarias e inmediatas de protección y prevención debido al alto impacto que tendrían sobre el entorno.
Alto	De 13 a 20		
Moderado	De 9 a 12	Tolerable	Los escenarios agrupados en esta área implican el desarrollo de actividades que disminuyan el riesgo, aunque tienen un nivel de prioridad de segundo nivel.
Bajo	De 5 a 8	Aceptable	Los escenarios ubicados en esta área de la matriz no presentan un riesgo significativo, lo que no amerita la inversión inmediata de recursos y no se requieren acciones específicas sobre los elementos vulnerables considerados en el escenario.
Muy Bajo	De 1 a 4		
Ninguno	0		

NIVEL DEL RIESGO	NÚMERO MATRICIAL	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO				
		NIVEL	DESCRIPCIÓN			
NIVEL DE ACEPTABILIDAD DEL RIESGO		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 valorado previamente no amerita la incorporación de grandes esfuerzos para tratar de controlarlo y resultan óptimas las medidas de prevención, este factor de riesgo presenta grados de repercusión y de peligrosidad bajos.				
	Nivel Tolerable	**PLAN GENERAL** En este caso el factor de riesgo evaluado presenta mayor importancia, requiriendo además de medidas de prevención, la incorporación de respuestas de tipo general.				
	Nivel Inaceptable	**PLAN DETALLADO** La planeación aquí cobra vital importancia, pues exige, medidas de prevención, capacitación y realizar controles en la fuente, el transmisor y/o el receptor con acciones detalladas.				

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022

2.4.9 Plan de Abandono y restauración final

Se contempla el desmantelamiento de las infraestructuras eléctricas tal como se desarrollará en las etapas pre constructiva y de desmantelamiento y demolición, dando cumplimiento a todas las medidas para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos que se presenten. Estas se encuentran establecidas en las Fichas del Plan de Manejo Ambiental en el Capítulo 10 del EIA, que tienen identificadas actividades en la etapa de desmantelamiento, así como en el Capítulo 3 del EIA, de descripción del proyecto.

2.4.10 Plan de inversión del 1%

A partir de los requerimientos establecidos en la normatividad ambiental vigente, relacionados con el Título 9, Parte 2, Libro 2, Capítulo 3 del Decreto 1076 de 2015 sobre “Inversión Forzosa de no Menos del 1%”, específicamente lo mencionado en el *“Parágrafo 2. Lo dispuesto en el presente capítulo no aplica para aquellos proyectos que tomen el agua directamente de la red domiciliaria de acueducto operada por un prestador del servicio”*, se identifica que este proyecto no cumple con los requerimientos ni con el campo de aplicación, dado que la demanda hídrica se suplirá mediante la compra de agua a terceros para el uso industrial y a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá para el uso domésticos, por lo tanto, no se plantearán propuestas ni líneas de inversión en este sentido.

2.5 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

El Estudio de Impacto Ambiental ha sido elaborado con la participación de un grupo multidisciplinario que permite garantizar la cobertura en todos los temas requeridos cuya formación y experiencia se presenta a continuación

PERSONAL PARTICIPANTE EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

PROFESIONAL	FORMACIÓN	EXPERIENCIA GENERAL	RESPONSABILIDAD
Sonia Ardila	Ingeniera Forestal Especialista en Planificación y Administración del Desarrollo Regional y Especialista en Gerencia de Proyectos	19 años	Dirección del proyecto, relacionamiento con entidades locales y regionales.
Julian Lopez	Ingeniero Ambiental	5 años	Coordinación del proyecto, relacionamiento con entidades locales y regionales
Venus González	Ingeniera Forestal	19 años	Descripción del componente paisaje, forestal, ecosistemas, inventario forestal, evaluación ambiental, zonificación ambiental, zonificación de manejo ambiental, fichas del PMA, fragmentación de ecosistemas.
Gerardo Arenas	Biólogo	27 años	Descripción del componente biótico, ecosistemas, monitoreo de fauna, evaluación ambiental, zonificación ambiental, zonificación de manejo ambiental, fichas del PMA y seguimiento.
Daniela Rodríguez	Geóloga	3 años	Profesional de apoyo en la elaboración del componente geosférico (geología, geomorfología, geotecnia,), evaluación ambiental, zonificación ambiental, zonificación de manejo ambiental, fichas de PMA, seguimiento, plan de abandono.
Cesar Rodriguez	Asesor geólogo	30 años	Asesor en el desarrollo temático geoesferico especialmente temas de hidrogeología
Claudia Valderrama	Profesional Social	20 años	Descripción del componente socioeconómico y arqueológico, evaluación ambiental, zonificación ambiental, zonificación de manejo ambiental, fichas del PMA, seguimiento.
José Prada	Geógrafo	1 año	Elaboración de la caracterización climática e hidrología del Estudio.
Diana del Pilar Roa	Administradora del Medio Ambiente	8 años	Evaluación ambiental, componente suelos.

PROFESIONAL	FORMACIÓN	EXPERIENCIA GENERAL	RESPONSABILIDAD
	Especialista en Evaluación de Ambiental de Proyectos.		
Ricardo Tiga	Ingeniero Catastral y Geógrafo Esp. Sistemas de Información Geográfica	4 años	Coordinación en Cartografía, restitución cartográfica, base de datos y metadatos.
John Forero	Ingeniero Ambiental	4 años	Profesional de apoyo en la elaboración en Cartografía, restitución cartográfica, base de datos y metadatos.
Jenny Carolina Dueñas	Química Pura	7 años	Elaboración de la caracterización, evaluación de impactos y planes de manejo y seguimiento del componente atmosférico.
Zulma Milena Monroy	Química Pura	7 años	Profesional de apoyo en la caracterización del componente atmosférico
Karen Paola Medina	Tecnólogo en química industrial	1 año	Profesional de apoyo en la caracterización del componente atmosférico
Camilo Torres	Ph. D (C) en Economía del Desarrollo Magister en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Ecólogo	11 años	Elaboración del capítulo de economía ambiental.

Fuente: CPA Ingenieria S.A.S., 2022