

2. GENERALIDADES



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.



COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL- MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021 – INFORMACIÓN ADICIONAL

Proyecto Segundo refuerzo de red
en el área oriental: Línea de transmisión
La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV

UPME 07-2016

TCE-ET2W-GPB00-0003-1

Control de Cambios SMAYD LTDA

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
04/10/2022	V1A	Versión inicial
ELABORADO POR: Grupo interdisciplinario SMAYD LTDA	REVISADO POR: A. Fajardo	APROBADO POR: A. Fajardo

Control de Revisiones TCE

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
05/10/2022	V1	Final
ELABORADO POR: SMAYD LTDA	REVISADO POR: TCE S.A.S.	APROBADO POR: TCE S.A.S.

CONTENIDO

2. GENERALIDADES	7
2.1 Introducción.....	7
2.1.1 Localización general del proyecto licenciado	8
2.1.2 Localización general de la infraestructura, obras y/o actividades modificación No. 2	10
2.1.2.1 Sitios de Torre	11
2.1.2.2 Plazas de tendido	12
2.1.2.3 Acercamiento al conductor	12
2.1.2.4 Uso de helicóptero.....	12
2.2 Antecedentes	13
2.2.1 Justificación	14
2.2.2 Estudios e investigaciones previas	15
2.2.3 Trámites previos	16
2.2.3.1 Áreas de Reserva Forestal y Distritos de Manejo Integrado.....	16
2.2.3.2 Levantamiento de veda de flora silvestre.....	22
2.2.3.3 Autorización de intervención arqueológica	22
2.2.3.4 Permisos de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales	23
2.2.3.5 Análisis de superposición de Proyectos licenciados	24
2.2.3.6 Solicitudes de información a entidades nacionales y regionales.....	24
2.2.3.7 Radicación del EIA	24
2.3 Alcance	24
2.3.1 Análisis y limitaciones de información	26
2.3.2 Contenido del documento	26
2.4 Metodologías.....	29
2.4.1 Equipo de trabajo.....	31
2.4.2 Caracterización vial.....	33
2.4.3 Área de influencia	35
2.4.3.1 Etapa precampo	37
2.4.3.2 Fase de campo	37

2.4.3.3	Fase de post campo	37
2.4.4	Caracterización del Medio abiótico	38
2.4.4.1	Geología	38
2.4.4.2	Geomorfología.....	40
2.4.4.3	Suelos y usos del suelo.....	43
2.4.4.4	Hidrología	49
2.4.4.5	Clima.....	51
2.4.4.6	Calidad de agua	53
2.4.4.7	Usos del agua.....	57
2.4.4.8	Hidrogeología	58
2.4.4.9	Geotecnia	62
2.4.4.10	Atmósfera	65
2.4.5	Caracterización del Medio biótico	70
2.4.5.1	Ecosistemas terrestres	70
2.4.5.2	Caracterización vegetal	74
2.4.5.3	Aprovechamiento forestal.....	85
2.4.5.4	Conectividad y fragmentación	94
2.4.5.5	Flora epífita, rupícola y terrestre en veda.....	103
2.4.5.6	Fauna	111
2.4.5.7	Ecosistemas acuáticos	119
2.4.5.8	Ecosistemas sensibles, estratégicos y/o áreas protegidas	120
2.4.6	Caracterización del Medio Socioeconómico.....	128
2.4.7	Paisaje.....	131
2.4.7.1	Etapa precampo	131
2.4.7.2	Etapa de Campo.....	132
2.4.7.3	Etapa Pos campo	132
2.4.8	Servicios ecosistémicos.....	137
3.1.1.1	Etapa Pre-campo.....	138
3.1.1.2	Etapa de Campo.....	139
3.1.1.3	Etapa poscampo.....	139

BIBLIOGRAFÍA..... 141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Listado de departamentos y municipios por donde discurre el UPME 07 de 2016 licenciado	9
Tabla 2-2. Unidades territoriales por donde discurre la Modificación N°2	11
Tabla 2-3. Localización general de los Sitios de Torre Variante Nueva Esperanza	11
Tabla 2-4. Localización general de las plazas de tendido Variante Nueva Esperanza	12
Tabla 2-5. Localización general de los acercamientos al conductor Variante Nueva Esperanza	12
Tabla 2-6. Localización general del sitio de enganche de helicóptero Variante Nueva Esperanza	12
Tabla 2-7 Zonas de manejo especial en el Área de influencia de la Modificación No. 2.	16
Tabla 2-8 Fechas de realización de captura de información primaria en campo	30
Tabla 2-9 Equipo de trabajo elaboración del complemento del Estudio de Impacto Ambiental – Modificación No. 2.....	31
Tabla 2-10 Clases agrológicas para definir el uso potencial de los suelos.....	45
Tabla 2-11 Estaciones meteorológicas utilizadas para la caracterización del área de influencia – Modificación No. 2.....	52
Tabla 2-12 Parámetros analizados en fuentes hídricas superficiales del área de influencia de Modificación No. 2	56
Tabla 2-13 Factores, categorías y valoración para el análisis de susceptibilidad y deslizamientos.....	64
Tabla 2-14 Factores, categorías y valoración para el análisis de susceptibilidad a deslizamientos	65
Tabla 2-15. Índices Alfa-Biodiversidad analizados para el presente estudio.....	83
Tabla 2-16. Áreas censadas y con restricciones en áreas de Aprovechamiento Forestal	87
Tabla 2-17. Predios Privados con Restricción de Acceso.....	88
Tabla 2-18. Parámetros estadísticos.....	88
Tabla 2-19. Parámetros de muestreo de ecosistemas en las AAF	89
Tabla 2-20. Distancias mínimas de vegetación analizadas bajo condiciones de viento y temperatura	91
Tabla 2-21. Áreas de aprovechamiento forestal por cobertura vegetal	93
Tabla 2-22 Clasificación de sensibilidad a la fragmentación de las coberturas en el área de influencia	94
Tabla 2-23 Formas de fragmentos según el índice de formas.....	98
Tabla 2-24 Rangos de clasificación del contexto paisajístico	102
Tabla 2–25. Cálculo del número teórico de árboles a muestrear.....	105
Tabla 2–26 Coordenadas de localización de los forófitos evaluados	106
Tabla 2–27 Coordenadas de localización de las parcelas evaluadas	107

Tabla 2-28. Coberturas presentes en las estaciones de muestreo del área de influencia biótica de la Modificación No.2 del proyecto UPME 07 de 2016 según la leyenda nacional de cobertura.....	111
Tabla 2-29. Estaciones de caracterización en el área de influencia de la Modificación No.2, ubicación y coberturas asociadas.....	112
Tabla 2-30 Ubicación geográfica de los sitios de muestreo establecidos para la caracterización hidrobiológica	119
Tabla 2-31 Áreas Protegidas establecidas en el Decreto 1076 de 2015	122
Tabla 2-32 Otras categorías de protección y manejo de recursos naturales.....	124
Tabla 2-33 Ecosistemas Sensibles establecidos en el Decreto 1076 de 2015.....	124
Tabla 2-34 Ecosistemas Estratégicos establecidos en el Decreto 1076 de 2015	125
Tabla 2-35 Suelos de Protección definidos en el Decreto 3600 del 2007	126
Tabla 2-36 Unidades geomorfológicas dentro del área de influencia	132
Tabla 2-37 Metodología de análisis del atractivo escénico.....	133
Tabla 2-38 Escala visual del paisaje en el área de influencia.....	134
Tabla 2-39 Valoración de la calidad visual del paisaje.....	135
Tabla 2-40 Factores de valoración de la fragilidad visual	135
Tabla 2-41 Clasificación de sensibilidad a la fragmentación de las coberturas en el área de influencia	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Localización general del Proyecto UPME 07 de 2016 Licenciado	8
Figura 2-2. Variante Nueva Esperanza - Modificación No. 2	10
Figura 2-3 Zonas de Manejo especial identificadas en la Variante Nueva Esperanza.....	17
Figura 2-4 Localización Variante Nueva Esperanza en la RFPP - CARB	18
Figura 2-5 Localización de la Variante Nueva Esperanza en el DMI Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui	19
Figura 2-6 Metodología para inspección de vías existentes y nuevas en el AI Modificación No. 2.....	33
Figura 2-7 Flujograma para Determinación del Área de Influencia.....	36
Figura 2-8 Esquema Metodológico – Geología.....	38
Figura 2-9 Flujograma típico del desarrollo del componente geomorfológico	41
Figura 2-10 Proceso general de descripción del suelo	43
Figura 2-11 Esquema metodológico para la obtención de los conflictos de uso del suelo.....	46
Figura 2-12 Matriz de decisión para la determinación de los conflictos de uso del suelo	47
Figura 2-13 Metodología para la caracterización hidrológica.....	49

Figura 2-14 Metodología general para el análisis de los parámetros meteorológicos.....	51
Figura 2-15 Polígonos de Thiessen de las estaciones meteorológicas a cargo del IDEAM para el área de influencia – Modificación No. 2	52
Figura 2-16 Metodología para la evaluación de la calidad del agua superficial – Modificación No. 1.....	53
Figura 2-17 Metodología general para el desarrollo del componente de Usos del agua – Modificación No. 2....	57
Figura 2-18 Metodología de la temática Hidrogeología	59
Figura 2-19 Esquema metodológico - Geotecnia.....	63
Figura 2-20 Metodología para la identificación de Fuentes de Emisiones y potenciales Receptores	66
Figura 2-21 Metodología para la evaluación del Ruido	68
Figura 2-22 Esquema metodológico para la definición de las unidades de cobertura de la tierra	71
Figura 2-23 Imagen de satélite para la definición de las unidades de cobertura de la tierra.....	72
Figura 2-24 Diseño de las parcelas de caracterización florística	77
Figura 2-25. Criterios para la construcción de escenarios de aprovechamiento forestal	90
Figura 2-26. Ejemplo de Aplicación de Áreas de aprovechamiento Forestal Caso 1	92
Figura 2-27. Ejemplo de aplicación de Áreas de aprovechamiento Forestal Caso 2	92
Figura 2-28. Ejemplo de aplicación de Áreas de aprovechamiento Forestal Caso 3	93
Figura 2-29. Ejemplo de aplicación de Áreas de aprovechamiento Forestal Caso 4	93
Figura 2-30 Parches de igual tamaño y diferente radio de giro	98
Figura 2–31 Esquema metodológico	104
Figura 2–32 Formato de Campo	108
Figura 2–33 Zonas para la evaluación de forófito	108
Figura 2-34. Distribución espacial de las estaciones de muestreo, sistema de coordenadas MAGNA- SIRGAS origen CTM12.	113
Figura 2-35 Metodología para la identificación de ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas ..	121
Figura 2-36. Momentos, propósitos e instrumentos de socialización	129

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1 Trabajo de campo censo forestal y caracterización	78
Fotografía 2-2 Plantilla utilizada para la caracterización de plantas no vasculares en veda.....	109
Fotografía 2-3 Procesamiento de individuos capturados, registro fotográfico.	115
Fotografía 2-4 Instalación de trampas Tomahawk.	116
Fotografía 2-5 Metodología de redes de niebla para muestreo de mamíferos voladores.	116

2. GENERALIDADES

2.1 Introducción

Tal como lo ha contemplado el Plan de expansión de referencia generación – transmisión 2013 – 2027, adoptado por medio de la Resolución N° 90772 del 17 de septiembre de 2013, subrogada por la Resolución 91159 del 27 de diciembre de este mismo año, resoluciones emitidas por el Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME contempló el diseño, adquisición de suministros, construcción, pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al proyecto “*Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de Transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV*”, el cual comprende:

- Construcción de una (1) línea a 500 kV desde la subestación existente Nueva Esperanza 500kV hasta la Subestación existente La Virginia 500 kV.
- Construcción de una (1) bahía de línea a 500 kV, en configuración interruptor y medio, en la Subestación Nueva Esperanza 500 kV.
- Construcción de una (1) bahía de línea a 500 kV, en configuración interruptor y medio, en la Subestación La Virginia 500 kV.
- Instalación de reactores inductivos de 84 MVAR, en cada extremo de la Línea Nueva Esperanza – La Virginia 500 kV, con sus respectivos equipos de control y maniobra bajo carga. Cada reactor debe ser tipo neutro.

Sin embargo, de acuerdo a lo considerado por ANLA en la Resolución No. 170 del 15 de enero de 2021 y confirmado en la Resolución No. 1363 del 04 de agosto de 2021, no es viable ambientalmente el tramo del proyecto desde el sitio de torre 439NN hasta el sitio de torre 455 y toda su infraestructura asociada (brechas de riego, accesos, plazas de tendido, etc), razón por la cual se presenta para evaluación de ANLA el presente Complemento del Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental, que contempla la modificación del trazado e infraestructura asociada desde el sitio de torre 439NN hasta el sitio de torre 455 (denominada en adelante **Modificación No. 2**), de manera que se interconecte el tramo licenciado (desde Pórtico Subestación La Virginia hasta el ST439NN) con el pórtico de la subestación Nueva Esperanza.

Las actividades ya licenciadas en la Resolución No. 170 del 15 de enero de 2021 y las solicitadas en la Modificación No. 1 de la misma (la cual actualmente se encuentra en trámite), no serán objeto del presente Complemento del Estudio de Impacto Ambiental. Es decir, en el presente estudio no se contemplarán actividades como: Operación de maquinaria en las subestaciones, Construcción de obras civiles en subestaciones, Montaje electromecánico en las subestaciones y Mantenimiento de equipo y estructuras de patio en subestaciones, debido a que no hacen parte del alcance de la modificación No. 2. Por otro lado, es necesario incluir la actividad de Movilización de materiales, suministros, estructuras y riego por helicóptero. Esta información se detalla en el numeral 2.1.2.4 del presente documento.

En virtud de lo anterior, este documento presenta el Complemento del Estudio de Impacto Ambiental para la solicitud de la **modificación No. 2** de la Licencia ambiental del Proyecto “*Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV*” UPME 07-2016, cuyo inversionista es la Empresa Transmisora Colombiana de Energía S.A.S. E.S.P”.

Este capítulo se encuentra configurado de acuerdo con lo establecido en los *Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica – TdR-17*, aprobados por medio de la Resolución 0075 del 18 de enero de 2018, emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Así mismo, contiene los lineamientos propuestos en la Metodología

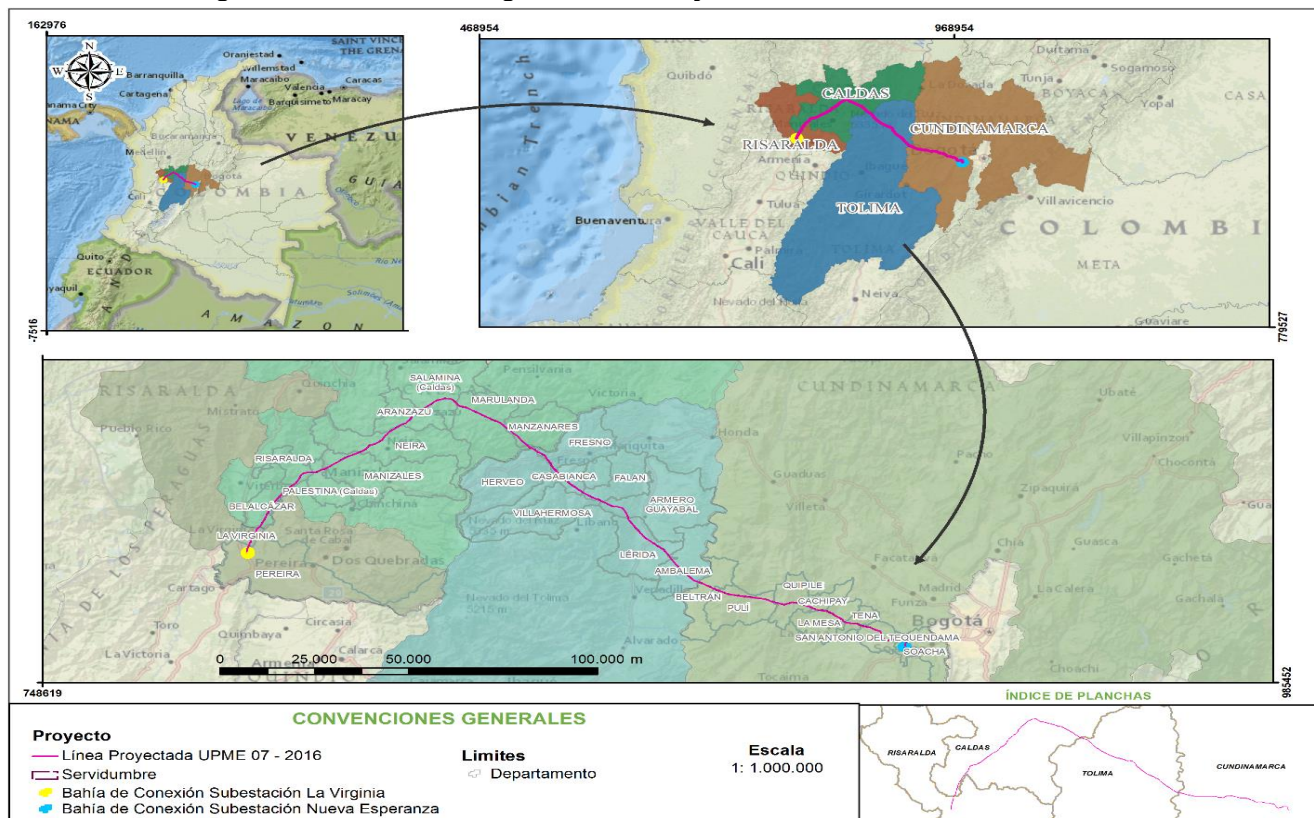
general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018) y lo establecido en el artículo 2.2.2.3.7.1 y subsiguientes del Decreto 1076 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible).

Por último, se resalta que, el presente documento corresponde a la respuesta de requerimientos de información adicional establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA en el Acta No. 69 del 4 y 5 de agosto de 2022 (Ver Anexo A13. Inf Ad Acta 69 de 2022) (Requerimiento General); en este sentido, en los respectivos capítulos del Complemento del Estudio de Impacto Ambiental -EIA- presentado, se destaca en letra cursiva de color azul los ajustes realizados en cumplimiento a los citados requerimientos.

2.1.1 Localización general del proyecto licenciado

El Proyecto denominado “Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV”, licenciado bajo Resolución No. 170 del 15 de enero de 2021 y confirmado por la Resolución No. 1363 del 4 de agosto de 2021, discurre a lo largo de cuatro (4) departamentos y 26 municipios, esquematizados en **Figura 2-1** y **Tabla 2-1**.

Figura 2-1. Localización general del Proyecto UPME 07 de 2016 Licenciado



Fuente: EIA – TCE, 2019

Tabla 2-1. Listado de departamentos y municipios por donde discurre el UPME 07 de 2016 licenciado

ID	DEPARTAMENTO	ID	MUNICIPIO
1	Risaralda	1	Pereira
		2	La Virginia
2	Caldas	3	Belalcázar
		4	Risaralda
		5	Palestina
		6	Manizales
		7	Neira
		8	Aranzazu
		9	Salamina
		10	Marulanda
		11	Manzanares
		12	Herveo
3	Tolima	13	Casabianca
		14	Villahermosa
		15	Fresno
		16	Falán
		17	Armero Guayabal
		18	Lérida
		19	Ambalema
4	Cundinamarca	20	Beltrán
		21	Pulí
		22	Quipile
		23	Cachipay
		24	La Mesa
		25	Tena
		26	San Antonio del Tequendama

Fuente: EIA – TCE, 2019. Adaptado por SMAYD LTDA., 2021

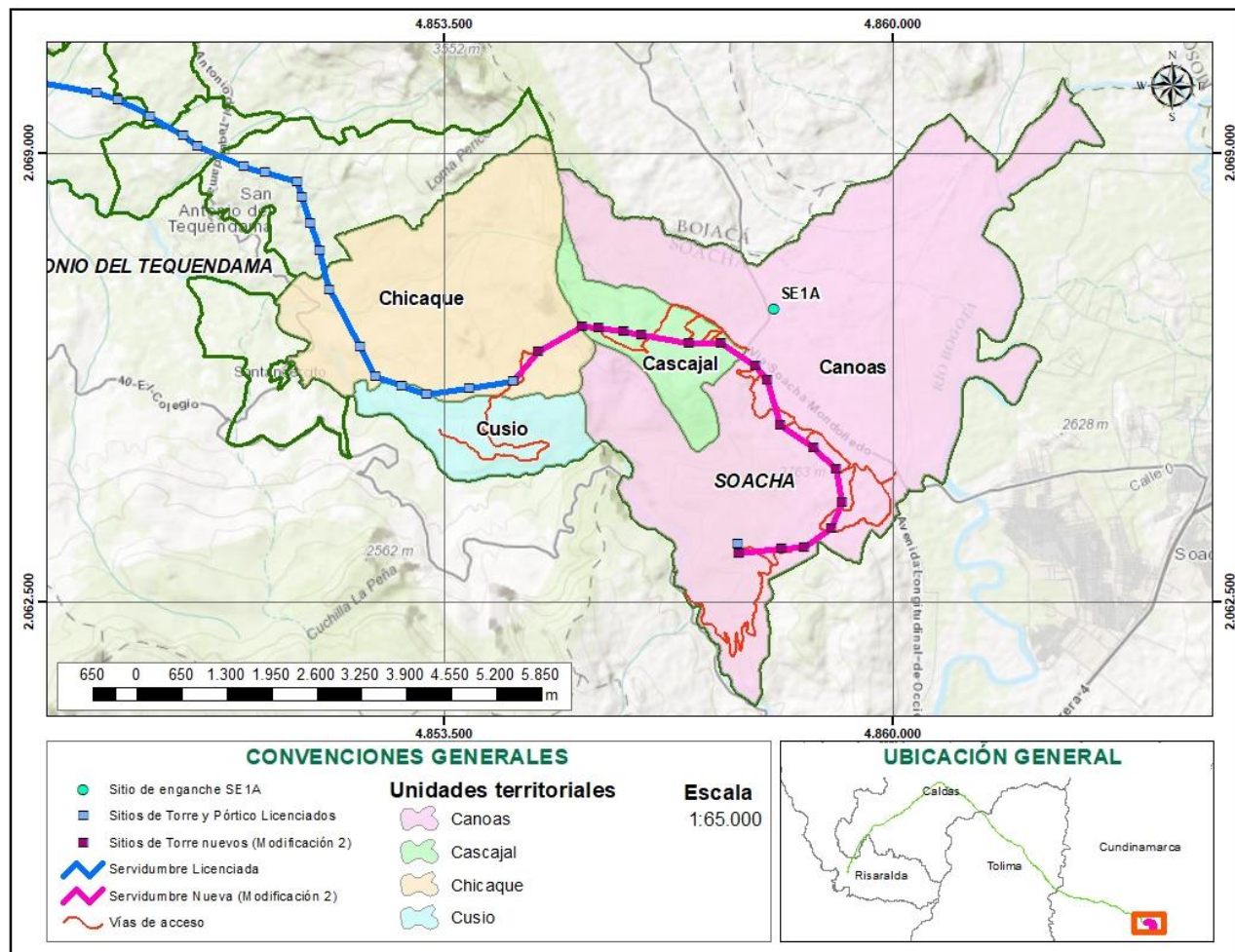
Como se detalla en la figura, la línea de transmisión, luego de salir de la Subestación La Virginia, transcurre por el municipio de Pereira (Risaralda), para posteriormente entrar al departamento de Caldas y pasar por los municipios de Belalcázar, Risaralda, Palestina, Manizales, Neira, Aranzazu, Salamina, Marulanda y Manzanares. Una vez se llega a Manzanares, el proyecto entra en jurisdicción del departamento del Tolima y atraviesa los municipios de Herveo, Casabianca, Palocabildo, Villahermosa, Fresno, Falán, Armero Guayabal, Lérida y Ambalema. Finalmente, el proyecto entra al departamento de Cundinamarca por donde cruza los municipios de Beltrán, Pulí, Quipile, Cachipay, La Mesa, Tena y San Antonio del Tequendama hasta el sitio de torre 439NN. Este trazado licenciado comprende 429 sitios de torres extendidos a lo largo de 235,41 km.

Sin embargo, debido a cambios en el trazado en algunos sectores, se presentó para evaluación de ANLA la Modificación No. 1 de la licencia Ambiental, mediante Radicado No. 2022059298-1-000 del 30 de Marzo de 2022, la cual comprende 428 sitios de torre a lo largo de 228.96Km.

2.1.2 Localización general de la infraestructura, obras y/o actividades modificación No. 2

La infraestructura, obras y/o actividades objeto de la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental, se localizan en las veredas Cusio y Chicaque del municipio de San Antonio del Tequendama y las veredas Cascajal y Canoas del municipio de Soacha (Figura 2-2).

Figura 2-2. Variante Nueva Esperanza - Modificación No. 2



Fuente: SMAYD LTDA., 2022

En la **Tabla 2-1** se relacionan las unidades territoriales que hacen parte de la modificación No. 2.

Tabla 2-2. Unidades territoriales por donde discurre la Modificación N°2

ID	DEPARTAMENTO	ID MUN	MUNICIPIO	ID VER	VEREDA
1	Cundinamarca	1	San Antonio del Tequendama	1	Cusio
				2	Chicaque
		2	Soacha	3	Cascajal
				4	Canoas

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

A continuación, se describe la localización general de la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental, correspondientes a la Variante Nueva Esperanza. La ubicación detallada con sus respectivas coordenadas y ubicación geográfica se presenta en el Capítulo 3.

2.1.2.1 Sitios de Torre

La ANLA, en el Artículo Cuarto de la Resolución No. 170 de 2021, confirmado en el Artículo Séptimo de la Resolución No. 1363 de 2021, consideró ambientalmente no viable la ubicación de los sitios de torre comprendidos entre el ST440NN y el ST455. Mediante el presente documento se presenta para evaluación la nueva ubicación de 17 sitios de torre (ST), como sus respectivos vanos adelante y atrás, los cuales se localizan en las unidades territoriales que se indican en la **Tabla 2-3**.

Tabla 2-3. Localización general de los Sitios de Torre Variante Nueva Esperanza

ITEM	SITIO DE TORRE	UNIDAD TERRITORIAL	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
0	439NN*	Chicaque	San Antonio del Tequendama	Cundinamarca
1	440N4			
2	441N3			
3	442N4	Cascajal	Soacha	
4	443N			
5	444N			
6	445N			
7	446N			
8	447N	Canoas		
9	448N3			
10	449N			
11	450NN			
12	450ANN			
13	451NN			
14	452N			
15	453N			
16	454NN			
17	455			

(*) Sitio de torre licenciado en la Resolución 170/2021, sin embargo, se tiene en cuenta en la Modificación No. 2 por el cambio en el vano adelante hacia el ST440N4.

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

2.1.2.2 Plazas de tendido

Igualmente ANLA consideró no viables ambientalmente las plazas de tendido PT56, PT55A y PT55, por ende, no autorizó su adecuación para el desarrollo del proyecto. Mediante el presente documento se presenta para evaluación las plazas de tendido comprendidas en el nuevo trazado y que se renombran como PT56A, PT55AA y PT55B, respectivamente. Adicionalmente se incluye la plaza de tendido PT-57 debido a la modificación del trazado. Las plazas de tendido objeto de la Modificación No. 2, se localizan en las unidades territoriales que se indican en la **Tabla 2-4**.

Tabla 2-4. Localización general de las plazas de tendido Variante Nueva Esperanza

Tabla 2. IV. Estandarización general de las plazas de tendido Variante Nueva Esplanada				
ITEM	PLAZA DE TENDIDO	UNIDAD TERRITORIAL	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
1	PT55B	Cascajal	Soacha	Cundinamarca
2	PT55AA	Canoas		
3	PT56A			
4	PT57			

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

2.1.2.3 Acercamiento al conductor

Debido al cambio del trazado, se solicita autorización de aprovechamiento forestal en el acercamiento al conductor 58A, ubicado en la vereda Canoas del municipio de Soacha, localizado entre los Sitios de torre 452N y 453N (**Tabla 2-5**).

Tabla 2-5. Localización general de los acercamientos al conductor Variante Nueva Esperanza

ITEM	ACERCAMIENTO AL CONDUCTOR	UNIDAD TERRITORIAL	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
1	CO-58A	Canoas	Soacha	Cundinamarca

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

2.1.2.4 Uso de helicóptero

Para la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental, se incluye la actividad de Movilización de materiales, suministros, estructuras y riego por helicóptero. Para esta actividad se tiene definido un (1) sitio de enganche ubicado en la vereda Canoas del municipio de Soacha en el departamento de Cundinamarca, el cual fue localizado teniendo en cuenta tipo de superficie, altura geográfica, vías de acceso, identificación de peligros potenciales, seguridad física e impedimentos sociales.

Tabla 2-6. Localización general del sitio de enganche de helicóptero Variante Nueva Esperanza

ITEM	SITIO DE ENGANCHE	UNIDAD TERRITORIAL	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
1	SE1A	Canoas	Soacha	Cundinamarca

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

2.2 Antecedentes

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) es una entidad adscrita al Ministerio de Minas y Energía, la cual es regida por la Ley 143 de 1994 y el Decreto 1258 del 17 de junio de 2013, que tiene por objeto: i) planear en forma integral, indicativa, permanente y coordinada con los agentes del sector minero energético, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos mineros y energéticos; ii) producir y divulgar la información requerida para la formulación de políticas y toma de decisiones; y, iii) apoyar al Ministerio de Minas y Energía en el logro de sus objetivos y metas (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

En cumplimiento de sus funciones, la UPME formula el “Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2013 – 2027”, el cual es adoptado mediante la Resolución 90772 del 17 de septiembre de 2013, del Ministerio de Minas y Energía. Este Plan recomienda los Proyectos energéticos a desarrollar en el mediano y largo plazo, con el fin de abastecer la demanda de energía eléctrica a nivel nacional y regional, garantizando la adecuada operación del Sistema Interconectado Nacional.

Es a partir de esto que la UPME abre la Convocatoria pública No. 07 de 2016, que tiene por objeto el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto “*Segundo Refuerzo de Red del Área Oriental: Línea de Transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV*”, proyecto UPME 07 de 2016, el cual fue adjudicado bajo Acta de Evaluación de Propuestas del 22 de noviembre de 2016.

Con la adjudicación del proyecto, la empresa Transmisora Colombiana de Energía S.A.S. E.S.P (TCE), inició la elaboración de los estudios y diseños del Proyecto, para la obtención de los permisos ambientales de acuerdo con la normatividad nacional aplicable. Según el artículo 52 de la Ley 143 de 1994, las empresas que proyecten realizar obras de transmisión de electricidad están obligadas a obtener previamente la licencia ambiental.

Con el fin de obtener la Licencia Ambiental de la alternativa seleccionada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, se elaboró el Estudio de Impacto Ambiental con base en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica – TdR-17, la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (2018), el Decreto Único Reglamentario del sector ambiente 1076 del 26 de mayo de 2015 y los requerimientos relacionados en el Auto 05671 del 30 de noviembre de 2017 emitido por la ANLA, “*por el cual se define una alternativa para el Proyecto “Segundo refuerzo 24 de Red del Área Oriental: Línea de transmisión Nueva Esperanza – La Virginia 500 kV” y se toman otras determinaciones*”.

El Estudio de Impacto Ambiental fue radicado el 5 de abril de 2019 por TCE en la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales – VITAL de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA mediante radicado ANLA No. 2019043846-1-000. Posteriormente, la ANLA emitió el Auto 01695 del 11 de abril de 2019, dónde inició el trámite administrativo de solicitud de Licencia Ambiental del Proyecto.

Mediante radicado No. 2019113219-1-000 del 2 de agosto de 2019, TCE envió respuesta a la información adicional establecida mediante Acta 45 del 4 de junio de 2019, en el marco del trámite Administrativo de solicitud de licencia ambiental para el proyecto “*Segundo refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de Transmisión La Virginia - Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 de 2016*”.

ANLA, mediante el Auto 12324 del 28 de diciembre de 2020, declaró reunida la información para adoptar una decisión de fondo acerca de la solicitud de Licencia Ambiental, para el proyecto “*Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016*”, solicitada por TCE.

Posteriormente, mediante Resolución 170 del 15 de enero de 2021, ANLA otorgó Licencia Ambiental a TCE, identificada con NIT. 901.030.996-7, para el proyecto “*Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016*”.

TCE, mediante radicado No. 2021023527-1-000 del 11 de febrero de 2021, interpuso Recurso de Reposición contra la Resolución 170 de 15 de enero de 2021 y luego, mediante radicado No. 2021053719-1-000 de 25 de marzo de 2021, presentó alcance al recurso de reposición presentado mediante radicado No. 2021023527-1-000 del 11 de febrero de 2021.

El Grupo Técnico de la Subdirección de Evaluación de Licencias Ambientales de la ANLA, una vez revisada, analizada y evaluada la información presentada, por TCE y otros terceros intervinientes, en los recursos de reposición contra la Resolución No.170 del 15 de enero de 2021 por medio de la cual se otorgó Licencia Ambiental, expidió el Concepto Técnico 4450 del 29 de julio de 2021, con el fin de evaluar las peticiones impetradas.

Finalmente, mediante Resolución No. 1363 del 4 de agosto de 2021, ANLA resuelve unos recursos de reposición presentados en contra de la Resolución No. 170 del 15 de enero de 2021, confirmando algunos artículos, numerales y fichas y modificando otros.

Según el Concepto Técnico No. 4450 del 29 de julio de 2021, ANLA manifiesta y reconfirma la no autorización de 15 sitios de torre y sus obras asociadas, entre el ST439NN y el ST455, indicando como principales motivos, la ubicación de ésta infraestructura en zonas de intervención con restricción alta en la Cuenca de río Bogotá, los impactos generados por aprovechamiento forestal sobre el DMI Sector Salto del Tequendama y Cerro Manjui, la existencia de corredores de movilidad para la avifauna en zonas donde se localizan especies endémicas y/o distribución restringida, como es el caso del Corredor biológico para la especie *Leopardus Tigrinus*, así como la existencia de bosque denso y bosque de niebla. Finalmente la Autoridad fija una zona de muy alto impacto acumulativo en la calidad escénica del paisaje de acuerdo con el resultado de modelación del paisaje a nivel regional.

2.2.1 Justificación

El proyecto cuenta con Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución No. 170 de 2021 y confirmada mediante Resolución No. 1363 de 2021, para los sitios de torre comprendidos entre el Pórtico de la subestación La Virginia y ST 439NN. Sin embargo, el tramo comprendido entre el sitio de torre ST439NN y ST455, no fue licenciado por consideraciones y restricciones ambientales, lo cual imposibilita la conexión del tramo licenciado con la Subestación Nueva Esperanza ubicada en la vereda Canoas del Municipio de Soacha en el departamento de Cundinamarca.

De acuerdo a lo anterior, se presenta ante ANLA un nuevo trazado entre los sitios de torre ST 439NN y ST455, que contempla las consideraciones de la Autoridad Ambiental, buscando generar el menor impacto social y ambiental en la región. Este nuevo trazado incluye 17 sitios de torre con sus respectivos vanos adelante y atrás, vías de acceso y brechas de riega, así como la ubicación de cuatro (4) plazas de tendido, tres (3) acercamientos al conductor y un (1) sitio de enganche para el uso de helicóptero.

De acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, se hace necesario tramitar la modificación de la Licencia Ambiental, para incluir la infraestructura, obras y/o actividades mencionadas anteriormente, que corresponden a la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución No. 170 de 2021 y confirmada mediante Resolución No. 1363 de 2021.

2.2.2 Estudios e investigaciones previas

Dentro de los estudios e investigaciones que se han elaborado en el área de estudio, que están directamente relacionados con el desarrollo del proyecto y que inciden en la Modificación No.2 de la Licencia Ambiental, se encuentran:

- Concepto técnico del recurso de reposición No. 4450 del 29 de julio de 2021, presentado en contra de la Resolución No. 170 del 15 de enero de 2021 mediante radicados 2021017822-1-000 del 4 de febrero de 2021, 2021023527-1-000 del 11 de febrero de 2021, 2021023358-1-000 del 11 de febrero de 2021, 2021023420-1-000 del 11 de febrero de 2021, 2021024508-1-000 del 12 de febrero de 2021 y 2021024510-1-000 del 12 de febrero de 2021.
- Ajuste en cumplimiento a requerimientos de la Licencia Ambiental según Resolución N° 170 del 15 de enero de 2021, presentado por TRANSMISORA COLOMBIANA DE ENERGÍA S.A.S E.S.P – TCE a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, bajo el radicado 2021224789-1-000 del 15 de octubre de 2021; donde se asiste a los Artículo 4, 8, 9A, 10, 11, 13 y Artículo 16 (numeral 7 y 9) de la Resolución No. 170 del 15 de enero de 2021.
- Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el Proyecto “Segundo Refuerzo de red en el área Oriental: Línea de Transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07-2016”, radicado por TCE el 02 de agosto de 2019 ante la ANLA y del cual esta Autoridad se pronunció el 15 de enero de 2021 por medio de la Resolución No.170 “por la cual se otorga Licencia Ambiental y se adoptan otras determinaciones” y el 04 de agosto de 2021 mediante Resolución No. 1363 “Por la cual se resuelven unos recursos de reposición presentados en contra de la Resolución No. 170 del 15 de enero de 2021”.

2.2.3 Trámites previos

En el marco del EIA aprobado y licenciado mediante Resolución No. 170 de 2015, se realizaron los trámites requeridos ante las diferentes entidades.

2.2.3.1 Áreas de Reserva Forestal y Distritos de Manejo Integrado

La infraestructura, obras y/o actividades objeto de la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental, correspondientes a la Variante Nueva Esperanza se cruza con las mismas zonas de manejo especial (Áreas de Reserva Forestal y Distritos de Manejo Integrado), identificadas en el EIA del Proyecto para éste sector. En la Tabla 2-7, se presenta la relación de las zonas de manejo especial en el área de influencia de la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2.

Tabla 2-7 Zonas de manejo especial en el Área de influencia de la Modificación No. 2.

ZONA DE MANEJO ESPECIAL		JURISDICCIÓN	INFRAESTRUCTURA OBRAS Y/O ACTIVIDADES OBJETO DE MODIFICACIÓN No. 2
1	Distrito Regional de Manejo Integrado – Sector Salto El Tequendama y Cerro Manjui.	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Vano adelante del ST 439NN*, ST440N4, ST441N3, ST442N4, ST443N3, ST453N, ST454NN y ST455 con sus respectivos vanos, accesos y brechas. Incluye también el acercamiento al conductor CO-58A y la Plaza de tendido PT56A. Distancia = 2,7km
2	Reserva Forestal Protectora-Productora - Cuenca Alta del Río Bogotá	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.	ST442N4, ST444N, ST450NN y ST452N con sus vanos, accesos y brechas. También incluye un tramo de los accesos a los ST443N, ST447N y ST448N3 y del CO-58A. Distancia = 1,68km

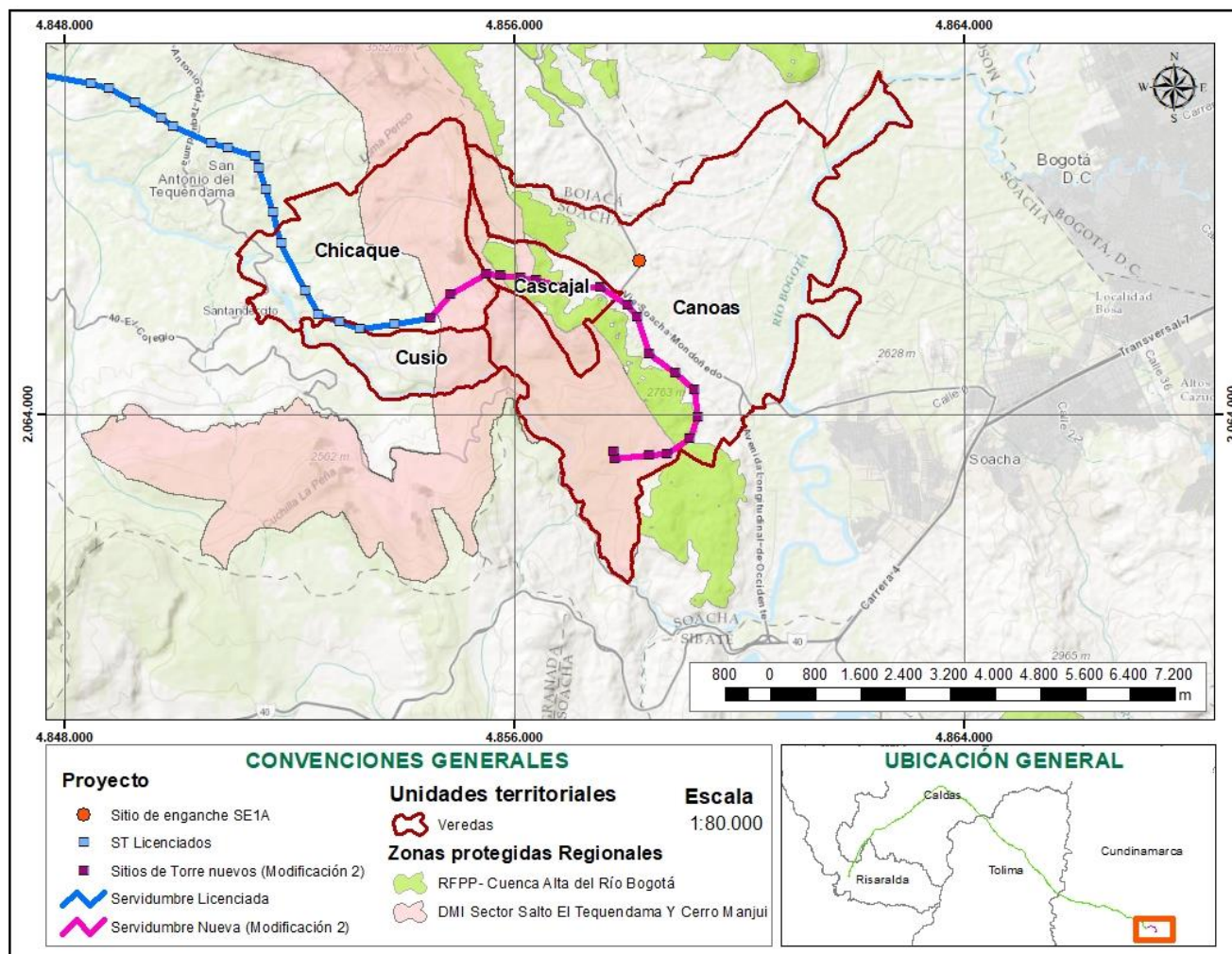
(*) Sitio de torre licenciado en la Resolución 170/2021, sin embargo, se tiene en cuenta en la Modificación No. 2 por el cambio en el vano adelante hacia el ST440N4.

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Es de aclarar que, teniendo en cuenta que las áreas sustraídas mediante el Acuerdo No. 07 de 2020 no podrán ser intervenidas por parte del Proyecto, TCE mediante comunicación TCE-CEWB-22-0006- E con radicado CAR No. 20221010669 del 11 de febrero de 2022 solicita el desistimiento de las áreas sustraídas otorgadas mediante el Acuerdo CAR No. 07 del 21 de mayo de 2020 (Anexo A2.1).

Mediante Resolución DGEN No. 20227000115 del 22 de marzo de 2022 la CAR acepta el desistimiento expreso de la sustracción del “Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui”, ordenado mediante el Acuerdo No. 07 del 21 de mayo de 2020 y declara que el área sustraída mediante el Acuerdo No. 07 del 21 de mayo de 2020, vuelve a ser parte del de “Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui” (Anexo A2.1).

Figura 2-3 Zonas de Manejo especial identificadas en la Variante Nueva Esperanza



Fuente: SMAYD LTDA., 2022

A continuación, se describen las características generales de estas áreas protegidas

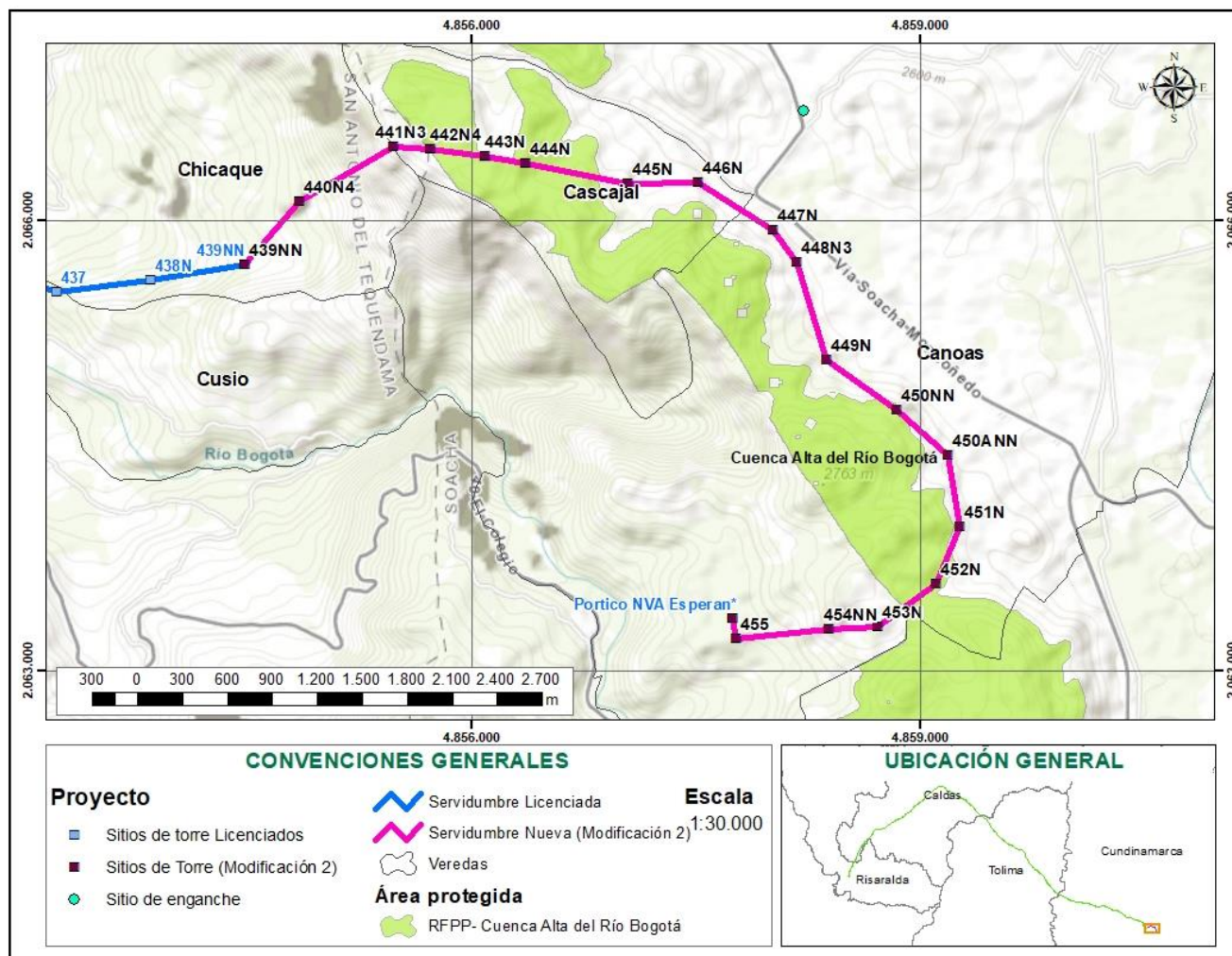
2.2.3.1.1 Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá (RFPP CARB)

Considerando la intervención del proyecto en áreas de la RFPP CARB y con el fin de dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, TCE presentó para la evaluación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el estudio ambiental para la solicitud de Sustracción de áreas de la Reserva Forestal Protectora Productora – Cuenca Alta del Río Bogotá, de acuerdo con la Resolución 1526 de 2012 de MADS, mediante radicado E1-2018-037178 del 21 de diciembre de 2018.

Es así como, mediante la Resolución 219 del 12 de marzo de 2020, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible efectuó la sustracción definitiva de 0,48 hectáreas y sustracción temporal de 0,36 hectáreas de la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá, de acuerdo con la solicitud presentada por TCE, en jurisdicción del municipio de Soacha.

Sin embargo, debido al cambio del trazado entre los ST439NN y ST455, TCE presentó para evaluación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el estudio ambiental para la Solicitud de Sustracción de áreas de la Reserva Forestal Protectora Productora - Cuenca Alta del Río Bogotá, de acuerdo con la Resolución 1526 de 2012 del MADS, mediante oficio TCE-CEW-22-0045-E con número de radicado del MADS E1-2022-11428 del 04 de abril de 2022 (Anexo A2.Generalidades / A2.1.Trámites ambientales / A2.1.1 Solicitud sustracción RFPP CARB).

Figura 2-4 Localización Variante Nueva Esperanza en la RFPP - CARB

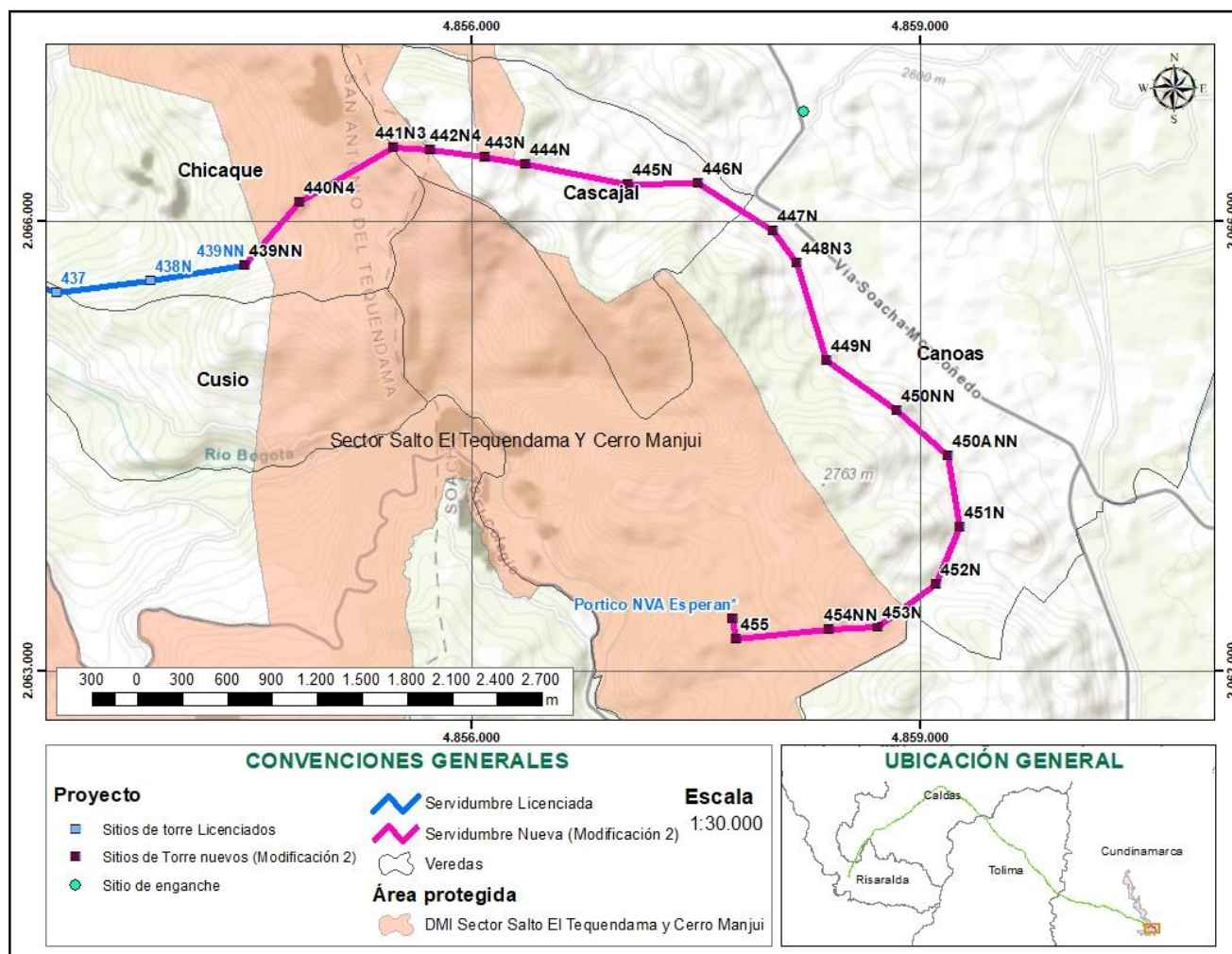


Fuente: SMAYD LTDA., 2021

2.2.3.1.2 Distrito de Manejo Integrado Sector Salto del Tequendama y Cerro Manjui (DMI Tequendama y Cerro Manjui)

TCE realizó la solicitud de sustracción de áreas del Distrito de Manejo Integrado Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui ante la CAR, mediante el radicado 20191101093 del 14 de febrero de 2019. Es así como la CAR emite el Acuerdo No. 7 del 21 de mayo de 2020 por medio del cual se sustrae un área del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui, correspondiente a 17,76 hectáreas. Sin embargo, se menciona que la solicitud de la empresa TCE es procedente y se debe acoger teniendo en cuenta que, en caso de negarse la Licencia Ambiental, el área sustraída vuelve a ser parte del área protegida.

Figura 2-5 Localización de la Variante Nueva Esperanza en el DMI Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui



Fuente: SMAYD LTDA., 2021.

Debido a que el proyecto se traslapa con el área del DRMI – SSTCM, fue necesario realizar el trámite de Solicitud de sustracción definitiva ante la CAR y la presentación del documento “Solicitud de Sustracción de Áreas del Distrito de Manejo Integrado Sector Salto del Tequendama y Cerro Manjui. Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 Kv UPME 07 2016” (ver Anexo A2. Generalidades / A2.1. Trámites ambientales / A2.1.2 Solicitud sustracción DRMI SSTCM).

2.2.3.1.3 Estado actual de los trámites de sustracción – Respuesta Requerimiento No. 15 de Información Adicional

Por medio del Acta de Reunión de Información Adicional No. 69 del 4 y 5 de agosto de 2022, la ANLA estableció la siguiente solicitud:

«Requerimiento No. 15: Adjuntar los pronunciamientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS- y de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-, respecto a la solicitud de sustracción de áreas de la Reserva Forestal Protectora – Productora Cuenca Alta del Río Bogotá y del Distrito de Manejo Integrado Sector Salto del Tequendama y Cerro Manjui, respectivamente. En caso de no contar con los pronunciamientos, allegar los soportes que evidencien las gestiones realizadas.»

En atención a lo anterior, TCE presenta ante la ANLA las siguientes consideraciones:

Respecto al trámite de Sustracción de Áreas del Distrito Regional de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui, solicitado ante la CAR:

- Por medio del radicado No. 20221028154 del 08 de abril de 2022, TCE solicitó ante la CAR la Sustracción de Áreas del Distrito Regional de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui; luego, mediante la comunicación con número de radicado 20221042435 del 25 de mayo de 2022, TCE solicitó a la CAR información sobre el estado de avance del citado trámite. Posteriormente, la CAR emitió el Auto No. 13226001173 del 01 de julio de 2022, mediante el cual, declaró el inicio del trámite administrativo solicitado, realizando visita de evaluación del día 21 de julio de 2022 (Ver **Anexo «A13. Inf Ad Acta 69 de 2022\Requerimiento 15»**).*
- Mediante comunicación con número de radicado 20221068449 del 17 de agosto de 2022, TCE solicitó nuevamente a la CAR información sobre el estado de avance del trámite requerido; a lo cual, mediante comunicación 2022067244 del 29 de agosto de 2022 la CAR informó: «Por parte de la Dirección de Gestión de Ordenamiento Ambiental y Territorial, se atendió lo correspondiente a los trámites de inicio del proceso, visita técnica, rendición del informe, evaluación de la documentación y proyecto del acto administrativo (Acuerdo), el cual se remitió a la Dirección Jurídica para la revisión y aprobación. Una vez la Dirección Jurídica se pronuncie al respecto, se remitirá al Consejo Directivo de la CAR para que tomen las decisiones a que haya lugar» (Ver **Anexo «A13. Inf Ad Acta 69 de 2022\Requerimiento 15»**).*

- Recientemente, la CAR publicó el proyecto de acuerdo «Por medio del cual se sustrae un área del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Sector Salto del Tequendama - Cerro de Manjui –, ubicado en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR», en su portal de internet (<https://www.car.gov.co/vercontenido/2469>), disponible para comentarios u observaciones desde el 19 hasta el 30 de septiembre de 2022 (Ver **Anexo «A13. Inf Ad Acta 69 de 2022\Requerimiento 15»**).

Por lo anterior, aun cuando TCE ha realizado las debidas gestiones con la CAR, a la fecha de radicación del presente ajuste del Complemento del EIA - Información Adicional, no se ha recibido respuesta o pronunciamiento de fondo por parte de la citada Autoridad Ambiental Regional; una vez la CAR emita el Acto Administrativo mediante el cual se pronuncie de fondo sobre la solicitud de sustracción del Distrito Regional de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui, el mismo será remitido a la ANLA.

En relación al trámite de sustracción de la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá (RFPP CARB), solicitado ante el MADS:

- Por medio de la radicación No. E1-2022-11428 del 04 de abril de 2022, TCE solicitó ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, la Sustracción de Áreas de la Reserva Forestal Protectora Productora - Cuenca Alta del Río Bogotá; seguidamente, por medio del Auto No. 141 del 24 de mayo de 2022, la citada entidad, ordenó la apertura del expediente SRF 635, en el cual, se documentarán todas las actuaciones administrativas con ocasión del mencionado trámite de sustracción; en desarrollo del mismo, el MADS efectuó la visita de evaluación el día 25 de julio de 2022 (Ver Anexo «A13. Inf Ad Acta 69 de 2022\Requerimiento 15»).
- Posteriormente, por medio de la radicación No. 2022E1032418 del 05 de septiembre de 2022, TCE solicitó al MADS información sobre el avance del citado trámite de sustracción de la RFPP-CARB; solicitud que fue reiterada por medio de la radicación No. 2022E1032819 del 06 de septiembre de 2022 y de la radicación No. 2022E1036582 del 27 de septiembre de 2022; de las cuales, no se ha obtenido respuesta por parte del MADS (Ver Anexo «A13. Inf Ad Acta 69 de 2022\Requerimiento 15»).

En consecuencia, a la fecha de radicación del presente documento de Información Adicional, TCE no ha recibido respuesta del MADS respecto del mencionado trámite de sustracción; en este sentido, una vez el MADS emita el Acto Administrativo mediante el cual se pronuncie de fondo sobre la sustracción de la RFPP CARB, el mismo será remitido a la ANLA.

2.2.3.2 Levantamiento de veda de flora silvestre

En el marco del Estudio de Impacto Ambiental licenciado mediante Resolución 170 de 2015, se realizaron los trámites correspondientes para el levantamiento de veda de la flora silvestre presente en el área del proyecto.

Se realizó el trámite de levantamiento de veda nacional ante el MADS, quien emitió la Resolución No. 1041 del 19 de julio de 2019 “Por la cual se levanta de manera parcial la veda de especies de flora silvestre y se toman otras determinaciones” (Anexo A2.1 Trámites Ambientales / A2.1.3. Levantamiento Vedas), en respuesta al radicado de TCE del 18 de marzo de 2019 con número E1-2019-18031175; autorizando el levantamiento parcial de la veda para flora silvestre para especies arbóreas, helechos arborescentes y epifitas, a nivel nacional.

Dentro del presente Complemento del Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación N° 2 de la Licencia Ambiental, se realizará la caracterización y/o censo de las especies de flora silvestre que se encuentren en veda, presentes en los sitios objeto de la presente modificación y se presentará la solicitud de imposición de medidas a que haya lugar para garantizar la conservación de las especies vedadas como lo establece el Decreto 2106 del 2019.

2.2.3.3 Autorización de intervención arqueológica

A continuación, se presenta los trámites realizados ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia – ICANH relacionados con los Programas de Arqueología Preventiva, realizados en el área de influencia del proyecto, específicos para el área de influencia objeto de Modificación No. 2. Esta información se relaciona en el Anexo. A2.4 Arqueología

- a. Resolución No. 1606 del 02 de diciembre 2021; *Por la cual se aprueba y autoriza la implementación del Plan de Manejo Arqueológico para los **21 polígonos** registrados del proyecto “Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión la Virginia – Nueva Esperanza 500kv. Convocatoria UPME 07-2016. Monitoreo Subestación Nueva Esperanza”, en el marzo de lo establecido en el artículo 2.6.5.6 del Decreto 1080 de 2015, modificado por el Decreto 138 de 2019 y en la Resolución 1337 del 04 de octubre de 2021, en el cual se ejecutará así:*
 - a. Rescate arqueológico previo a la etapa constructiva para el rescate de los rasgos TCE02-R5 y TCE27-R22.
 - b. Monitoreo arqueológico durante la etapa de construcción.
 - c. Hallazgo durante monitoreo.
 - d. Laboratorio.
 - e. Arqueología pública
 - f. Implementación de Protocolo de Hallazgos Fortuitos.
- b. Resolución No 1513 del 12 de noviembre de 2021; *Por la cual se aprueba y autoriza la implementación del Plan de Manejo Arqueológico para **556 polígonos** específicos, cuya denominación se encuentra en la tabla del modelo de datos del Proyecto “Proyecto Segundo Refuerzo de Red en el área Oriental: Línea de Transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kv. Convocatoria UPME 07-2016”.*
- c. Resolución N°739 del 9 de junio de 2021 *“Por la cual se aprueba el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el Proyecto Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de Transmisión la Virginia*

Nueva Esperanza 500kv. Convocatoria UPME 07-2016”, la cual corresponde a la Fase de Aprobación del Registro.

- d. Resolución N°669 del 31 de mayo de 2021 *“Por la cual se aprueba el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión la Virginia Nueva Esperanza 500kv. Convocatoria UPME 07-2016. Monitoreo Subestación Nueva Esperanza”*
- e. Resolución N°228 del 08 de mayo de 2020 *“Por la cual se aprueba el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el proyecto Prospección arqueológica y formulación del Plan de Manejo Arqueológico de la Virginia, proyecto segundo refuerzo de red del área oriental línea de transmisión la Virginia - Nueva Esperanza a 500Kv. Convocatoria Upme07-2016”.*

2.2.3.4 Permisos de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales

Para el desarrollo del presente estudio se requirió la recolección de muestras de especies silvestres de fauna y flora, por lo cual se utilizó el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales a nivel nacional otorgado a la empresa SMAYD LTDA mediante la Resolución No. 00870 del 12 de mayo de 2020 por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA (Anexo A2.2 PIC).

Para la captura de especímenes de fauna silvestre se contó con el permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales a nivel nacional otorgado a la empresa Reforestadora de la Costa S.A (REFOCOSTA). mediante la Resolución No. 1182 del 10 de julio de 2020, por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA (Anexo A2.2 PIC).

Además, para la captura de muestras hidrobiológicas se contó con el permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales a nivel nacional otorgado a la empresa Servicios Geológicos Integrados S.A.S. – SGI SAS mediante la Resolución No. 00961 del 02 de junio de 2021, por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA (Anexo A2.2 PIC).

Por último, para la captura de información primaria durante la segunda fase de campo realizada para dar alcance a los requerimientos de información adicional establecidos en el Acta de Reunión No. 69 del 4 y 5 de agosto de 2022., para los componente de flora y fauna, se hizo uso del nuevo Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales de la sociedad SMAYD LTDA otorgado mediante la Resolución 1636 del 01 de agosto de 2022 (Anexo A2.2 PIC); igualmente, para la toma de muestras de la nueva caracterización del recurso hidrobiológico se hizo uso del Permiso de estudio recolección de especímenes silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales del laboratorio SGI S.A.S. (Resolución 00961 del 02 de junio de 2021).

2.2.3.5 Análisis de superposición de Proyectos licenciados

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 2.2.2.3.6.4 Superposición de proyecto, del Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 de 2015), el cual versa: “La autoridad ambiental competente podrá otorgar licencia ambiental a proyectos cuyas áreas se superpongan con proyectos licenciados, siempre y cuando el interesado en el proyecto a licencias demuestre que estos pueden coexistir e identifique además, el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta”, TCE, en el marco del Estudio de Impacto Ambiental licenciado mediante Resolución No. 170 de 2021, realizó el respectivo análisis de superposición de Proyectos licenciados que presentan algún cruce con el área de servidumbre o área de intervención objeto de la Modificación No. 2 del Proyecto UPME 07 de 2016. Este análisis presentó los impactos generados en el área de superposición y la coexistencia de los proyectos existentes con el proyecto UPME 07-2016.

En el Capítulo 11 del presente complemento del EIA para la modificación No. 2 de la Licencia Ambiental, se presenta la actualización del análisis de superposición de proyectos para el área de influencia de la infraestructura, obras y /o actividades objeto de la modificación No. 2 de la licencia ambiental.

2.2.3.6 Solicitudes de información a entidades nacionales y regionales

Los insumos requeridos para la elaboración del EIA (TCE, 2019) se presentaron en los soportes del documento en mención, donde se generaron oficios de la solicitud, se radicarón en las entidades del orden nacional y regional y finalmente se emitió respuesta.

A lo anterior y en relación con la aplicabilidad en la Modificación No. 2, estos trámites ambientales se mantienen en el sentido de dar trazabilidad de todo el proyecto. Se debe tener en cuenta la relación de solicitudes de información realizadas en la CAR Cundinamarca (Anexo A2.1.4).

2.2.3.7 Radicación del EIA

En cumplimiento del Artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto Único Reglamentario 1076 del 2015, por MADS, se presenta la radicación del presente Complemento del Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución No. 170 de 2021 a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Los respectivos soportes se encuentran en el A2.1 Trámites Ambientales / A2.1.5 Radicado EIA ante la CAR. *Adicionalmente, se adjunta el nuevo soporte de radicación ante la CAR del presente documento de información adicional.*

2.3 Alcance

El presente Complemento del Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental del proyecto denominado “Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de Transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016” y ahora denominado “Modificación No. 2”; se constituye como un instrumento para la toma de decisiones. Así mismo, se constituye como un documento base por medio del cual se definen las correspondientes medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos ambientales que podría llegar a generar la materialización del proyecto. Este documento se encuentra estructurado y da alcance a lo solicitado en los términos de referencia TdR 17 de 2018 y con lo dispuesto en el Artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

De manera puntual, el alcance de la Modificación No. 2 del complemento del EIA, entre otras cosas, es:

- Presentar los elementos necesarios para que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) bajo sus competencias, determine la viabilidad ambiental para la inclusión requerida de infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2 de la Licencia Ambiental: 17 sitios de torre con sus respectivos vanos adelante y atrás, accesos y brechas de riego, 3 (tres) plazas de tendido, 4 (cuatro) acercamientos al conductor y un (1) sitio de enganche por uso de helicóptero para movilización de materiales, suministros y riego.
- Describir la infraestructura, obras y/o actividades de las etapas de pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono para los sitios objeto de la modificación No. 2, a nivel de factibilidad.
- Identificar las mejores técnicas de construcción que permitan la optimización y racionalización del uso de los recursos naturales y culturales, para prevenir y mitigar los riesgos e impactos negativos que puedan ocasionarse en la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la presente modificación.
- Revisar la evaluación cualitativa y cuantitativamente los posibles impactos generados por la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2, de manera tal que se logre establecer si existen nuevos impactos asociados o cambios en el grado de afectación y vulnerabilidad de los componentes del medio abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia.
- Elaborar el complemento del EIA para la modificación de la Licencia Ambiental a partir del EIA (2019) e información primaria recolectada a través de diferentes métodos y técnicas de cada una de las disciplinas que interviene en el estudio. Así mismo, complementar la información primaria con información secundaria según sea requerido en cada caso.
- Revisar y complementar las medidas de prevención, mitigación, corrección y/o compensaciones aprobadas para los impactos ambientales identificados en el área de influencia de la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2, a través de un conjunto de planes y programas. Dichas medidas serán plasmadas en el Plan de Manejo Ambiental (Capítulo 10.1.1) y en el mismo incluye, a nivel de diseño, objetivos, metas, impactos a manejar, tipo de medidas, lugar de aplicación, descripción de acciones a desarrollar, indicadores, entre otros.
- Revisar y complementar el Plan de Seguimiento y Monitoreo, que contiene las fichas requeridas para la verificación y/o validación de la ejecución de las acciones indicadas en los planes y programas establecidos en el plan de manejo ambiental del proyecto, para cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Garantizar un espacio de participación a las comunidades que hacen parte del área de influencia socioeconómica de la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2, por medio de procesos de información, discusión e identificación de los impactos generados por el proyecto, así como de medidas de manejo ambiental.
- Ajustar la cartografía general y temática del área de influencia de la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2, a las escalas de detalle requeridas por los términos de referencia TdR-17 de 2018, Resolución 2182 de 2016 *“Por la cual se modifica y actualiza 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” Y Resolución 370 del 16 de junio de 2021 “Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia”.

2.3.1 Análisis y limitaciones de información

El presente Complemento del estudio de impacto ambiental se elaboró a partir de información consignada previamente en el estudio de impacto ambiental (TCE, 2019), información secundaria disponible, solicitada y recopilada ante las diferentes entidades de orden nacional, regional y municipal. También se tiene en cuenta la información disponible en las diferentes páginas web oficiales de las entidades públicas para cada una de las áreas que comprende el estudio.

La información secundaria se complementa con información primaria recolectada en campo en las fechas reportadas en la Tabla 2-8, por los especialistas de cada área los cuales se enlistan en el numeral 2.4.1 de este documento. Dentro de las limitaciones presentadas en la elaboración del complemento del EIA se establecen:

- Información desactualizada de los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios de San Antonio del Tequendama y Soacha, por encontrarse en procesos de actualización por parte de los municipios, lo que implica que las condiciones actuales de la zona pueden no corresponder al contenido de estos instrumentos de planeación.
- En general, el EIA es un estudio ambiental que se basa en información primaria y secundaria para la caracterización del área de influencia del proyecto, no corresponde a un estudio científico.
- Condiciones fisiográficas del área de influencia como fuertes pendientes y escarpes, los cuales dificultan el acceso a algunos sitios donde se planteó el levantamiento de información primaria (ST441N3 y sus vanos).
- Condiciones sociales que impidieron recopilar la información primaria de los componentes abiótico, biótico y social en la vereda Cascajal del Municipio de Soacha. *En este aspecto, es importante aclarar ante la ANLA que, los predios de Monserrate y Tibaque Lindo no otorgaron permiso de ingreso a los profesionales ambientales del grupo consultor SMAYD LTDA o TCE., por lo cual, no fue posible levantar información primaria o de campo en dichos predios.*

2.3.2 Contenido del documento

Teniendo en cuenta los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica – TdR-17, la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del MADS (2018) y el Artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto único Reglamentario 1076 del MADS (2015); este Complemento del Estudio de Impacto Ambiental se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Resumen Ejecutivo: Este documento sintetiza el contenido temático del estudio de impacto ambiental para la modificación No. 2 de la Licencia Ambiental; contiene, entre otras cosas, las características relevantes de las obras y acciones básicas de construcción y operación, localización, extensión y características principales del área de influencia de la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2 y los medios que fueron caracterizados, necesidades de uso y/o aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables, método de evaluación ambiental, zonificación ambiental y de manejo ambiental y reseña del Plan de Manejo Ambiental.

Capítulo 1 – Objetivos: Se presentan los objetivos del Complemento del Estudio de Impacto Ambiental para la modificación No. 2 de la Licencia Ambiental y del Proyecto *Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV*, proyecto UPME 07-2016, que para efectos del documento se nombra como “Variante Nueva Esperanza”.

Capítulo 2 – Generalidades: Este capítulo incluye la introducción, antecedentes, alcances, limitaciones o restricciones, estudios realizados en el área, contexto legal, y procedimientos, recolección, procesamiento y análisis de la información. Se presentan los métodos y metodologías utilizadas para la captura de la información secundaria y primaria, y para los análisis e interpretaciones de ésta para cada uno de los medios caracterizados.

Capítulo 3 – Descripción del Proyecto: Describe la localización político-administrativa y geográfica de la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2, etapas de construcción y operación, duración de las obras, cronograma de ejecución, costo total y de operación del Proyecto. Presenta la necesidad de recursos naturales, sociales y culturales, así como la estructura organizacional de la empresa. También incluye tipo y número de estructuras, infraestructura asociada, entre otras.

Capítulo 4 – Área de influencia: Se presenta el ajuste a la delimitación del área que tendrá incidencia por los impactos significativos para los componentes de los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos relacionados con la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2 de la licencia ambiental. En este capítulo se incluyen unidades mínimas de análisis relacionadas con el bosque de Niebla, el corredor del Tigrillo y la AICA de la Falla del Tequendama.

Capítulo 5 - Caracterización del Área de influencia: Se presentan los aspectos ambientales característicos del área de influencia objeto de la modificación como condiciones iniciales y que, por ende, pueden verse afectados por la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2 de la Licencia Ambiental. Dentro de esta caracterización se incluyen para el medio abiótico los componentes de geología, geología estructural / tectónica, sismicidad, geomorfología, suelos y usos del suelo, hidrología, calidad del agua, usos del agua, hidrología, geotécnica y atmósfera; para el medio biótico se relacionan los ecosistemas terrestre (flora y fauna incluido el estudio de presencia/ausencia del Tigrillo), ecosistemas acuáticos y ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas; para el medio socioeconómico se presentan los lineamientos de participación y socialización con las comunidades, así como los componentes demográfico, espacial, económico, cultural, político – administrativo, tendencias del desarrollo y la información sobre la población a trasladar. Finalmente, se integran los componentes de paisaje (incluyendo un análisis de calidad escénica del paisaje) y servicios ecosistémicos.

Capítulo 6 - Zonificación Ambiental: En este capítulo se plasman los resultados del procesamiento cartográfico de la información temática obtenida a partir de la caracterización ambiental del área de influencia, la legislación vigente y lo considerado por ANLA en la Resolución No. 170 de 2021 y Resolución No. 1363 de 2021. Se efectúa un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de ajustar la zonificación ambiental, a partir de la sensibilidad ambiental del área caracterizada objeto de la modificación No. 2 de licencia, en su condición sin Proyecto. Para el desarrollo de este capítulo, se parte del análisis de las cualidades del medio que expresan su susceptibilidad ante fenómenos naturales y antrópicos, considerando aspectos de los componentes del ambiente que podrían ser objeto de una posible afectación, como es el caso del corredor del Tigrillo, el AICA de la Falla del Tequendama y el Bosque de Niebla así como la calidad escénica del paisaje.

Capítulo 7 - Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de los Recursos Naturales: Se describe el uso y aprovechamiento de los recursos naturales requeridos para la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2 de licencia ambiental; además se detallan los permisos, concesiones y autorizaciones que son requeridos o no para la ejecución de las actividades objeto de modificación No 2, particularmente los

relacionados con autorización de aprovechamiento forestal y solicitud de imposición de medidas de conservación para las especies de flora silvestre en veda.

Capítulo 8 - Evaluación Ambiental: En el desarrollo de este capítulo, se llevó a cabo la revisión y ajuste de la identificación, análisis, calificación y jerarquización de los impactos potenciales en todas sus etapas, en un escenario sin Proyecto (estado actual) y con Proyecto que se identificaron en el EIA evaluado, para identificar si se generan nuevos impactos o cambia su calificación con respecto a la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2 de la licencia ambiental. Igualmente se incluye un análisis de impactos acumulativos y sinérgicos con relación a otros proyectos que se superponen con la Variante Nueva Esperanza.

Capítulo 9 - Zonificación de Manejo Ambiental del Proyecto: Este documento presenta la revisión y ajuste de los resultados cartográficos que plasman las áreas de exclusión, intervención con restricción o intervención, generadas a partir de la zonificación ambiental, teniendo en cuenta la evaluación de impactos ambientales en el escenario con proyecto para el área de influencia de la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2 de la licencia ambiental.

Capítulo 10 - Planes y programas: Este documento contiene los programas de manejo ambiental, plan de seguimiento y monitoreo, plan de gestión del riesgo y el plan desmantelamiento y abandono, así como el Plan de compensación del medio biótico.

Capítulo 11 – Superposición de proyectos: Teniendo en cuenta lo indicado en el Decreto 1076 de 2015, puntualmente en su Artículo 2.2.2.3.6.4, este capítulo presenta el análisis de coexistencia de los proyectos que actualmente se superponen con la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2 de licencia ambiental.

Anexos: Incluye los documentos soporte de cada uno de los capítulos del complemento del EIA.

2.4 Metodologías

La elaboración del complemento del Estudio de Impacto Ambiental para la modificación No. 2 de la Licencia Ambiental, para el Proyecto “Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016”, en adelante “Modificación No. 2”; comprende lo establecido en los Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica – TdR-17, aprobados por medio de la Resolución 0075 del 18 de enero de 2018, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales del MADS (2018) y el Decreto Único Reglamentario del sector ambiente, Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

Para el desarrollo del presente complemento del estudio de impacto ambiental de la licencia otorgada, se contemplaron tres (3) grandes etapas: planeación, ejecución (campo y procesamiento de información colectada en campo), y elaboración de documentos (etapa de oficina); periodos durante los cuales se recolectó y revisó la información primaria y secundaria obtenida para el presente estudio.

La recopilación de la información secundaria se realizó con entidades de orden nacional y regional tales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM, Servicio Geológico Colombiano – SGC, las alcaldías municipales del área de influencia del proyecto, así como con Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, entre otras entidades.

Así mismo, el análisis ambiental se realizó a partir de la revisión de la información secundaria existente contenida en estudios regionales y/o información de las diferentes entidades e instituciones, de tal manera que se pudo establecer un marco de referencia, el cual se complementó y actualizó con la información recolectada durante los trabajos desarrollados en campo.

La obtención de la información primaria para cada uno de los medios (abiótico, biótico, y socioeconómico) se realizó mediante el reconocimiento general del área, la recolección de información en los aspectos geomorfológicos e hidrogeológico; identificación de los diferentes elementos y componentes del sistema hídrico; la recolección de muestras de agua para el respectivo análisis fisicoquímico, bacteriológico e hidrobiológico en laboratorios acreditados; la identificación de fuentes de emisiones atmosféricas; la determinación de los niveles de ruido; desarrollo de muestreos e inventarios de las coberturas de la tierra; inspección visual y capturas de especies faunísticas; identificación de actores sociales, convocatoria y desarrollo de espacios de información y del diagnóstico situacional participativo con la comunidad y funcionarios de las autoridades municipales o líderes de las zonas y/o de las unidades territoriales que hacen parte del área de influencia. Para esto se realizaron trabajos de campo en diferentes temporalidades como se presenta en la Tabla 2-8.

*Se resalta que, con el objeto de dar cumplimiento a los Requerimientos establecidos en el Acta de Reunión de Información Adicional No. 69 del 4 y 5 de agosto de 2022, se llevó a cabo una nueva fase de recopilación de información en campo; para la nueva caracterización de los componentes de flora y fauna del medio biótico, la sociedad SMAYD LTDA., presentó ante la ANLA el respectivo formato de inicio de actividades en el marco de su Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales (Resolución 1636 del 1 de agosto de 2022, emitida por la ANLA); lo anterior, por medio de la radicación 2022170242-1-000 del 09 de agosto de 2022 (Ver **Anexo «A13. Inf Ad Acta 69 de 2022\Requerimiento General»**).*

Igualmente, la sociedad SGI S.A.S., por medio del radicado No. 2022170287-1-000 del 9 de agosto de 2022 presentó ante la ANLA el respectivo formato de inicio de actividades en el marco de su Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales (Resolución 0961 del 2 de junio de 2021), esto para llevar a cabo la caracterización del recurso hidrobiológico (Ver **Anexo «A13. Inf Ad Acta 69 de 2022\Requerimiento General»**).

Considerando que, los respectivos formatos de inicio de actividades, deben ser radicados ante la ANLA por los respectivos titulares de los Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales con quince (15) días hábiles de antelación, las nuevas actividades de caracterización en campo, solamente pudieron dar inicio a partir del día 29 de agosto de 2022, y éstas se extendieron hasta el 08 de septiembre de 2022.

Tabla 2-8 Fechas de captura de información primaria en campo

MEDIO	TEMÁTICA	FECHA DE INICIO DE ACTIVIDADES DE CAMPO	FECHA DE FINALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE CAMPO
Aspectos técnicos	Georreferenciación e identificación de infraestructura existente: vial, social y otros proyectos	04/01/2022	07/02/2022
	Revisión de sitios de ubicación de la infraestructura propuesta por el proyecto.	04/01/2022	07/02/2022
	Verificación de plazas de tendido, vías a utilizar por el Proyecto y accesos nuevos a construir.	04/01/2022	18/02/2022
Abiótico	Inventarios hidrogeología	04/01/2022	18/02/2022
	Componente Geosférico	04/01/2022	18/02/2022
	Hidrología	04/01/2022	18/02/2022
	Calidad de agua – época 1	09/02/2022	12/02/2022
	Monitoreos aguas superficiales – época 1	09/02/2022	12/02/2022
	<i>Monitoreos aguas superficiales – Información Adicional</i>	<i>01/09/2022</i>	<i>03/09/2022</i>
	Monitoreos aguas subterráneas	04/01/2022	18/02/2022
	Monitoreos fisicoquímicos de suelos	09/02/2022	12/02/2022
	Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas (aforos vehiculares)	19/02/2022	21/02/2022
	Monitoreo de ruido	19/02/2022	27/02/2022
	Consecución de información sobre percepción del paisaje	04/01/2022	18/02/2022
	Calidad de agua – época 2	-	-
Biótico	Flora (Caracterización e inventarios de aprovechamiento)	04/01/2022	18/02/2022
	<i>Flora (Caracterización e inventarios de aprovechamiento) – Información Adicional</i>	<i>29/08/2022</i>	<i>08/09/2022</i>
	Fauna Silvestre	04/01/2022	18/02/2022
	<i>Fauna Silvestre – Información Adicional</i>	<i>29/08/2022</i>	<i>08/09/2022</i>
	<i>Monitoreo recurso hidrobiológico – Información Adicional</i>	<i>01/09/2022</i>	<i>03/09/2022</i>
	Epífitas	04/01/2022	18/02/2022
	Áreas estratégicas, protegidas y/o especiales	04/01/2022	18/02/2022
Socioeconómico	Etapas 1 Lineamientos de participación	04/10/2021	08/04/2022
	Levantamiento de información primaria (fichas veredales, fichas prediales, georreferenciación de infraestructura social)	04/01/2022	17/02/2022
	Etapas 2 Lineamientos de participación	04/01/2022	08/04/2022

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La
Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07-2016

MEDIO	TEMÁTICA	FECHA DE INICIO DE ACTIVIDADES DE CAMPO	FECHA DE FINALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE CAMPO
	Identificación de impactos ambientales en el escenario actual	04/01/2022	08/04/2022
	Etapa 3 Lineamientos de participación	01/03/2022	31/03/2022
	Censo de población objeto de reasentamiento	04/01/2022	17/02/2022
	Lineamientos de participación (información, taller de impactos y medidas de manejo; y socialización de resultados) en las unidades territoriales incluidas en el área de influencia del componente socioeconómico	04/01/2022	18/02/2022
	<i>Lineamientos de participación vereda Cascajal, Soacha – Información Adicional</i>	<i>08/08/2022</i>	<i>27/08/2022</i>
	Levantamiento de información primaria (fichas veredales, georreferenciación de infraestructura social).	04/01/2022	17/02/2022

Fuente: SMAYD., 2022

2.4.1 Equipo de trabajo

A continuación, se relaciona el personal profesional y técnico que participó en la elaboración del presente estudio.

**Tabla 2-9 Equipo de trabajo elaboración del complemento del Estudio de Impacto Ambiental –
Modificación No. 2 – Información adicional**

NOMBRE	PROFESIÓN	ACTIVIDAD REALIZADA
TCE		
<i>Thiago Campos Nogueira</i>	<i>Geógrafo</i>	<i>Gerente de Sostenibilidad</i>
Eduardo Bordignon	Ingeniero Ambiental	Gerente de Sostenibilidad
Nancy Carolina Rojas	Bióloga M. Sc.	Supervisora Ambiental
Leyla M. Montenegro	Ingeniera Forestal M. Sc.	Coordinadora Ambiental
<i>Leidy Katherine Barragán</i>	<i>Ingeniera Forestal</i>	<i>Profesional Ambiental</i>
<i>Paula Julieth Osorio</i>	<i>Ingeniería Geográfica y Ambiental, Esp.</i>	<i>Profesional Ambiental SIG</i>
Juan Sebastián Roncancio Baquero	Geólogo	Profesional Ambiental SIG
Mariluz Cadena Martínez	Trabajadora Social Esp.	Supervisora Social
Sandra Milena Martínez Arenas	Psicóloga	Residente social
Lina Torres Chacón	-	Supervisora predial
Yolima Bobadilla	-	Residente predial
Paola Prada	Ingeniera Ambiental	Arqueología - Social
Viviana Ramírez Botero	Profesional en Desarrollo familiar Esp.	Residente social
SMAYD LTDA		
Jorge Enrique Gómez Bolívar	Ingeniero Forestal	Director de Proyecto
Amarfi Fajardo Gómez	Ingeniera Forestal	Coordinadora de Proyecto y Medio Biótico
Angie Lizeth Caballero Arias	Ingeniera Ambiental	Características del proyecto, Plan de manejo
Jeimmy Vanessa González Torres	Ingeniera Ambiental	Componente abiótico, usos del agua, hidrología
María Isabel Orozco	Ingeniero Ambiental	Evaluación de Impacto Ambiental
Wilson Andrés Rodríguez	Ingeniero Ambiental	Recursos Naturales
Luis Daniel Taba Becerra	Ingeniero Civil	Hidrología y geotecnia
Mario Ortiz López	Geólogo	Geología, geomorfología, suelos
Johana Parra Correa	Geóloga	Hidrogeología, usos del agua
Luis Helmer Orozco Aguirre	Ingeniero Químico/Ambiental	Calidad del agua, atmosfera
Katerin Nayibe Cadena Rosero	Ingeniera Civil	Hidrología y geotecnia
Rodrigo Vásquez Rodríguez	Ingeniero Forestal	Aprovechamiento forestal
Gabriel Andrés Pinto	Ingeniero Forestal	Plan de Compensación de medio biótico

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021
– INFORMACIÓN ADICIONAL**



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07-2016

Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

NOMBRE	PROFESIÓN	ACTIVIDAD REALIZADA
Henry Alexander Rincón Sanabria	Ingeniero Forestal	Censo forestal y caracterización
Jorge Suarez	Ingeniero Forestal	Ecosistemas terrestres
Diego Felipe Hernández Aragón	Ingeniero Forestal	Fragmentación, paisaje y servicios ecosistémicos
<i>Andrea Marque Peña</i>	<i>Ingeniera Forestal</i>	<i>Censo forestal y caracterización – Información Adicional</i>
<i>Johan Carlos Moreno</i>	<i>Ingeniero Forestal</i>	<i>Censo forestal y caracterización – Información Adicional</i>
Johana Isabel Castillo García	Bióloga	Censo forestal y caracterización
Nubia Esperanza Orozco Ospina	Bióloga	Muestreo de epífitas
Oscar Andrés Ruíz Rincón	Biólogo	Muestreo de epífitas
Luz Adriana Cardozo	Bióloga	Medidas de manejo flora en veda
<i>Guido Fabian Medina</i>	<i>Biólogo</i>	<i>Fauna silvestre (reptiles y anfibios) – Información Adicional</i>
<i>Esteban Carrillo Chía</i>	<i>Biólogo</i>	<i>Fauna silvestre (Aves) – Información Adicional</i>
<i>Edison Ferney Herrera</i>	<i>Biólogo</i>	<i>Fauna silvestre (Mamíferos) – Información Adicional</i>
Pedro Juan Pablo Moreno Roy	Profesional Social	Coordinador medio Socioeconómico
Carolina Peña Herrera	Trabajadora social	Medio Socioeconómico
Edwin Fabián Gil	Ingeniero Topográfico	Profesional SIG
Sandra Yaneth Zubieta Salcedo	Administradora de empresas	Profesional HSE

Fuente: SMAYD LTDA, 2022

A continuación, se describen las metodologías empleadas para el levantamiento de la información primaria que permite caracterizar cada uno de los componentes del medio abiótico, biótico y socioeconómico en el área de influencia del proyecto UPME 07 - 2016 objeto de la Modificación No. 2.

2.4.2 Caracterización vial

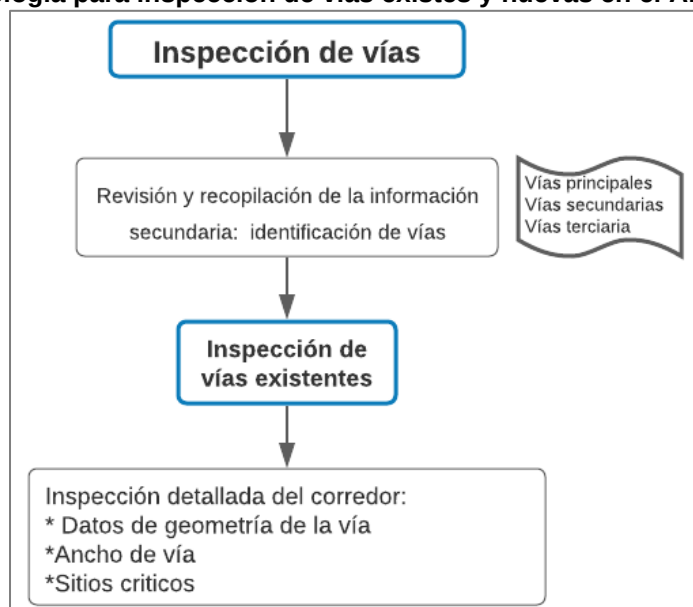
Para la caracterización y apropiada descripción de la presente modificación del Proyecto, se realizó la caracterización de las vías de acceso y la georreferenciación de la infraestructura asociada al área de estudio, dicha actividad de caracterización se dividió en tres (3) etapas: precampo, campo y poscampo.

En este capítulo se compiló toda la información técnica proyectada en la que se fundamenta el Proyecto, dando cumplimiento a los Términos de Referencia para elaboración de estudios de impacto ambiental para Proyectos de transmisión eléctrica (TdR-17). La información obtenida en sus diferentes etapas permitió conocer las condiciones del medio físico existentes en el área de influencia (AI), su ubicación exacta y distribución de áreas al interior de las unidades territoriales, el estado y cantidad de la infraestructura existente (vías de acceso, líneas eléctricas, infraestructura petrolera existente, infraestructura de servicios públicos, cruces con cuerpos hídricos, cruces con vías y con Proyectos de infraestructura lineal, etc.). Esta caracterización fue una herramienta básica para definir necesidades de recursos, fuentes de materiales, personal requerido y equipo necesario para las actividades inherentes al Proyecto.

Uno de los elementos de mayor importancia en la descripción técnica del Proyecto radica principalmente en tener una visión clara de la infraestructura vial y de accesos existentes hacia la infraestructura proyectada y la asociada, para lo cual es necesario conocer la red vial y de acceso al mismo.

A continuación, se describe la metodología utilizada para la elaboración del componente civil en la caracterización vial al interior del área de influencia de la Modificación No. 2 del Proyecto, la cual se llevó a cabo en el periodo comprendido entre el 4 de enero y el 07 de febrero del 2022. En la Figura 2-6 se registra el procedimiento de revisión de vías existentes y la proyección de vías nuevas.

Figura 2-6 Metodología para inspección de vías existes y nuevas en el AI Modificación No. 2



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

2.4.2.1.1 Etapa precampo

Para esta etapa para la elaboración del Complemento del Estudio de Impacto Ambiental, se tomó información secundaria consistente en:

- Normatividad para Tipología de clasificación vías en Colombia, obtenida del documento denominado "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras" INVIAS, Colombia, 2008.
- Inicialmente en oficina y sobre la información secundaria existente, se definieron todas las rutas de acceso al área que comprenden vías principales, secundarias y terciarias.
- Sobre la cartografía general de la zona se identificaron las vías, la longitud de estas, la transitabilidad y con la consulta de información del INVIAS, gobernaciones y municipios se indagó sobre el estado general de las vías secundarias y terciarias.
- Con la cartografía inicial general de las vías se definió el corredor que serviría de acceso al área del Proyecto y sobre la cual se realizó el reconocimiento de detalle.
- La información de las vías a las cuales se realizó reconocimiento de campo para el Proyecto se cargó en navegadores GPS, con los cuales los profesionales posteriormente realizaron la revisión de campo.

2.4.2.1.2 Etapa de campo

En esta etapa se hizo un reconocimiento detallado de todas las vías de acceso que pueden permitir el ingreso a los diferentes sitios de torres y plazas de tendido. El reconocimiento y toma de información fue realizado por un profesional en campo con la experiencia en caracterización y levantamiento de vías, con el objeto de generar la ruta o track del corredor y verificar las longitudes y anchos de las mismas, así como su infraestructura asociada y geometría vertical y horizontal (zonas de fuerte pendiente, sitios de cruces de corrientes y estado de las obras de drenaje transversal y longitudinal).

Se realizó un recorrido de cada una de las vías y se tomó la siguiente información, debidamente referenciada con los datos obtenidos del GPS navegador:

- Track o ruta del corredor transitado con precisión máxima de puntos para mejor definición del alineamiento horizontal de la misma.
- Waypoints de los sitios de inicio y de finalización de las vías, referenciando el nombre del sector, la ubicación con coordenadas y la ubicación respecto al abscisado existente en la carretera principal.
- Registro fotográfico georreferenciado de cada punto de interés encontrado en campo.

La zonificación de la vía define tramos de diferentes pendientes longitudinales del corredor. En cada tramo referenciado se definió la siguiente información:

- Ancho de la vía
- Presencia de cunetas (en concreto o tierra)
- Tipo de adecuación (subrasante, sub-base o afirmado)
- Tipo de material de adecuación
- Estado general en términos de bueno, regular, malo y crítico, para establecer el estado de tránsito en cada tramo.
- Identificación de cada sitio de ocupación de cauces, registrando en cada uno: el tipo de obra existente, estado de esta (revisión de placas y tubos, cabezotes; etc.), tipo de adecuación que requiere cada obra, tipo de obra en caso de requerir remplazo o en caso de requerir obra nueva, dimensiones de las obras nuevas.

- Definición en cada tramo inspeccionado el tipo y cantidades aproximadas de materiales de sub-base y afirmado necesarios para el mantenimiento y adecuación del corredor.
- Establecer a lo largo del corredor vial las medidas de mejoramiento, referentes a cambios de geometría para bajar pendiente, mejorar curvas forzadas; etc., que se deben realizar en sitios de geometría crítica de la vía.

Para la ejecución de las actividades realizadas durante la etapa de campo se utilizaron las siguientes herramientas y equipos:

- Camioneta: Para ejecutar los desplazamientos desde los centros poblados cercanos al área hacia el área.
- Equipo GPS, en los cuales se ha cargado previamente todos los tracks de las vías a recorrer
- Cámara fotográfica
- Formatos para la captura de información.
- Computador portátil, para la captura de información diaria.

2.4.2.1.3 Etapa poscampo

En esta etapa se verificaron las características técnicas de las vías levantadas en campo (tipología, sección transversal, longitudes, materiales conformantes, etc.) comparadas con las características planteadas sobre la cartografía y en la revisión documental anterior a la visita de campo.

Con los resultados de la caracterización se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones generales de las vías seleccionadas:

- Generalmente el corredor definido corresponde a rutas de movilización de la comunidad, hecho que no constituye el mejor alineamiento para un corredor vial.
- Los ejes de caminos de herradura registran por lo general zonas de tramos cortos de fuerte pendiente, especialmente en el acceso a los pasos de corrientes importantes de la zona.
- Generalmente son rutas que pasan cerca de viviendas y centros escolares por los requerimientos propios de la comunidad.
- Son sectores que generalmente intervienen vegetación importante en franjas angostas.
- Generalmente son corredores que pueden realizar ascensos y descensos continuos para el paso de corrientes de aguas sin tener en cuenta la pendiente del terreno y las condiciones del sitio de cruce.

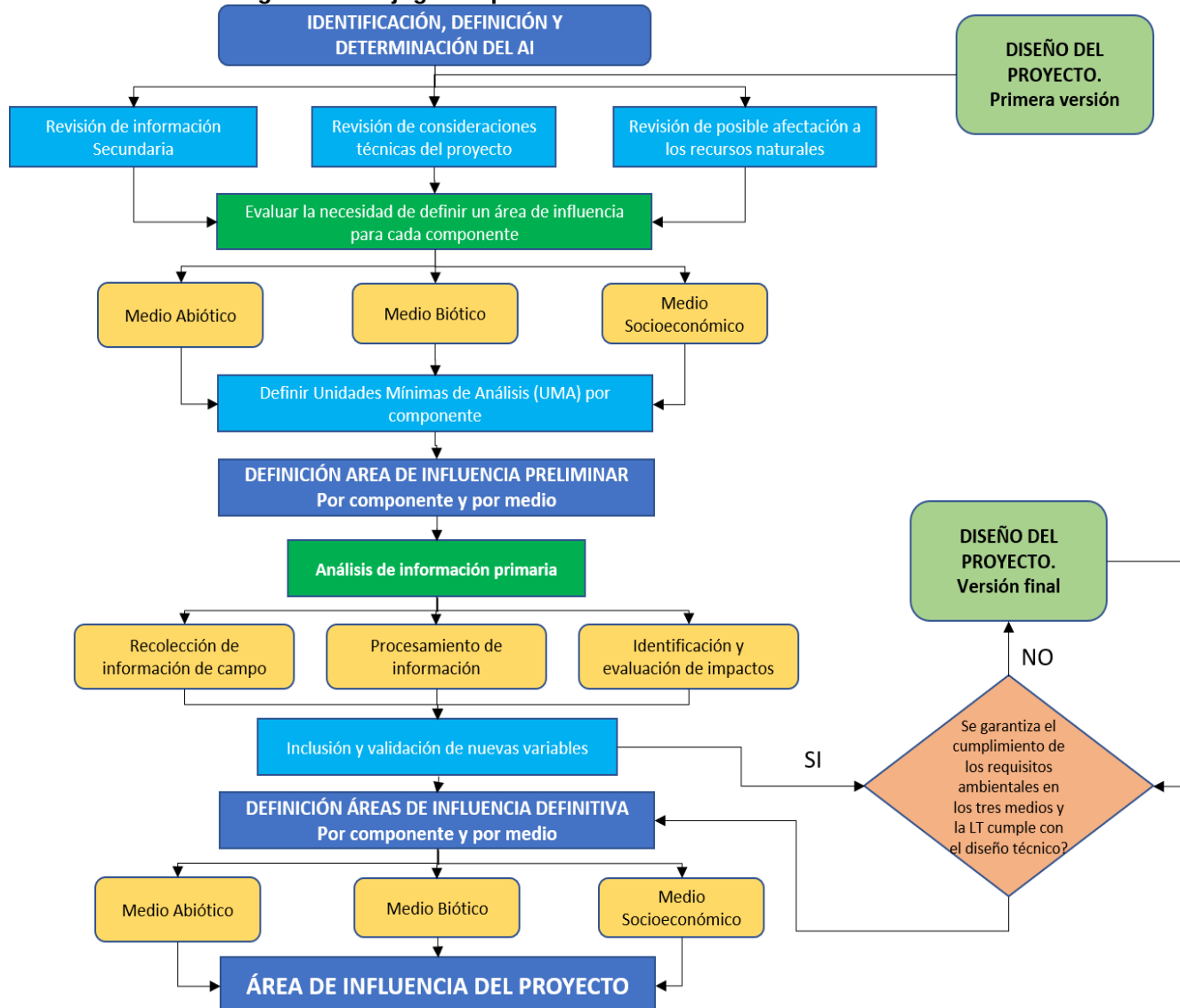
2.4.3 Área de influencia

En el flujograma de la Figura 2-7, se representa el procedimiento realizado para la obtención de las áreas de Influencia preliminares en los medios abiótico, biótico y socioeconómico, señalando los productos intermedios y la interacción entre éstos en cada una de las etapas desarrolladas para enseguida obtener las áreas de influencia finales para cada medio, y por último, se ilustra, cómo mediante la superposición de estas áreas finales se logra obtener el área de influencia definitiva para el Proyecto.

El proceso metodológico contemplado para la definición del área de influencia del proyecto, *grosso modo*, se ha considerado siguiendo consecutivamente las siguientes tres (3) fases: a) Pre-campo (revisión de información secundaria, consideraciones técnicas, posibles afectaciones a los recursos naturales, unidades mínimas de análisis); b) trabajo de campo (recolección de información primaria, identificación de impactos) y c) post-campo (procesamiento de datos, análisis de información, evaluación de impactos, definición de áreas de influencia definitivas).

En cada una de estas fases se ha desarrollado un proceso iterativo, que parte no solamente de la consideración de los impactos ambientales significativos y propios de proyectos de infraestructura eléctrica, sino que también prevé la realidad donde se pretende llevar a cabo la materialización de este proyecto, es decir, que también analiza las condiciones actuales del entorno que, en conjunto con las actividades propias de las etapas de pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento y desmantelamiento y abandono, logran generar una aproximación más efectiva a la trascendencia de los impactos ambientales del proyecto, sobre su medio receptor.

Figura 2-7 Flujograma para Determinación del Área de Influencia



Fuente: SMAYD LTDA., 2022

2.4.3.1 Etapa precampo

Se realizó la consulta de información secundaria en fuentes oficiales, para identificar aspectos relevantes del área de estudio, de manera tal que se permitiera generar un contexto general y global del área donde se ubica el nuevo trazado de la línea de transmisión eléctrica del proyecto UPME 07 de 2016. Igualmente se tuvieron en cuenta consideraciones técnicas del proyecto, tales como las actividades a desarrollar, las vías de acceso a sitios de torre y vías de movilización de materiales, maquinaria, equipos y personal del proyecto y el requerimiento de demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.

Con base en la información secundaria, se identificaron algunos cambios de cobertura de la tierra, zonas con presencia de geoformas representativas o cuerpos hídricos principales que pudieran constituirse como límites fisiográficos, así como se identificaron unidades territoriales.

Finalmente se evaluó la necesidad de definir un área de influencia para cada uno de los componente teniendo en cuenta si el proyecto puede llegar a impactar o no significativamente dicho componente, teniendo en cuenta las actividades a desarrollar y la necesidad de recursos naturales para su desarrollo; posteriormente se definieron las unidades mínimas de análisis para cada uno de los componentes, en los cuales se identificó algún tipo de afectación; a partir de ello, se trazaron los polígonos del área de influencia preliminares por componente, estimando así, de manera teórica y con base en la experiencia de los profesionales que hicieron parte del proyecto, la transcendencia de los impactos generados por este.

2.4.3.2 Fase de campo

Una vez definidas las áreas de influencia preliminares para los componentes que con el desarrollo del proyecto pueden verse afectados, se procedió a ejecutar la etapa de campo, con el fin de corroborar la información secundaria consultada y la establecida en las imágenes satelitales, realizando reconocimiento del área e identificando las condiciones actuales, validando la influencia e impacto del proyecto y sus actividades sobre los componentes que se encuentran inmersos en los medios abiótico, biótico y socioeconómico y definiendo puntos de interés para el levantamiento de información y/o muestreos.

Las actividades de campo se desarrollaron bajo un marco de interdisciplinariedad, y fueron desarrolladas por un equipo de profesionales idóneos y con experiencia en la elaboración de estudios ambientales, siguiendo las metodologías avaladas por las autoridades ambientales, las cuales se encuentran descritas en detalle en el Capítulo 2 – Generalidades, del presente Estudio de Impacto Ambiental. Igualmente se realizaron talleres de identificación de impactos con las comunidades y autoridades del área de influencia, en los cuales se recogieron las opiniones y percepciones de las personas con respecto a los impactos que pueden generarse por la ejecución del proyecto.

2.4.3.3 Fase de post campo

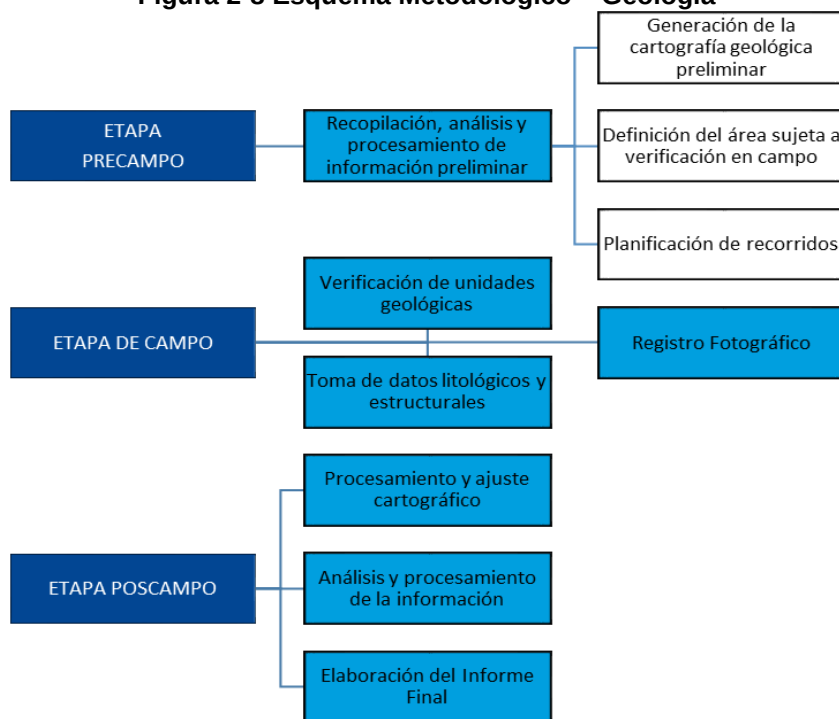
Finalizado el trabajo de campo se procedió a realizar el procesamiento de información e interpretación de los resultados, así como la evaluación de impactos y la determinación de los impactos significativos por medio, con el fin de ajustar las áreas de influencia preliminares, desarrollando un proceso iterativo, obteniendo así las áreas de influencia definitivas por componente, grupos de componentes o medios, y finalmente, el área de influencia del proyecto. Para este procedimiento se utilizó el software de procesamiento geográfico ArcGis®.

2.4.4 Caracterización del Medio abiótico

2.4.4.1 Geología

La caracterización del componente geológico busca describir las condiciones litológicas del entorno regional y local del área de influencia de la Modificación No. 2 del proyecto, desde el punto de vista de las formaciones geológicas y rasgos estructurales presentes. La Figura 2-8 presenta la metodología general utilizada para la caracterización geológica del área de interés para el complemento del Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV, UPME 07 2016, seguida de la descripción del proceso metodológico aplicado, dando cumplimiento a lo establecido en los Términos de referencia TdR-17 (2018) y la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS (2018).

Figura 2-8 Esquema Metodológico – Geología



Fuente: (EIA - TCE, 2019)

2.4.4.1.1 Etapa pre campo

En esta etapa se realizó la recopilación de información secundaria existente para el área del Proyecto, dentro de dicha información se resaltan los siguientes documentos consultados:

- Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV. TCE – 2019.

- Red Sismológica Nacional. Mapa Nacional de Amenaza Sísmica, periodo de retorno 475 años producido por Ingeominas y la Universidad Nacional de Colombia (2010)
- Consulta al portal de datos abiertos del SGC para el componente de Sismología y Aceleración

Igualmente se realizó la recopilación de otros estudios existentes en entidades oficiales como el Servicio Geológico Colombiano, la cartografía geológica de los documentos de ordenamiento territorial de los municipios del área de influencia del Proyecto, Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) y estudios departamentales, entre otros. Los documentos de mayor relevancia son:

a. Planes municipales de Ordenamiento territorial

- Alcaldía Municipio de Soacha, 2021. Plan de Ordenamiento Territorial, POT. Documentación preliminar no aprobada.
- Alcaldía Municipio de Soacha, 2000. Plan de Ordenamiento Territorial, POT.

b. Servicio Geológico Colombiano - SGC

- INGEOMINAS. (2001). Geología de la Plancha 246 Fusagasugá. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía, Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear.
- INGEOMINAS. (2005). Geología de la Sabana de Bogotá. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear.
- POMCA. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá. 2019. CAR Cundinamarca.

A partir del procesamiento de la información secundaria, se elaboró el mapa geológico preliminar a escala 1:25.000, el cual incluye la identificación de las diferentes unidades geológicas, litología, aspectos estructurales relevantes.

2.4.4.1.2 Etapa de campo

Se realizaron los recorridos planificados verificando las unidades geológicas en superficie, aprovechando los afloramientos y taludes expuestos a lo largo de vías secundarias y cauces de las corrientes principales dentro del área de influencia del Proyecto.

Para el desarrollo de la etapa de campo se empleó una comisión de trabajo con los siguientes implementos:

- Cartografía impresa y en formato digital del área de influencia del Proyecto, con la topología disponible, accesos marcados y recorridos propuestos.
- Cartografía temática preliminar impresa y en formato digital.
- GPS Marca GARMIN
- Cámara digital
- Brújula, Martillos y Lupas

2.4.4.1.3 Etapa poscampo

En la etapa poscampo se procesó y correlacionó la información primaria y secundaria, obteniendo el mapa y cortes geológicos definitivos del área de influencia, a escala 1:25.000, lo cual se incluyó en la base de datos geográfica (GDB) del Proyecto.

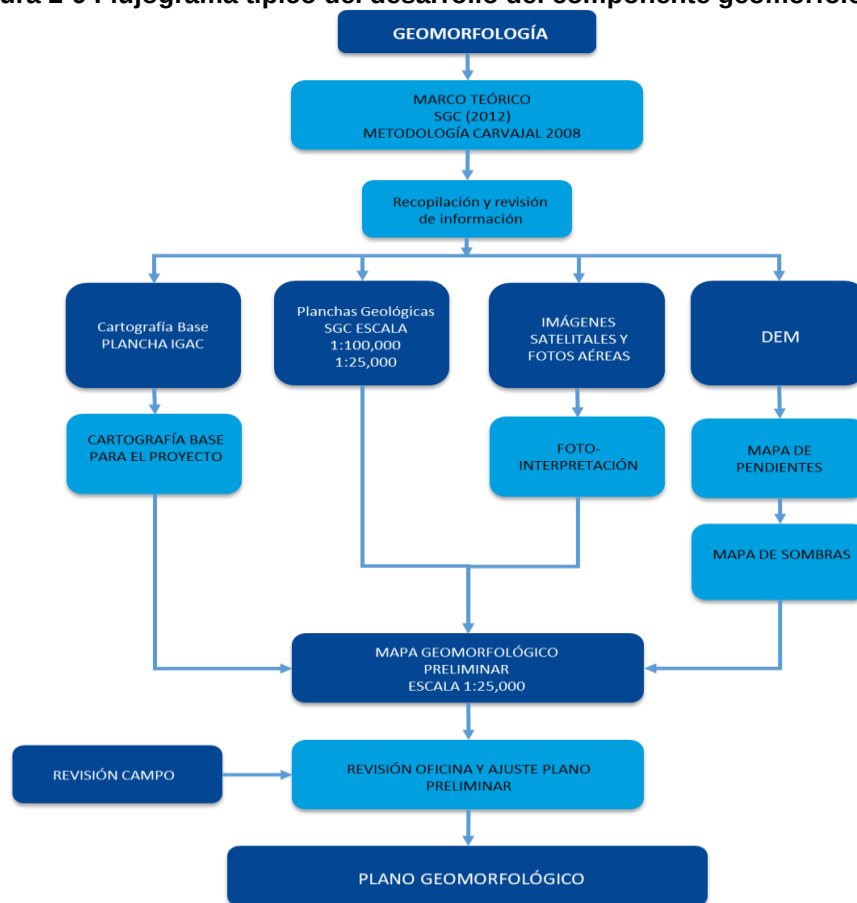
La información cartográfica fue complementada con el documento escrito de la caracterización geológica del área de influencia del Proyecto, en el cual se describe la composición litológica de las formaciones aflorantes, edad, origen, espesor, distribución y posición en la secuencia estratigráfica; así como los principales rasgos estructurales identificados y corroborados en campo y mediante interpretación de imágenes de sensores remotos.

2.4.4.2 Geomorfología

La caracterización del componente geomorfológico tiene como propósito principal identificar, caracterizar y describir las diferentes unidades geomorfológicas y su dinámica desde el punto de vista de procesos erosivos y de inestabilidad por remoción en masa e intervención antrópica, las cuales pueden tener implicaciones en el comportamiento de la superficie del terreno en las áreas para la localización de las estructuras del Proyecto, Dicha caracterización se desarrolló en las tres etapas que se describen a continuación.

En la Figura 2-9 se presenta un flujograma típico del desarrollo del componente geomorfológico en las etapas de campo y oficina.

Figura 2-9 Flujograma típico del desarrollo del componente geomorfológico



Fuente: (EIA - TCE, 2019)

2.4.4.2.1 Etapa precampo

Se realizó una recopilación de información secundaria de la zona de estudio, teniendo en cuenta toda la información disponible como: Proyectos de consultoría, documentos de ordenamiento territorial de los municipios del área de influencia, y bases de datos nacionales oficiales, los cuales se citan a continuación.

- Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV. TCE – 2019.
- Esquema de jerarquización geomorfológica. Fuente: Propuesta De Estandarización De La Cartografía geomorfológica En Colombia, INGEOMINAS 2011.
- Servicio Geológico Colombiano. Memoria Explicativa mapa de Geomorfología de la Plancha 227 La Mesa, Cundinamarca julio 2014.
- Servicio Geológico Colombiano. Memoria Explicativa mapa de Geomorfología de la Plancha 246 Fusagasugá, Cundinamarca, julio 2014.

Posterior a la síntesis de esta información secundaria, se realizó el respectivo análisis geomorfológico, con base en la información de las fuentes secundarias consultadas, donde se identificaron las unidades geomorfológicas del área a escala 1:25.000, utilizando los lineamientos generales establecidos en la metodología vigente del Servicio Geológico Colombiano (SGC), la cual se complementó con la interpretación de imágenes de sensores remotos.

Para la caracterización de las geoformas y de su dinámica se adoptaron los lineamientos establecidos en el documento Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia (Ingeominas, 2011), que está basado en el sistema del I.T.C. de Holanda, para levantamientos geomorfológicos, plasmado por Van Zuidam, et. at., (1991).

Se contó con un mosaico de imágenes lidar de resolución 0.04m y las curvas de nivel asociadas (1m), las cuales se usaron en el trabajo más detallado (escala 1:1.000). Para la revisión, interpretación y análisis del corredor de la línea, se utilizó un DEM raster (Vertex ASF) con resolución 12,5m por medio del cual se construyó una topografía guía regional.

Con base en lo anterior, se generó una cartografía preliminar de geomorfología a escala 1:25.000, sobre la cual se planificaron recorridos para la corroboración en campo.

2.4.4.2.2 Etapa de campo

Se visitaron todos los sitios de torres objeto de modificación No. 2, para corroborar el diagnóstico preliminar, evaluar riesgos potenciales, identificar sus posibles causas (drenajes superficiales, filtros, trinchos, revegetalización y en caso extremo gaviones y muros de contención).

La anterior información primaria fue consignada en los formatos para la captura de información en campo, para su posterior procesamiento en oficina, para dicho levantamiento de información se emplearon los siguientes equipos e implementos:

- Cartografía preliminar impresa y en formato digital.
- Formatos de campo
- Cámara Digital
- GPS Marca GARMIN

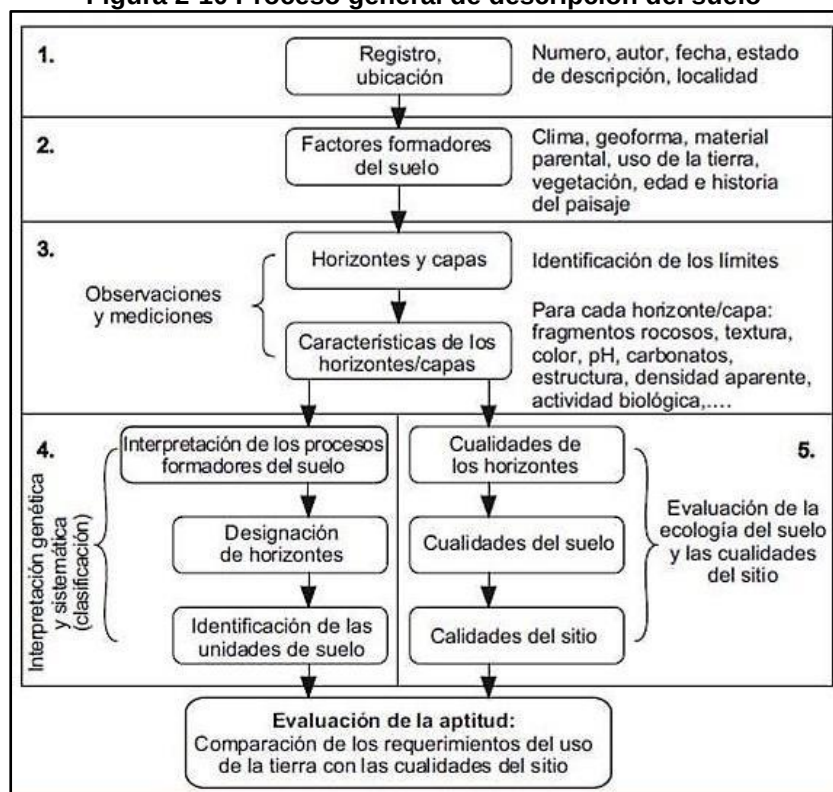
2.4.4.2.3 Etapa poscampo

La caracterización de las formas del terreno se realizó a partir del análisis de la información secundaria y su correlación y corroboración con la información primaria donde se determinan los aspectos morfogenéticos, morfográficos, obteniendo los respectivos mapas temáticos a escala 1:25000 de Unidades Geomorfológicas, Pendientes, Procesos Morfodinámicos y Susceptibilidad a erosión y fenómenos de remoción en masa y morfodinámicos en el área de influencia.

2.4.4.3 Suelos y usos del suelo

El objetivo principal de la investigación en la ciencia del suelo es la comprensión de la naturaleza, propiedades, dinámicas y funciones del suelo como parte del paisaje y los ecosistemas. La Figura 2-10, muestra el papel de la descripción de suelos como paso inicial en la clasificación de suelos y la evaluación de la aptitud de uso del sitio.

Figura 2-10 Proceso general de descripción del suelo



Fuente: FAO, 2009

2.4.4.3.1 Etapa precampo

En esta etapa se realizó la revisión de la información secundaria contenida en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) vigentes de los siguientes municipios: San Antonio del Tequendama (año: 2000), y Soacha (año: 2000), en el Departamento de Cundinamarca.

En el mismo orden de ideas, se revisó la información del Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca a saber: Río Bogotá (año: 2019). Además, se hizo una verificación de información relacionada como lo fue el Plan estratégico de la Cuenca Magdalena – Cauca (año: 2014) y el Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Magdalena – vertiente oriental departamento de Cundinamarca (año: 2006).

El análisis de los suelos presentes en el Área de Influencia del Proyecto fue tomado de los Estudios de Suelos de los departamentos de Cundinamarca (año: 2000) elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi

(IGAC); sin embargo, se consideraron los instrumentos de planificación de cada municipio, así como sus restricciones y recomendaciones en el tema agrológico.

A partir de esta información, se proyectó la cartografía preliminar para el área de influencia definida para la Modificación No. 2 del EIA del Proyecto, en la que se tuvieron en cuenta las unidades cartográficas de suelos presentes.

2.4.4.3.2 Etapa de campo

En el primer contacto con la comunidad se explicó el motivo del trabajo para recibir la autorización y apoyo para el desarrollo de los muestreos y observaciones de campo para las cuales se requirió de la apertura de calicatas. Igualmente se revisó el procedimiento para el diligenciamiento de información en las libretas de campo y en el dispositivo GPS, metodología de campo, las principales características morfológicas de los suelos, la identificación de las clases texturales y rasgos pedogenéticos.

Se realizó la toma de muestras de suelos en algunos de los lugares del área de influencia, para desarrollar el análisis de físico químicos, los cuales fueron desarrollados por el laboratorio ambiental SGI S.A.S. acreditado por el IDEAM (Anexo A2.5 Acreditación SGI).

2.4.4.3.3 Etapa poscampo

a. Descripción de los suelos

Esta descripción se realizó con la información secundaria obtenida y ajustada acorde con los datos capturados en campo y los análisis fisicoquímicos del laboratorio.

c. Determinación de los usos actuales del suelo

Una vez se determinaron las coberturas vegetales del área de influencia del Proyecto y se verificaron en campo, se procedió a establecer el uso actual de los suelos. Para lo anterior, se hizo una homologación entre los usos estandarizados para los suelos en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 con las coberturas vegetales identificadas en campo y, finalmente, se generó el mapa de Usos actuales de los suelos.

- Determinación de los usos potenciales de los suelos

Las clasificaciones se fundamentan en valorar la aptitud agrícola de los suelos, la más conocida es la clasificación agrológica del Soils Conservation Service del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (1961). Esta clasificación se utilizó en el presente estudio. Mediante la clasificación agrológica del USDA (1961), se puede determinar la calidad agrológica de los suelos, basados en criterios edafológicos fácilmente diagnosticables en el campo, como son el clima, la pendiente, la profundidad de la roca, el grado de erosión, la pedregosidad, la textura, la salinidad, etc.

- Sistema de Clasificación Agrológica USDA

El Sistema de Clasificación se establece sobre la base de cualidades o deficiencias permanentes que tienen los suelos, y de las condiciones climáticas imperantes asociadas, que determinan el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas usadas en sistemas agrícolas, pecuarios y forestales. La metodología, conocida como

Clasificación de tierras por capacidad de uso o Clasificación Agrológica, permite establecer ocho (8) clases o categorías agrológicas o de capacidad de uso. A medida que aumenta el grado numérico de ellas, disminuye la aptitud de uso y manejo de la unidad de análisis.

Así, los suelos clasificados en la Categoría 1, tienen muy pocas o incluso ninguna limitación para la explotación intensiva, en tanto que aquellos de la Clase 8, representan las condiciones más extremas, sin permitir explotación alguna.

Tabla 2-10 Clases agrológicas para definir el uso potencial de los suelos

CLASES AGROLÓGICAS	DESCRIPCIÓN
Clase 1	Los terrenos de esta clase son aptos para los cultivos anuales. Pueden utilizarse además para la producción de cultivos permanentes, ganadería, actividades forestales y protección. Es la clase ideal, tiene muy pocas o ninguna limitación que puedan restringir su uso.
Clase 2	Estos terrenos son aptos para la producción de cultivos anuales. Las tierras de esta clase presentan algunas limitaciones que solas o combinadas reducen la posibilidad de elección de cultivos, o incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo o de conservación de suelos. Pueden utilizarse además en actividades indicadas en la clase anterior. Requieren de una conservación moderada.
Clase 3	Las tierras de esta clase son aptas para la producción de cultivos anuales. Pueden utilizarse además en las mismas actividades indicadas en la clase anterior. Los terrenos de esta clase presentan limitaciones severas que, restringen la selección de cultivos o incrementan sustancialmente los costos de producción. Requiere conservación especial.
Clase 4	Estas tierras son aptas para la producción de cultivos permanentes o semipermanentes. Los cultivos anuales sólo se pueden desarrollar en forma ocasional y con prácticas muy intensas de manejo y conservación de suelos, esto debido a las muy severas limitaciones que presentan estos suelos para ser usados en este tipo de cultivos de corto período vegetativo. También se permite utilizar los terrenos de esta clase en ganadería, producción forestal y protección. Requiere un manejo muy cuidadoso.
Clase 5	Esta clase es apta para la actividad ganadera, también se permite la actividad del manejo del bosque natural cuando hay. Las tierras de esta clase presentan limitaciones y riesgo de erosión de modo tal que los cultivos anuales o permanentes no son aptos en ésta.
Clase 6	Los terrenos de esta clase son aptos para la actividad forestal (plantaciones forestales). También se pueden establecer plantaciones de cultivos permanentes arbóreos tales como los frutales, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos (terrazas individuales, canales de desviación, etc.) Son aptos para pastos. Otras actividades permitidas en esta clase son el manejo del bosque natural y la protección. Presentan limitaciones severas.
Clase 7	Esta clase es apta para el manejo del bosque natural, además de protección. Las limitaciones son tan severas que ni siquiera las plantaciones forestales son recomendables en los terrenos de esta clase. Cuando existe bosque en estos terrenos se deben proteger para provocar el reingreso de la cobertura forestal mediante la regeneración natural. En algunos casos y no como regla general es posible establecer plantaciones forestales con relativo éxito y también pastos.
Clase 8	Las tierras de esta clase presentan limitaciones tan severas que no son aptas para ninguna actividad económica directa del uso del suelo, de modo tal que sólo se pueden dedicar para la protección de los recursos naturales (suelos, bosques, agua, fauna, paisaje).

Fuente: Soil Conservation Service. USA

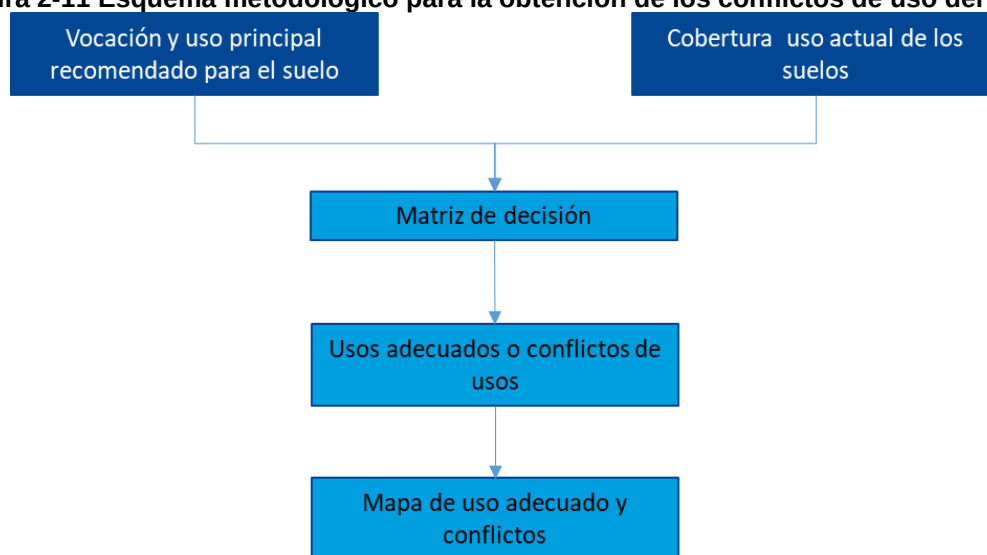
- Determinación de los conflictos de uso de los suelos

Los conflictos de uso de la tierra son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener de acuerdo con la oferta ambiental. Se originan por diversas causas

entre las que sobresalen la desigualdad en la distribución de las tierras, el predominio de intereses particulares sobre los intereses colectivos y el manejo no planificado de la relación uso – tierra en una determinada región. Los conflictos de uso de la tierra se presentan cuando las tierras son utilizadas inadecuadamente, ya sea por sobreutilización o subutilización. Durante la elaboración del EIA, se abarcaron las siguientes etapas:

- Revisión y análisis de información preexistente, principalmente los estudios realizados sobre el tema en Colombia (IGAC, 1993; CORPOICA – IGAC, 2002).
- Desarrollo de un modelo conceptual, que tenga en cuenta el área de estudio, la disponibilidad y calidad de la información y las prioridades y determinantes del uso de las tierras.

Figura 2-11 Esquema metodológico para la obtención de los conflictos de uso del suelo



Fuente: CORPOICA – IGAC, 2002

Para llevar a cabo este proceso, se recopiló, analizó y generalizó la información de los recursos de las tierras, producida principalmente por el IGAC, e información generada en campo para el análisis del uso actual de la zona.

Con base en ello, se utilizó una tabla o matriz de decisión para evaluar concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso mediante el proceso de confrontar ordenadamente cada par: Vocación Actual de Uso - Uso Actual (Figura 2-12).

De la comparación crítica de estos grupos de unidades resulta la definición de concordancia o discrepancia en el uso, tal como se representa en el respectivo mapa en donde en color verde se indican las áreas en que hay concordancia entre el uso actual y el uso principal recomendado; en color amarillo las zonas en discrepancia por subutilización de las tierras y, en color rojo, se señalan las áreas en donde hay conflicto por sobreutilización de los recursos.

La comparación se realizó a través de la elaboración de una tabla bidimensional de decisión, con la cual se valoró cada unidad cartográfica de cobertura y uso Actual en relación con su vocación actual de uso principal; para así obtener, las diferentes clases de conflicto.

Figura 2-12 Matriz de decisión para la determinación de los conflictos de uso del suelo

VOCACIÓN			U S O A C T U A L										
			A G R I C O L A				A G R O F O R E S T A L		G A N A D E R A		F O R E S T A L		C O N S E R V A C I Ó N
			CTI, CTS	CSI	CSS		SAG	SAP-SPA	PSI	PEX	FPR	FPP	CFP, CRH
			Cu	Cña, Ba, Fr, Cl, Pa	Ac	Cs-Cñ	Al	Pa	Pm	Ap, Pn	Bp	Bl, Ma	
A	Cultivos transitorios intensivos	CTI	A	A	S2	S2	S2	S3	S1	S3	S3	S3	S3
R	Cultivos transitorios semi-intensivos	CTS	A	A	S1	S1	S2	S3	S1	S3	S3	S3	S3
C	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos	CSI	A	A	S1	S1	S2	S3	S1	S3	S3	S3	S3
L	Cultivos semipermanentes y permanentes semi intensivos	CSS	O1	O1	A	A	A	S2	O1	S2	S1	S3	S3
AGROFO- RESTAL	Silvoagícola	SAG	O3	O1	O2	O1	A	S2	O2	S1	A	S2	S3
	Agrosilvopastoril	SAP	O3	O1	O2	O1	O1	A	O2	A	A	S2	S3
	Silvopastoril	SPA	O3	O2	O3	O2	O2	A	O2	A	A	S2	S3
	Pastoreo intensivo	PSI	O1	O1	O1	O1	O1	S1	A	S2	A	S3	S3
PECUA- RIA	y semintensivo												
	Pastoreo extensivo	PEX	O3	O3	O3	O2	O2	S1	O1	A	A	S2	S3
FORESTAL	Producción	FPR	O3	O2	O3	O3	S1	O1	O3	S2	A	S2	S3
	Protección -producción	FPP	O3	O3	O3	O3	O2	O2	O3	O1	A	A	A
	Protectora	CFP	O3	O3	O3	O3	O2	O3	O3	O2	A	O1	A
CONSER- VACIÓN	Recursos hídricos	CRH	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	O3	A
	Recuperación	CRE	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	O3	A

Fuente: CORPOICA – IGAC, 2002

- Clases de los conflictos

Sin conflicto de uso o Uso adecuado

Se refiere a zonas donde el uso actual es compatible con el potencial de uso del suelo. Se considera que estas áreas en general no presentan problemas graves o moderados que requieran atención prioritaria por parte de los planificadores regionales.

Conflicto por Subutilización del suelo

Esta categoría representa áreas en las cuales existen condiciones aptas para la agricultura o la ganadería en diversos grados, sin menoscabo de los recursos naturales; se trata por lo general de zonas ya transformadas, pero que no se aprovechan eficientemente.

Conflicto por Sobreutilización del suelo

Delimita áreas en las cuales los suelos son o fueron sometidos recientemente a prácticas agrícolas o pecuarias u otras actividades como talas o quemas que conllevan a largo plazo procesos degradativos de los paisajes.

Es importante mencionar que el conflicto de uso de los suelos está relacionado con la utilización que le dan los habitantes de la región al componente edafológico y no con el uso puntual que le será dado al suelo con la construcción de torres, las cuales afectan un porcentaje insignificante de la unidad agrológica.

- Características fisicoquímicas del suelo para los lugares de infraestructura proyectada

Siguiendo los lineamientos de los términos de referencia TdR-17 (2018), se incluyeron los resultados de laboratorio que fueron realizados en los puntos de muestreo de suelos, incluyendo los análisis de cada horizonte descubierto en la calicata descubierta. Lo anterior, con el objetivo de analizar la calidad del componente y cuan afectado está por las actividades antrópicas que sobre ellos se desarrollan.

- Elaboración cartografía de suelos

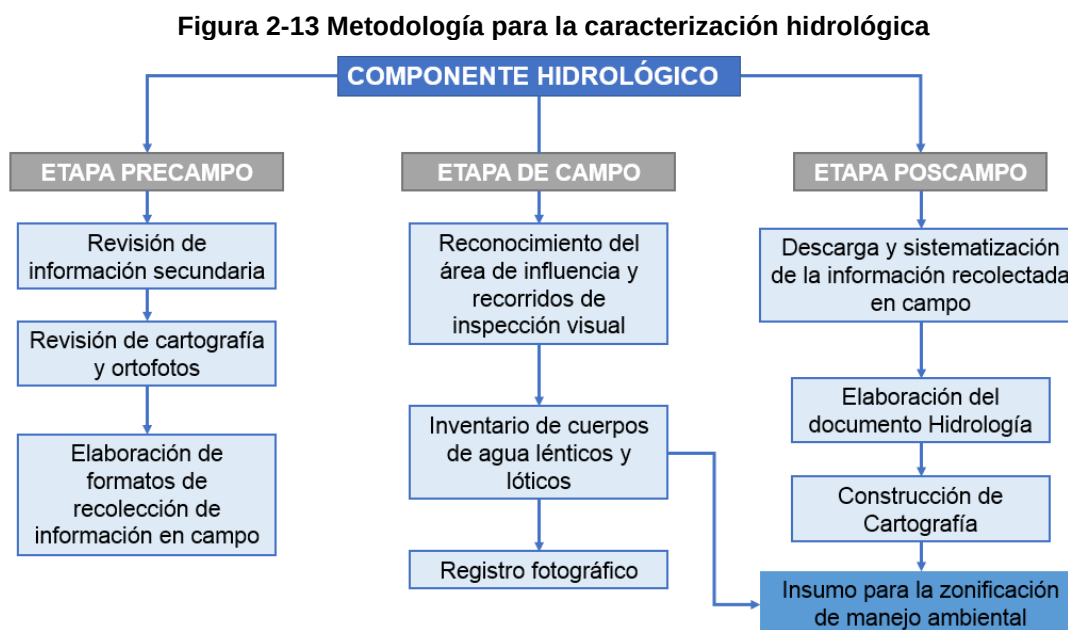
A partir de la verificación de la información en la etapa de campo y la elaboración del documento de caracterización del área de influencia del Proyecto, se elaboró la cartografía de acuerdo a lo establecido en los Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17 y la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (2018), teniendo en cuenta lo exigido en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 emitida por la ANLA, en la cual se presenta la nueva estructura de almacenamiento geográfico para el componente Suelo. Este componente está dividido en 5 aspectos (Feature Class) a saber:

- **Suelo:** corresponde a las unidades cartográficas de suelos presentes en el área a estudiar Esta información se obtuvo del Diagnóstico Ambiental de Alternativas desarrollado de manera previa a este Estudio de Impacto Ambiental, de la definición del área de influencia para el Proyecto y el trabajo de campo.
- **Uso actual de suelo:** corresponde al uso que se le está dando actualmente al suelo y que está directamente relacionado con la cobertura de la tierra.
- **Capacidad de uso de las tierras:** la clasificación de las tierras por su capacidad de uso es una interpretación basada en los efectos combinados de clima y de las características permanentes de los suelos, en cuanto a limitaciones en su uso, capacidad de producción, riesgo de dañar el suelo y requerimientos de manejo. Se entienden todas las actividades de carácter agrícola, pecuario, forestal y de conservación que se pueden implementar sobre un suelo y se genera a partir de las unidades cartográficas de suelo.
- **Conflictos de uso del suelo:** corresponde al producto del análisis comparativo entre el uso actual y la capacidad de uso de la tierra. Este Feature Class fue desarrollado a partir del Uso actual del suelo.
- **Punto de Muestreo:** Corresponde a la capa que representa la localización espacial de los puntos muestreados

Adicionalmente y de acuerdo con el requerimiento de la estructura de la GDB; se trabajó en conjunto con otros componentes del EIA para la generación de la información incluida en el Feature Class “Áreas de Conservación y Protección Ambiental”, concerniente al tema de suelos de protección y usos reglamentados del suelo por parte de los Planes de Ordenamiento Territorial, POMCA, entre otros informes generados por las autoridades locales competentes.

2.4.4.4 Hidrología

El componente hidrológico describe la dinámica de las corrientes de agua superficial en función de la zonificación hidrográfica con el fin de estimar y evaluar la disponibilidad hídrica en el área de influencia de la Modificación No. 2, y a partir de esta, determinar la variación en el tiempo, su distribución espacial. En la Figura 2-13 se esquematiza la metodología empleada para el desarrollo de la caracterización de la línea base para este componente.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022

A continuación, se describen las metodologías empleadas para la obtención de la información de este componente.

2.4.4.4.1 Etapa precampo

a. Recopilación de información secundaria y cartográfica

Para el análisis del componente hidrológico, se revisó la siguiente información técnica y geográfica:

- GEOMA S.A.S (2016). 5.1.6 – Hidrología. Medio Abiótico. Proyecto segundo refuerzo de la red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2017.
- Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR -17.
- Cartografía básica IGAC. Cuenca hidrográfica. Municipios del departamento de Cundinamarca Escala 1:25.000.

- Trazado de la línea de transmisión del proyecto e infraestructura asociada a la Modificación No. 2, en escala 1:25.000
- Mapas hidrográficos del departamento de Cundinamarca.
- Zonificación y Codificación de Unidades Hidrográficas e Hidrogeológicas de Colombia (IDEAM, 2013)
- Estudio Nacional del Agua –ENA (IDEAM., 2014 y 2018).
- Ortofotos del área de influencia con resolución espacial de 10 cms.

2.4.4.4.2 Etapa de campo

Las actividades de campo obedecen a recorridos de inspección visual para validar la presencia de drenajes, reservorios, lagos, lagunas, corrientes tributarias y otros cuerpos de agua que puedan encontrarse en cercanías de los sitios de torre, brechas de riego y demás infraestructura asociada al proyecto y, en consecuencia, se deben verificar y mantener las franjas de protección de los cuerpos de agua (que corresponde a 30 metros para drenajes y lagunas y 100 metros para manantiales) para evitar la afectación de los mismos por la construcción del proyecto.

En principio se realizó la verificación de cada uno de los puntos de control definidos, ubicando cada punto en terreno y desplazándose lo más cerca posible a este, se diligenció un reporte escrito con los puntos georreferenciados y el registro fotográfico. De manera paralela, en la medida en que se iba visitando cada sitio de torre, se iba registrando en un formato de campo las coordenadas, cobertura vegetal existente en la orilla y demás características relevantes de cada cuerpo de agua identificado.

Se inició el desplazamiento en el sitio de torre 439NN, ubicado en la vereda Cachipay, municipio de San Antonio del Tequendama (Departamento de Cundinamarca) y finalizó en el sitio de torre 455 en la vereda Canoas, municipio de Soacha (Departamento de Cundinamarca).

2.4.4.4.3 Etapa poscampo

Esta etapa consistió en la descarga y procesamiento de la información recolectada en campo. Luego se procedió con la construcción del documento de línea base hidrológica, se consultó la zonificación hidrológica nacional a partir de la cual se identificó la ubicación del área, zonas y subzonas hidrográficas y se elaboraron las respectivas salidas cartográficas.

La información que se consiga tiene por estructura:

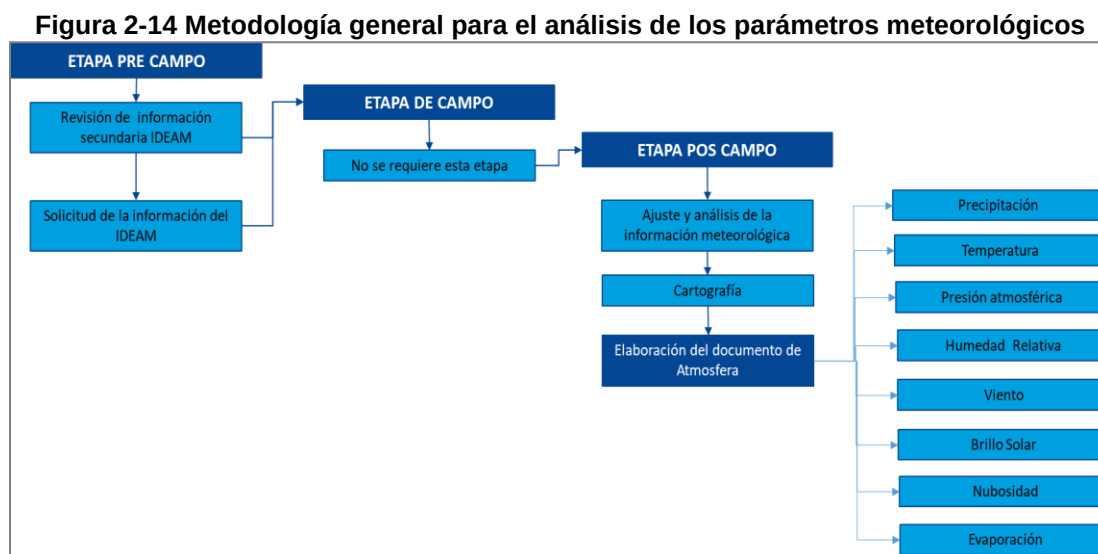
- Área de influencia de la Modificación no. 2 dentro de la zonificación hidrográfica nacional.
- Recopilación de la información meteorológica existentes de las estaciones localizadas cerca al área de influencia del proyecto.
- Calidad y consistencia de los datos meteorológicos obtenidos (caracterización estadística)
- Fenómenos macro climáticos con influencia en la hidro climatología colombiana.
- Análisis temporal y espacial de variables climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar, radiación solar, evaporación, viento, nubosidad, y balance hídrico).
- Características morfométricas de las unidades de análisis hidrográficas: la información mínima que se debe tener de la cuenca es área, perímetro, longitud, pendiente, longitud máxima, anchura media,

forma de la cuenca, relieve, altitud, longitud del cauce principal, longitud del centroide hasta el punto más cercano al cauce, longitud de drenajes entre otros.

- Régimen hidrológico.
- Estimación de caudales
- Series sintéticas de caudales
- Determinación de indicadores hidro climáticos como: Índice de Aridez (IA), Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH).
- Caudal Ambiental
- Oferta hídrica

2.4.4.5 Clima

La metodología empleada para describir el comportamiento meteorológico de la Modificación No. 2 del Proyecto segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza y los diferentes parámetros que lo conforman consta de tres etapas, tal y como se observa en la **Figura 2-14**



Fuente: (EIA - TCE, 2019)

2.4.4.5.1 Etapa pre-campo

El análisis climatológico dentro del contexto de Estudio de Impacto Ambiental - EIA, está orientado en conocer la dinámica general de los parámetros climáticos en la zona de interés a fin de suministrar criterios que permitan evaluar los efectos del Proyecto sobre el entorno. Lo anterior aplica a Modificación No. 2.

Para el análisis climático de la zona de estudio se recopilaron datos fundamentados principalmente en la información de las estaciones meteorológicas cercanas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), las cuales se encuentran localizadas en los departamentos de Cundinamarca, seleccionadas por medio de los polígonos de Thiessen (Figura 2-15), método de interpolación que permitió

determinar áreas de influencia a partir de un conjunto de puntos, con datos correspondientes a un lapso de 11 años.

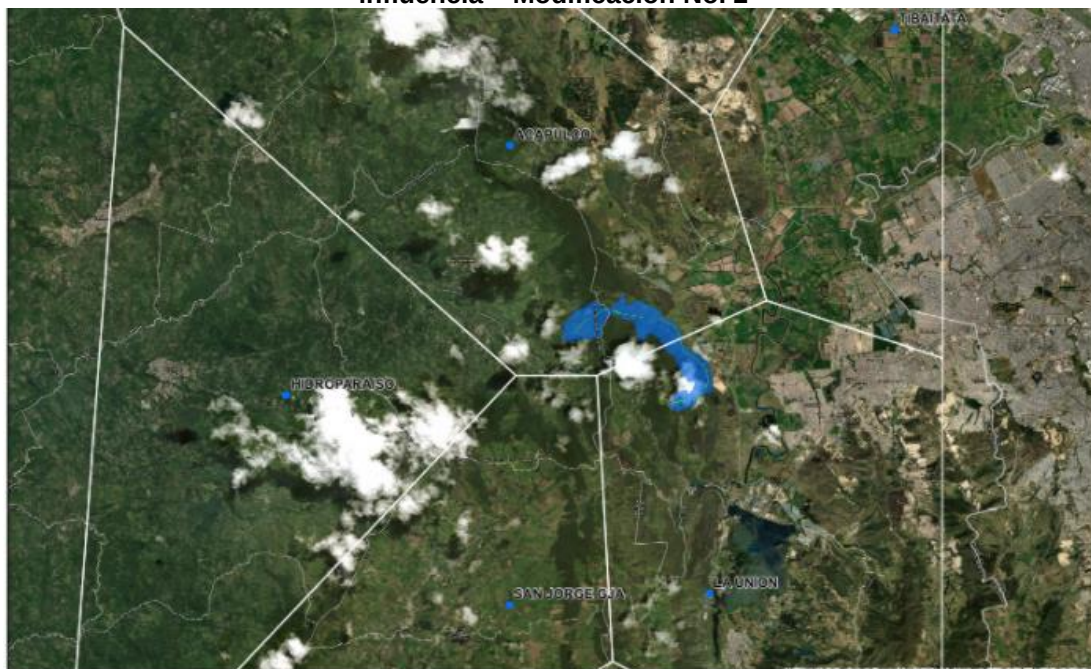
En la Tabla 2-11 se presenta la relación de las estaciones empleadas para la caracterización del área de influencia del proyecto, resultado de los polígonos de Thiessen.

**Tabla 2-11 Estaciones meteorológicas utilizadas para la caracterización del área de influencia –
Modificación No. 2**

NOMBRE ESTACIÓN	CÓDIGO	ENTIDAD	TIPO DE ESTACIÓN	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	ALTITUD (msnm)
ACAPULCO	21206280	IDEAM	CO	4852195,999	2072382,971	2650
ALTO SAN MIGUEL	21201920	IDEAM	PM	4855851,879	2049811,361	2750
BASE AEREA MADRID	21205770	IDEAM	CO	4858926,340	2080656,535	2550
HIDROPARAIISO	21202160	IDEAM	PM	4844218,429	2063482,641	1600
MERCEDES - AUT	21205660	IDEAM	CO	4830713,526	2064474,281	810
SAN JORGE GJA	21205720	IDEAM	CO	4868112,803	2055988,833	2900
TIBAITATA	21205420	IDEAM	AM	4865960,069	2076511,828	2543
UNION LA	21201320	IDEAM	PM	4859292,726	2056402,798	2640
PINAR EL	21190310	IDEAM	PM	4852490,320	2042998,730	1900

Fuente: Elaboración propia a partir de datos tomado de IDEAM

Figura 2-15 ilustración Polígonos de Thiessen de las estaciones meteorológicas para el área de influencia – Modificación No. 2



Fuente: Elaboración propia.

2.4.4.5.2 Etapa de campo

Para el análisis del componente meteorológico no es necesario recopilar información primaria.

2.4.4.5.3 Etapa Pos-Campo

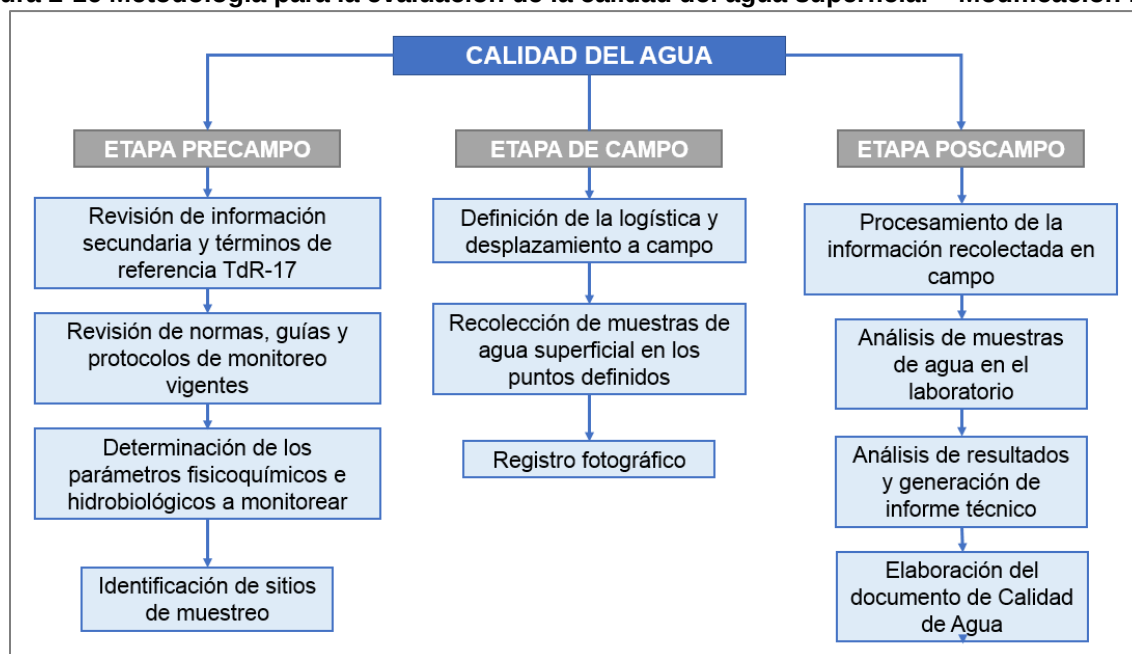
Considerando las diferentes variables que existen en el análisis del clima de la zona de estudio, se tomaron los datos de las estaciones climatológicas más cercanas al área de influencia del Proyecto, las cuales contaban con registros representativos para realizar el análisis climático. De las estaciones climatológicas más cercanas y representativas al área de estudio se analizaron los datos de precipitación: máxima en 24 horas, media mensual y anual, número de días de lluvia, temperatura, humedad relativa, brillo solar, nubosidad, evaporación, punto de rocío, tensión de vapor y viento, para su caracterización se tomaron los datos de las estaciones más cercanas al área de influencia del Proyecto con disponibilidad de datos.

2.4.4.6 Calidad de agua

La caracterización fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica permite conocer la calidad del agua y el nivel de contaminación de las corrientes hídricas como resultado de su interacción con agentes externos que pueden alterar su composición.

La Figura 2-16 ilustra el esquema de la metodología utilizada para la caracterización fisicoquímica e hidrobiológica para la evaluación de la calidad del agua superficial de las corrientes del área de influencia del proyecto, de acuerdo con los lineamientos de los Términos de Referencia TdR-17 de 2018.

Figura 2-16 Metodología para la evaluación de la calidad del agua superficial – Modificación No. 1



Fuente: SMAYD LTDA., 2022

2.4.4.6.1 Etapa precampo

Se realizó un trabajo previo a la salida de campo correspondiente a la revisión de la cartografía base de la hidrología del área de influencia, y la determinación de los puntos a monitorear, con el fin de caracterizar de manera general el área de influencia del componente hidrológico, teniendo en cuenta que con la construcción de las obras y actividades objeto de la Modificación No. 2 no se genera ninguna intervención directa al recurso hídrico.

Por otra parte, se verificó la normatividad vigente que establece los estándares de la calidad del agua para los diferentes usos que puede prestar el recurso hídrico; actualmente se encuentra en vigencia el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 en el cual se encuentra compilado el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura, otro documento a considerar es la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social que junto con el hoy MADS establece los estándares para el agua superficial.

Asimismo, para el desarrollo de este componente se siguieron los lineamientos indicados en los diferentes protocolos y guías desarrolladas por diferentes autoridades ambientales y adoptados mediante resolución por el hoy MADS, entre los cuales se tienen vigentes: el Estudio Nacional del Agua del 2014 (IDEAM), la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas (IDEAM) y la Guía para el monitoreo y seguimiento del agua del 2004 (IDEAM, DANE, INVEMAR), así como también en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17 de 2018.

Teniendo en cuenta los insumos mencionados, se realizó la planeación y logística del trabajo de campo, las cuales incluyeron la determinación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos analizados por el laboratorio, la definición preliminar de los puntos de muestreo, la logística en campo para la verificación de los cuerpos de aguas, tanto los sistemas lóticos y lénticos monitoreados y el acceso a los puntos de muestreo. En esta etapa se seleccionaron los profesionales con el perfil apropiado para direccionar adecuadamente los trabajos de campo.

Los puntos de muestreo de aguas superficiales preliminares se definieron a partir de los lineamientos de la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas (IDEAM) y la Guía para el monitoreo y seguimiento del agua del IDEAM.

Se identificaron las corrientes hídricas susceptibles de intervención y de los cuerpos de agua que sean de uso para consumo humano y doméstico o concesiones de agua en los tramos del área de influencia del componente hídrico; así:

Predio Canoas Minas propiedad EMGESA
Quebrada Vereda Chicaque
Predio San Isidro Vereda Chicaque
Predio Boquemonte Vereda Cascajal

Una vez identificada la existencia en terreno de la corriente hídrica se procede a la categorización del uso del agua de acuerdo con lo establecido en la línea base del estudio de impacto ambiental y el decreto 1076 de 2015.

En los sitios de donde se identificaron corrientes de agua superficial se realiza un muestreo con medición de caudal y toma de muestra integrada de parámetros físicos químicos con georreferenciación del sitio de toma de muestras y registro fotográfico. Esta actividad se realiza con un laboratorio acreditado por el IDEAM.

2.4.4.6.2 Etapa de campo

Para el desarrollo del trabajo de campo, se tuvo en cuenta lo mencionado en la etapa anterior y las metodologías empleadas se basaron en la Norma NTC-ISO/IEC 17025, teniendo en cuenta protocolos de referencia como los establecidos en la siguiente documentación: (1) Guía para el monitoreo y seguimiento del agua (IDEAM, 2004), (2) Gestión Ambiental, Calidad del Agua, Técnicas Generales de Muestreo – NTC-ISO 5667-10, NTC-ISO 5667-11, NTC-ISO 5667-13, NTC-ISO 5667-2, NTC 3945, NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-14, NTC-ISO 5667-16, NTC-ISO 5667-3, NTC-ISO 5667-6, NTC 3948 (ICONTEC, 2009) y (3) APHA-AWWA-WPCF, en el Standard Methods Edición 22 (2012). Los muestreos fueron realizados por personal del laboratorio ambiental SGI acreditado por el IDEAM, incluyendo el proceso de toma de muestras.

a. Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

En las fuentes hídricas superficiales a caracterizar se realizó la visualización general del área, identificando posibles fuentes de contaminación asociadas al recurso hídrico. Seguido de este análisis se procedió al muestreo de tipo puntual en la profundidad y en la sección transversal según los lineamientos establecidos por el IDEAM en la “Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas” de 2002, el cual también comprendió dos componentes: en primera instancia se realizaron las mediciones in situ de variables como oxígeno disuelto, pH, conductividad, sólidos suspendidos, DQO, Relación N total/ P Total; Posteriormente, se colectaron muestras de agua, las cuales se preservaron de inmediato, de acuerdo con las metodologías de muestreo y los requerimientos de análisis, y posteriormente se realizó el envío al laboratorio SGI que realizó los correspondientes análisis.

d. Comunidades hidrobiológicas

En las mismas fuentes hídricas en las cuales se colectaron muestras de aguas para análisis en laboratorio, se realizó el muestreo de las comunidades hidrobiológicas, conforme a lo establecido en los Términos de Referencia TdR-17 (2018). La colecta y preservación de las muestras se realizó de acuerdo con el procedimiento establecido por el laboratorio acreditado por el IDEAM definido para la actividad.

Dando alcance al Requerimiento de información adicional No. 14 se hizo una segunda caracterización del recurso hidrobiológico en ocho (2) puntos de monitoreo en cuerpos de agua lóxico y lénticos, cuya toma de muestras se realizó entre el 01 y 03 de septiembre de 2022.

2.4.4.6.3 Etapa poscampo

e. Análisis de laboratorio

Los ensayos, pruebas analíticas y reportes de resultados correspondientes a las diferentes muestras y parámetros objeto de estudio, fueron desarrollados por laboratorios ambientales acreditados por el IDEAM. Atendiendo a los Términos de Referencia TdR-17, se analizaron los siguientes parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos; así como las comunidades hidrobiológicas tenidas en consideración (Tabla 2-12).

**Tabla 2-12 Parámetros analizados en fuentes hídricas superficiales del área de influencia de
Modificación No. 2**

PARÁMETRO	IN SITU	LABORATORIO
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS		
pH	X	
Temperatura	X	
Oxígeno disuelto, electrodo	X	
Conductividad Eléctrica a 25°C	X	
Sólidos Suspendidos Totales		X
Sólidos sedimentables		X
DBO (5 días)		X
DQO		X
Aceites y Grasas		X
Fósforo Total		X
Alcalinidad Total		X
Dureza total		X
Turbidez		X
Nitrógeno total		X
Caudal - Aforo con Molinete	X	
PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS		
Coliformes totales		X
Coliformes fecales		X
PARÁMETROS HIDROBIOLÓGICOS		
Perifiton		X
Fitoplancton		X
Zooplancton		X
Macroinvertebrados bentónicos		X
Macrófitas	X	X
Ictiofauna	X	X

Fuente: SGI, 2022.

f. Interpretación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos

La interpretación de resultados obtenidos se realizó teniendo en cuenta la normatividad vigente aplicable a cada parámetro evaluado y de acuerdo con los usos y usuarios identificados para cada cuerpo de agua (Decreto 1076 de 2016. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible). Cabe mencionar que el acto administrativo mencionado define los usos del agua y establece los límites permisibles, contemplados en el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Agricultura. Esta interpretación se realizó a partir de la comparación de los valores obtenidos con los límites establecidos en los artículos 38, 39, 40, 41 y 45 del Decreto 1594 de 1984, para la destinación del recurso para uso doméstico (consumo humano), uso agrícola, pecuario y preservación de flora y fauna, respectivamente.

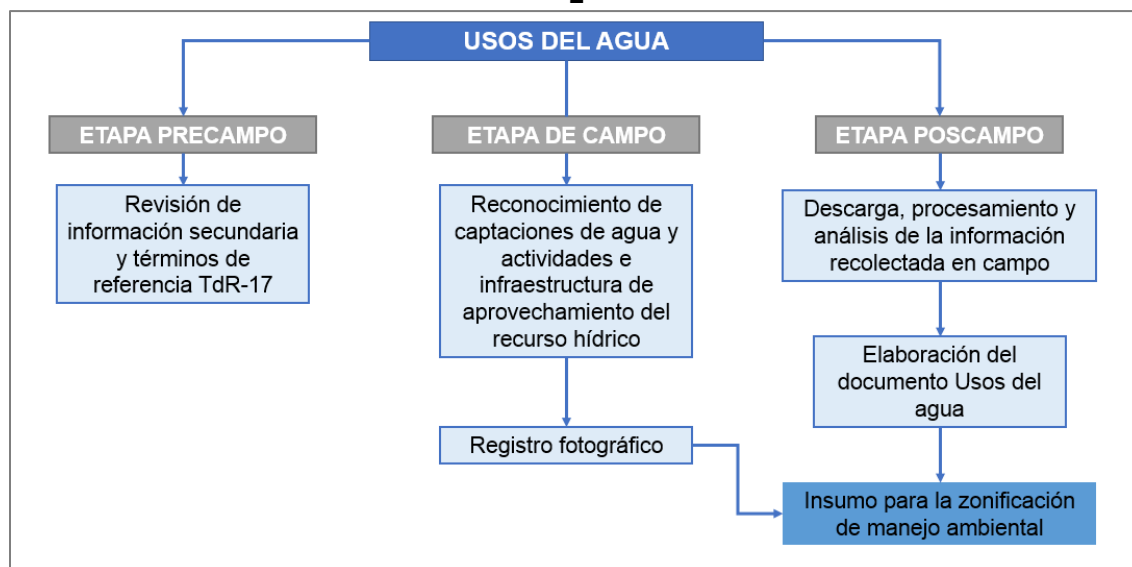
Así mismo, como una herramienta metodológica para la determinación de la calidad del agua de las estaciones evaluadas en el área de estudio, se realizó el cálculo del Índice de Calidad del Agua – ICA, y el de sólidos suspendidos (ICOSUS). Así como también se estimó el Índice de Alteración del Potencial de la Calidad del Agua – IACAL.

2.4.4.7 Usos del agua

La determinación de los usos del agua en el área de estudio del Proyecto, constituye un elemento de análisis esencial, para establecer quiénes y de qué forma hacen uso del recurso hídrico en el área de estudio, este numeral fue desarrollado con información secundaria, debido a que el Proyecto no contempla la intervención de fuentes hídricas superficiales, ni el uso y/o aprovechamiento del recurso hídrico superficial y/o subterráneos para ninguna de las actividades a desarrollar durante las diferentes etapas.

Para el análisis de las características del uso de agua en el área de estudio para la Modificación No. 2 del Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV se establecerán tres etapas: Recopilación de información secundaria, recopilación de información primaria y formulación documental. El esquema general de la metodología utilizada es ilustrado mediante el flujograma presentado en la Figura 2-17.

Figura 2-17 Metodología general para el desarrollo del componente de Usos del agua – Modificación No. 2



Fuente: SMAYD LTDA., 2022

2.4.4.7.1 Etapa precampo

De manera inicial se hizo la revisión de la información solicitada por los términos de referencia TdR-17 para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica de la Resolución 75 del 18 de enero de 2018 emitidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA.

2.4.4.7.2 Etapa de campo

Durante los recorridos de inspección visual realizados para el componente de hidrología se verificaba al mismo tiempo la existencia de captaciones de agua superficial y subterránea y los usos del agua de los cuerpos lénticos y lóticos hallados en el área de influencia de la Modificación 2. Se identificaron algunos cuerpos de agua lóticos

con captaciones directas en particular para uso doméstico. No obstante, para el análisis del componente de usos de agua no es necesario recopilar información primaria, debido a que el proyecto no contempla la intervención de fuentes hídricas superficiales, ni el uso y/o aprovechamiento del recurso hídrico para ninguna de las actividades.

2.4.4.7.3 Etapa poscampo

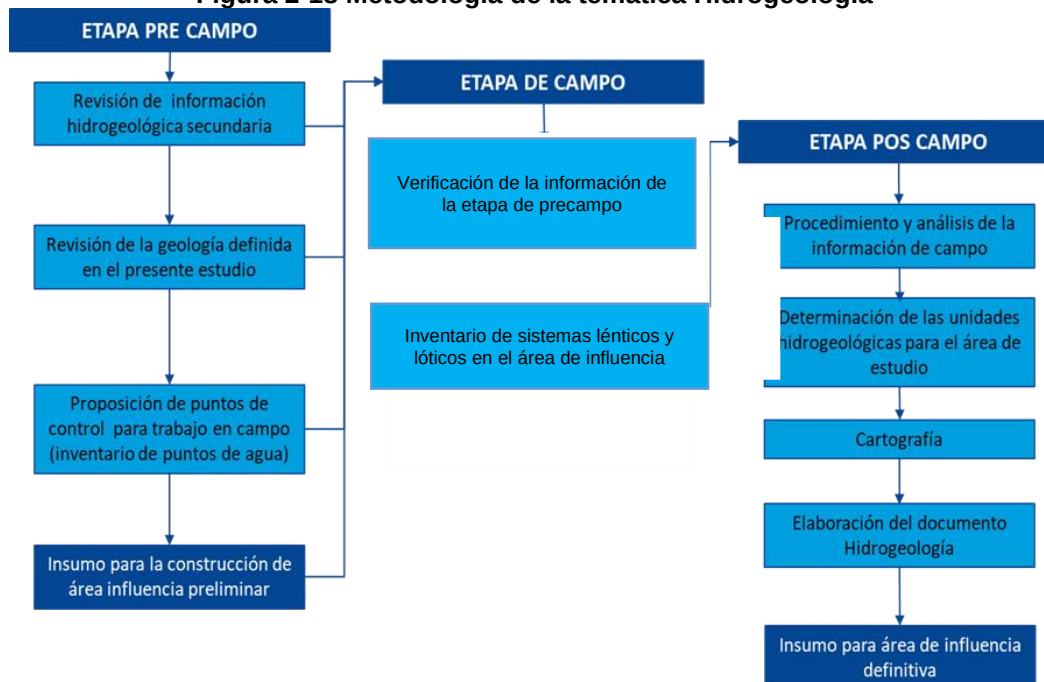
La tercera etapa en la metodología consiste en el análisis de la información de los usos actuales y proyectados de los cuerpos de agua (lénticos y lóticos) donde se validó la información recolectada en campo junto con los datos de suministro de agua que se encuentran en las fichas prediales diligenciadas en la caracterización social de los predios del área de influencia.

Dado que la solicitud de información de los usos actuales de los cuerpos de agua hallados en el área de influencia ya se había remitido a la Corporaciones Autónomas Regionales de Cundinamarca – CAR como Estudio de Impacto Ambiental “Información adicional” del *Proyecto UPME 07 de 2016 Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia - Nueva Esperanza 500 kV (Transmisora Colombiana de Energía S.A.S E.S.P, 2019)*, con base en esta información se hizo la verificación de las concesiones de agua y permisos de vertimiento otorgados y se observó que para el proyecto Modificación No. 2, no se contempla concesiones de agua o vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas.

2.4.4.8 Hidrogeología

El desarrollo de la metodología de componente de hidrogeología se basa primordialmente en la caracterización de las unidades hidrogeológicas, las cuales se clasifican siguiendo los lineamientos planteados por la (IAH, 1995), de acuerdo al tipo de porosidad dominante en los sedimentos y rocas (primaria o intergranular y secundaria o por fracturas (y a su potencialidad acuífera, reflejada ésta última en el valor de la capacidad específica. A continuación, se describen las etapas necesarias para realizar la caracterización de la temática Hidrogeología (Figura 2-18).

Figura 2-18 Metodología de la temática Hidrogeología



Fuente: SMAYD LTDA., 2021

2.4.4.8.1 Etapa precampo

La recopilación de la información secundaria se basa en el análisis de información geológica e hidrogeológica publicada por el servicio Geológico Colombiano, haciendo énfasis en el Atlas de aguas Subterráneas de Colombia, y en las planchas a mayor escala disponibles para el área de interés. Para este estudio se recopiló información obtenida (SEV, pruebas de bombeo, inventario puntos de agua, etc.), para la caracterización hidrogeológica de la Modificación No. 2. Adicionalmente, se tuvo en cuenta el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV – UPME 07-2016. TCE, presentado en el 2018 ya que es un insumo directo para la ejecución de la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental otorgada bajo Resolución 170 del 15 de enero de 2021.

2.4.4.8.2 Etapa de campo

Como actividad principal de recolección de actividad de información primaria se realiza un inventario de puntos de agua subterránea para el área de influencia de la Modificación No. 2, el cual se lleva a cabo mediante visita a predio, consignando la información en formularios elaborados con base en los requisitos del IDEAM, formato FUNIAS (Formato único Nacional de Aguas Subterráneas) donde se describe las principales características físicas e hidrogeológicas de las captaciones artificiales como pozos, aljibes, piezómetros y las captaciones naturales referidas a manantiales y afloramientos de flujos subsuperficiales. Con relación a los manantiales, se indica el tipo y clasificación del manantial y el tipo de roca o sedimento a él asociado, describiéndose, además,

en forma general, el acceso al sitio donde nace, así como el georreferenciamiento con GPS de cada punto inventariado.

El objeto de la fase contempla la caracterización y medición de agua subterránea en lo que hace referencia al agua (flujo), a las sustancias disueltas que transporta (transporte de masa) y a los intercambios de aguas y solutos con el medio (relación roca-agua) con el fin de establecer el modelo conceptual de funcionamiento de los sistemas acuíferos para entender su funcionamiento, cuantificar el flujo y el transporte del agua subterránea por los sistemas acuíferos, establecer las relaciones con toras artes del ciclo hidrológico, proporcionar métodos y parámetros que permitan evaluar y cuantificar los efectos de las actividades del hombre (efectos antrópicos) sobre los sistemas acuíferos y sobre los otros sistemas con los que están en relación, estos efectos pueden ser causado por el aprovechamiento de las aguas subterráneas, las obras públicas y construcciones, las agricultura, se incluye el medio ambiente, el medio urbano y la minería y se tiene en cuenta entre otros aspectos la variabilidad climática y el cambio climático futuro.

- Reconocimiento de la geometría de los sistemas acuíferos

Los sistemas acuíferos no son observables directamente, por lo que hay que deducir su geometría y características indirectamente o mediante reconocimientos localizados. En cualquier caso, la tridimensionalidad y la heterogeneidad son aspectos esenciales que deben ser correctamente caracterizados.

Una primera aproximación al conocimiento es la geológica, es decir, construir un modelo geológico tridimensional a partir de la información geológica. Posteriormente ese modelo debe ser convertido en hidrogeológico, basado igualmente en información geofísica.

Una aproximación adicional se puede obtener mediante la geofísica. Los métodos geofísicos de superficie tratan de identificar variaciones de ciertas propiedades físicas del terreno y del agua, en el territorio y en profundidad. Tales son las propiedades eléctricas (resistividad/conductividad) y sónicas, tanto naturales como inducidas, además de las gravimétricas y magnéticas naturales. Unas determinan propiedades medias sobre un gran volumen de terreno y otras son más localizadas y focalizadas (de mayor detalle en profundidad), con penetraciones variables según los métodos y de cómo se aplican. La distribución de la propiedad que se mide suele ser el resultado de un proceso de inversión, a veces complejo y con notables incertidumbres. Pero la propiedad física que se mide no se corresponde con propiedades hidrogeológicas. Hay que hacer una interpretación basada en supuestos básicos y en la experiencia. Para reducir la incertidumbre asociada hace falta combinar varios métodos y, si es posible, reconocimientos y datos adicionales.

- Métodos hidrodinámicos de estudio

Los métodos hidrodinámicos de estudio parten en general de las superficies piezométricas, y se basan en la determinación del gradiente piezométrico y su transformación en caudal (flujo) de agua subterránea mediante la aplicación de la Ley de Darcy. Eso supone considerar la piezometría y disponer de los parámetros hidráulicos. En cualquier caso, hay que tener en cuenta que el flujo del agua subterránea es tridimensional, aunque en una buena parte de un acuífero el flujo es predominantemente horizontal; no es así cerca de lugares de descarga y de extracción, o de recarga importante, ni entre acuíferos separados por acuitardos, o en acuíferos inclinados.

- Métodos de evaluación de la recarga

La recarga es la entrada de agua a los acuíferos, y por lo tanto un valor esencial. Sin embargo, es uno de los valores más difíciles de conocer con detalle y precisión. Esto se trata en diversos textos, como (CUSTODIO,

LLAMAS, & SAMPER, 1997). En general la recarga es incierta, por lo cual debe evaluarse esa incertidumbre, aunque desafortunadamente se hace en pocas ocasiones.

- **Métodos hidrogeoquímicos**

La hidrogeoquímica estudia la composición química del agua, principalmente de los iones y compuestos mayoritarios y minoritarios disueltos (C. A. J. Appelo, 1993), con diferentes objetivos: Explicar las características químicas del agua tanto en el medio líquido como en sus relaciones con el medio sólido y el medio gaseoso. Comprende las relaciones roca-agua, relacionar las características químicas con los modelos conceptuales de flujo y transporte en los sistemas acuíferos y ayudar a mejorarlos y contrastarlos, mejorar el conocimiento de los parámetros hidráulicos y de transporte, conocer cómo afectan las acciones antrópicas a la composición del agua, conocer la génesis de minerales en relación con el agua.

- **Métodos asociados a la calidad y la contaminación**

En general las aguas subterráneas de baja conductividad eléctrica –dulces– son potables sin más restricciones, aunque en ocasiones su dureza o exceso de sodio pueden ser inconvenientes (Custodio, 2007). No obstante, en ciertas circunstancias puede haber un excesivo contenido en nitrato, que normalmente procede de contaminación antrópica.

- **Vulnerabilidad a los acuíferos**

Método GOD

El sistema de indexación GOD, propuesto por (Foster, 1987), es aplicable a áreas de trabajo con escasa información, con irregular distribución de datos o con incertidumbre de la información. Esta metodología comprende tres parámetros: G, O y D; cuyos valores son asignados de acuerdo con la contribución en la defensa a la contaminación, los cuales se describen a continuación:

G. (Groundwater occurrence) Corresponde al grado de confinamiento hidráulico con la identificación del tipo de acuífero, su índice puede variar entre 0 y 1. El modo de ocurrencia varía entre la ausencia de acuíferos (evaluado con índice 0) en el extremo izquierdo y la presencia de un acuífero libre o freático (evaluado como índice 1) en el extremo derecho, pasando por acuíferos artesianos, confinados y semiconfinados.

O. (Overall aquifer class) Corresponde a la caracterización de la zona no saturada del acuífero o de las capas confinantes. Los índices más bajos (0,4) corresponden a los materiales no consolidados, mientras que los más altos (0,9 – 1,0) corresponden a rocas compactas fracturadas o karstificadas.

D: (Depth). Se refiere a la profundidad del nivel freático en acuíferos libres o a la profundidad del techo del acuífero, en los confinados. Los índices más bajos (0,6) corresponden a acuíferos libres

con profundidad mayor a 50 m; mientras que los índices altos (1,0) corresponden a acuíferos que independientemente de la profundidad se encuentran en medios fracturados. Para el caso de los acuíferos libres la profundidad del nivel estático está sujeta a la oscilación natural.

El índice de vulnerabilidad GOD se obtiene, entonces, de multiplicar los valores asignados a cada parámetro

$$iV_{GOD} = G * O * D$$

2.4.4.8.3 Etapa poscampo

Se realiza la elaboración del documento que incluye la descripción del Modelo Hidrogeológico Conceptual de una determinada área, está controlado por el desarrollo de su geología y de sus patrones estructurales, que a su vez se convierten en el principal soporte para entender la manera cómo evolucionan sus condiciones hidrogeológicas.

Con esta premisa se fijan las pautas para describir el citado modelo, de utilidad en el esclarecimiento de la distribución espacial y en el subsuelo de las diferentes unidades hidrogeológicas con sus características litológicas, espesores con variaciones laterales y en profundidad, como también el comportamiento de cada una de ellas referido a la capacidad de almacenamiento, a su calidad, dirección y velocidad del flujo subterráneo. De este modo, se identifican las zonas de recarga (infiltración), zonas de tránsito y zonas de descarga del agua subterránea.

Se realiza un análisis de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación (GOD) que tiene como objetivo la protección del agua subterránea: prevención de la contaminación y el mantenimiento de la calidad del agua subterránea no contaminada.

2.4.4.9 Geotecnia

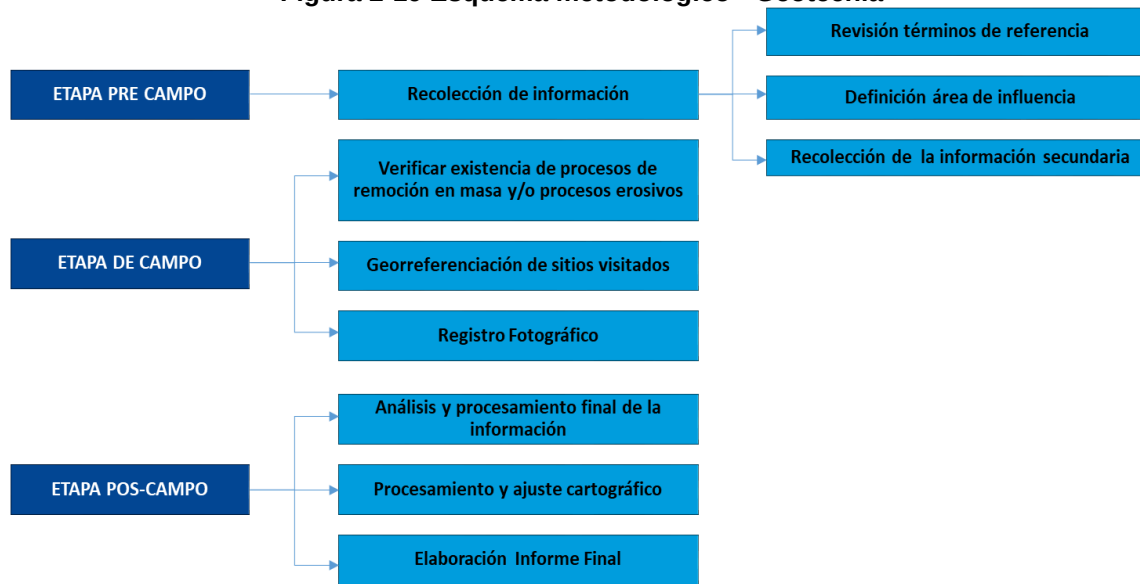
2.4.4.9.1 Zonificación Geotécnica

La metodología utilizada para la elaboración del mapa de zonificación geotécnica es una modificación de la metodología propuesta por Ambalagan (1992), aplicada para el área de estudio. Es un método heurístico para determinar la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de remoción en masa, que puede ser interpretado como un grado de amenaza por deslizamientos.

La zonificación geotécnica consiste en identificar los factores más relevantes que afectan la estabilidad de la zona, asignarles valores numéricos y un peso según la naturaleza de la zona y el punto de vista profesional.

Las generalidades de la metodología de la Zonificación Geotecnia se ilustran en la Figura 2-20, y a continuación se describe el proceso.

Figura 2-19 Esquema metodológico - Geotecnia



Fuente: (EIA - TCE, 2019)

2.4.4.9.2 Etapa precampo

Revisión de la información disponible para el Proyecto, identificando los principales elementos existentes en la zona de estudio tales como:

- Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV – UPME 07-2016. TCE, 2019.
-
- Análisis de imágenes de satélite obtenidos para la identificación de inestabilidades generalizadas. Imagen Satelital multiespectral de cinco bandas, tomada por el sensor Rapid Eye, con una resolución espacial de 5 m. 2017 y Ortofoto de levantamiento Lidar, resolución de 1 m. 2021.
- Identificación de inestabilidades existentes y caracterización en cuanto a geometría, estratigrafía, factores detonantes, contribuyentes y causas intrínsecas.
- Revisión de los mapas geológicos y geomorfológicos preliminares del área de estudio (obtenidos en la etapa precampo de estos componentes), para realizar una identificación previa del tipo de materiales.
- Identificación de procesos de remoción en masa, sectores con presencia de deslizamientos, zonas de erosión y afloramientos de roca.

2.4.4.9.3 Etapa de campo

El trabajo de campo buscó la obtención de información primaria de soporte que permita verificar y complementar la información secundaria consultada, así como profundizar y detallar la descripción de las características técnicas y el comportamiento geotécnico de cada una de ellas.

Se realiza trabajo de campo consiste en el recorrido por parte del personal profesional para el reconocimiento de la zona de estudio, mediante actividades como localización del eje nuevo de la línea del proyecto y puntos de ubicación de las torres, obras existentes, sitios susceptibles de sufrir inestabilidad, localización de puntos sobre los que fueron efectuadas perforaciones, registros fotográficos, entre otros.

En seguida, la recopilación y revisión de información de referencia para el sector (Topografía, geología, exploración del subsuelo, resultados de ensayos de laboratorio, entre otros) teniendo en cuenta la información disponible de estudios y diseños, suministrada por el cliente.

2.4.4.9.4 Etapa poscampo

La metodología empleada corresponde a los modelos heurísticos, los cuales se basan en categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad, según la influencia esperada de estos en la generación de un deslizamiento (Ambalagan, 1992; Brabb, 1972; Nilsen, 1979). Estos métodos también son conocidos como indirectos, ya que sus resultados se pueden extrapolar a zonas sin deslizamientos por la combinación de variables similares, de las cuales son imprescindibles de análisis la litología, pendientes, cobertura y geoformas; empleando los criterios expuestos en la Tabla 2-13. A cada atributo de las variables se le asignaron pesos de acuerdo con su incidencia en la estabilidad. El valor dado a cada uno de los atributos varía de 0 a 1, con excepción de geomorfología que varía de 0 a 2, siendo 1 y 2 los más altos para los atributos con mayor peso. Una vez definida la valoración se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Estabilidad Geotécnica} = \sum (\text{Cobertura, Geomorfología, Pendiente, Litología, Sismicidad, meteorología}) = 6.0$$

Tabla 2-13 Factores, categorías y valoración para el análisis de susceptibilidad y deslizamientos

FACTOR Y PESO	DESCRIPCIÓN	ASIGNACIÓN DEL PESO	
Cobertura Vegetal (0 - 1)	Tipo de Cobertura de la tierra presente en la zona	Se determinan de acuerdo con características de la cobertura como densidad de árboles, arbustos, cubrimiento del terreno, enraizamiento y otros factores que se consideren tengan incidencia en la protección del terreno.	
Geomorfología (0 - 2)	Unidades asociadas a los procesos modeladores principales	Las unidades geomorfológicas identificadas se califican de acuerdo con los procesos morfogenéticos principales, de los cuales el modelado denudacional presentaría los mayores pesos.	
Pendientes (0-1)	Ángulo de inclinación del terreno expresado en % y valores sugeridos para la evaluación	Pendiente %	Valoración
		0 – 1%	0.1
		1 – 3%	0.1
		3 – 7%	0.2
		7 – 12%	0.2
		12 – 25%	0.3
		25 – 50%	0.4
		50 – 75%	0.6
		75 – 100%	0.8
		> 100%	1.0
Litología (0-2)	Tipo de Material	Se califican las unidades geológicas, tomando como criterio que tan susceptible de desarrollar deslizamientos es la litología de cada unidad.	
Sismicidad (0-1)	Valores de Aceleración Sísmica del área	Se le asigna una calificación de acuerdo con los niveles de sismicidad que se presentan en el país.	
Meteorología	Valores de precipitación	Se le asigna una calificación de acuerdo con los niveles de precipitación que se presentan en el área de influencia.	

Fuente: (EIA - TCE, 2019)

La caracterización geotécnica consiste en identificar los factores más relevantes que afectan la estabilidad de la zona, asignarles valores numéricos y un peso según la naturaleza de la zona y el punto de vista profesional.

Cada factor se representa por medio de un mapa o figura, compuesta por polígonos que contienen los valores asignados para las diferentes variables identificadas, los cuales fueron generados durante la caracterización de cada componente. Finalmente, se realiza una superposición cartográfica que resulta en una sumatoria de valores por polígono, donde los valores más altos, representan áreas de menor estabilidad geotécnica.

Se clasifica el área de influencia, en cuatro categorías de estabilidad geotécnica: Muy Alta, Media a Alta, Media a Baja y Baja; los límites de los rangos se definen con base en el valor total de las variables analizadas y se ajustan según el criterio y experiencia del profesional, ya que deben reflejar las condiciones reales observadas en campo (Tabla 2-14).

Tabla 2-14 Factores, categorías y valoración para el análisis de susceptibilidad a deslizamientos

SUSCEPTIBILIDAD A PRESENTAR EVENTOS DE REMOCIÓN EN MASA	RANGO DE VALORES	ESTABILIDAD GEOTÉCNICA
Muy baja	0,0 – 1,5	Muy alta
Baja	1,6 – 3,0	Media a Alta
Moderada	3,1 – 4,5	Media a Baja
Alta	4,6 – 6,0	Baja

Fuente: Modificado de Ambalagan 1992 en Suárez 2001

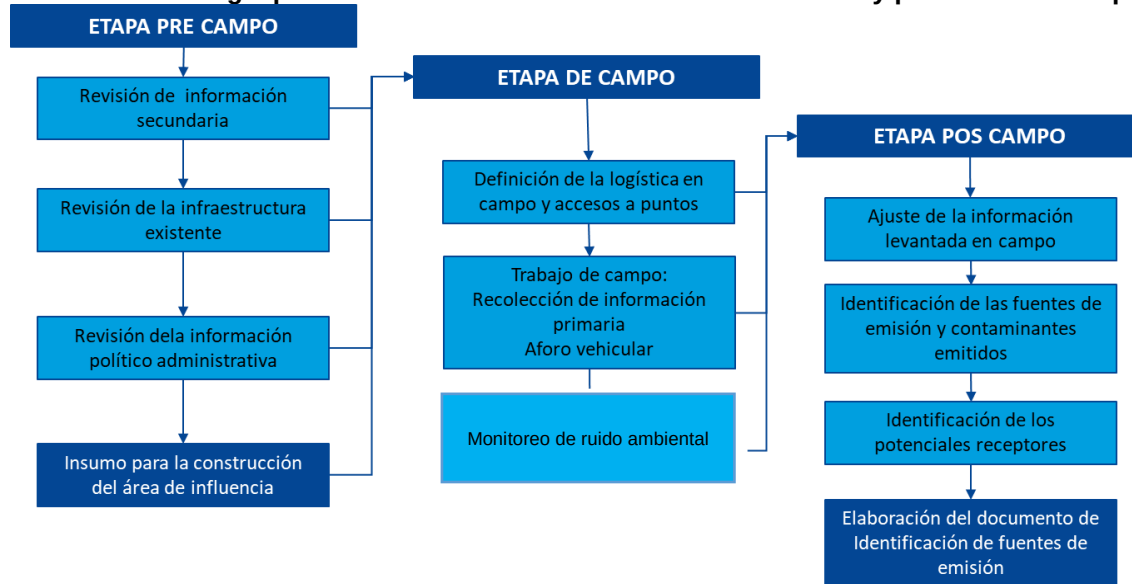
Los valores dependerán de las condiciones encontradas en campo, por lo cual pueden variar de acuerdo con el criterio del profesional.

2.4.4.10 Atmósfera

2.4.4.10.1 Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas

La identificación se realizó específicamente en el área de estudio para la Modificación No. 2 de Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV. Se identificaron los diferentes asentamientos humanos, los cuales representan los potenciales receptores de emisiones en el área de estudio. A continuación, se describe detalladamente las etapas necesarias para realizar la identificación de las fuentes de emisión y los potenciales receptores (Figura 2-20).

Figura 2-20 Metodología para la identificación de Fuentes de Emisiones y potenciales Receptores



Fuente: EIA - TCE., 2019

a. Etapa precampo

Para la construcción de este componente, se realizó la recopilación y revisión de documentación secundaria, teniendo como insumo el Diagnóstico Ambiental del área del Proyecto.

Por otra parte, se verificó la información político-administrativa con el fin de confirmar los diferentes asentamientos humanos que se encuentre dentro y alrededor del Proyecto, los cuales podrían representar los potenciales receptores de las emisiones generadas en el Proyecto.

Toda la información secundaria obtenida y los insumos mencionados fueron revisados con detalle, con el fin de realizar un acercamiento a las características generales del Proyecto, consolidar información de referencia a nivel documental y ser base para la planeación de las actividades a desarrollar en la identificación de dichas fuentes y receptores en el área de estudio.

b. Etapa campo

De conformidad con los términos de referencia TdR-17, se realizó la identificación de fuentes de contaminación por ruido y emisiones atmosféricas (fijas, móviles y lineales) y las fuentes de generación de ruido existentes en el área de influencia. La etapa de campo incluyó:

- Identificación de fuentes lineales de emisión, Dentro del área de influencia del Proyecto, se caracterizaron las vías en las cuales va a transitar vehículos pesados que son las mismas a utilizar por el Proyecto.
- Fuentes móviles, con el fin de caracterizar las fuentes móviles en el área de influencia del Proyecto, se realizó un aforo vehicular mediante el diligenciamiento del formato, con el propósito de estimar la cantidad de

vehículos que transitan por las vías; para este muestreo se realizaron dos aforos vehiculares en un punto determinado, muestreado un día hábil y uno no hábil con el fin de tener mayor representatividad de datos.

- Una vez recolectada la información en campo acerca de las fuentes de emisión, se procedió a incorporar la información tomada en el GPS, los registros fotográficos y la información recogida en los formatos de campo a una ficha de identificación de fuentes de emisión y la descripción respectiva.

c. Etapa poscampo

Esta etapa de la metodología consiste en el procesamiento de la información de campo, identificación definitiva de las fuentes de emisión, contaminantes emitidos a la atmósfera y potenciales receptores existentes en el área objeto de estudio, usando el modelo de emisión COPERT para fuentes móviles combinado con variables locales como velocidad, distancia y factores de emisión usados internacionalmente.

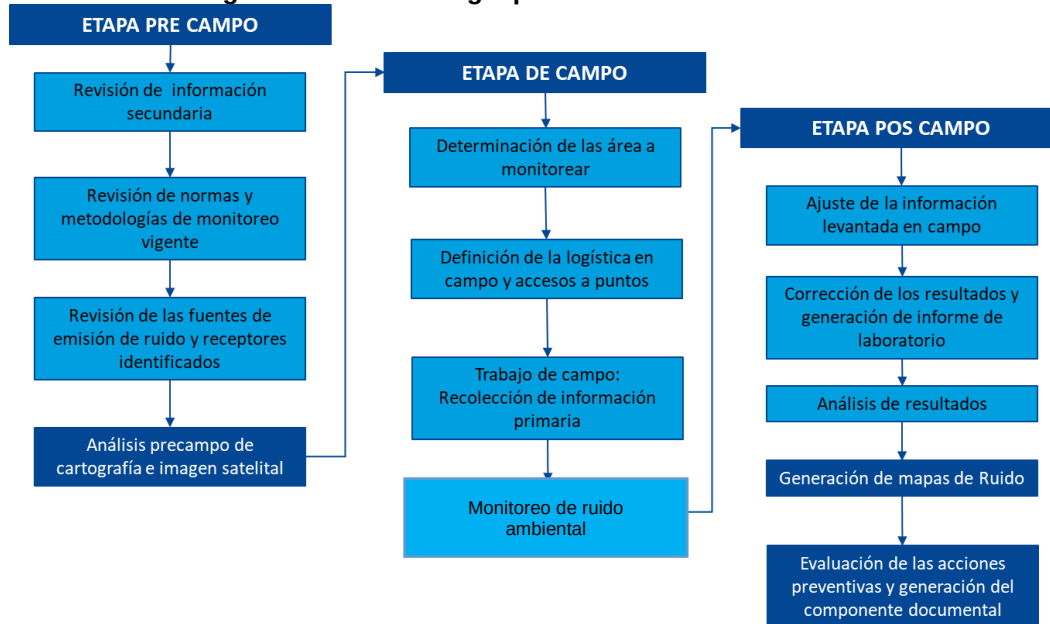
2.4.4.10.2 Calidad del Aire

- Información de inmisión: Usando información secundaria del sistema SISAIRE del IDEAM se obtuvieron los parámetros de pm10, pn2.5, SO2, CO, CO2, NO2 de la estación colegio de Soacha. Para conocer el estado actual del componente, La información fue analizada para febrero de 2022. El presente proyecto no contempla permisos de emisiones atmosféricas, por lo cual no fue necesario realizar monitoreo de calidad del aire en el Área de influencia.

2.4.4.10.3 Ruido

El estudio de ruido se realizó siguiendo el procedimiento estipulado en los Capitulo II y III del Anexo 3 de la Resolución 627 del 07 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial (MADS), los cuales corresponden a las normas ANSI S1.A continuación, se describe detalladamente las etapas necesarias para realizar la evaluación de Ruido en el área objeto de estudio (Figura 2-21)

Figura 2-21 Metodología para la evaluación del Ruido



Fuente: EIA – TCE., 2019.

f. Etapa precampo

Para la construcción de este componente, en primera instancia se verificó la normatividad vigente que establece los estándares de Ruido Ambiental, actualmente se encuentra en vigencia la Resolución 627 de 2006 del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS); además, la misma fue usada para el desarrollo de este componente siguiendo los lineamientos establecidos en dicha resolución, así como también los nuevos términos de referencia TdR-17.

A lo largo del Área de Influencia de la Modificación No. 2 se definieron seis (6) puntos de monitoreo de Ruido Ambiental, donde los criterios generales que se tuvieron en cuenta para la localización de dichos puntos corresponden a los siguientes:

- Subestación eléctrica de EMGESA
- Sector Vidrio Andino por actividad industrial
- Vereda Cascajal
- Predio TCE Mysine
- Vereda Chicaque
- Sitio de enganche (SE1A) para actividad futura de transporte por helicóptero

En caso de registrarse niveles que superen la norma debido a fuentes de emisión natural o fuentes diferentes a las del proyecto, se realizará un análisis donde se incluye la presión sonora existente y su comportamiento al introducir nuevas fuentes. Por último, se presenta un informe con la descripción de las fuentes sonoras que influyen en las mediciones, tipo de emisión y modo de operación. Se anexa reportes del muestreo sin procesamiento, junto con la memoria de sumatoria de niveles y aplicación de los ajustes K en formato Excel.

g. Etapa de campo

El procedimiento de medición de los niveles de ruido ambiental se realizó conforme a lo descrito en el Anexo 3 de la Resolución 627 de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Las mediciones se ejecutaron entre los días 20 de febrero y 21 de febrero de 2022, en horario diurno y nocturno, en jornada hábil y no hábil. Se llevaron a cabo mediciones de ruido ambiental en seis (6) puntos de medición en el área de influencia de la Modificación No. 2. El monitoreo estuvo a cargo del Laboratorio SGI S.A.S que cuenta con la acreditación IDEAM (ver Anexo A2.5).

h. Etapa poscampo

Esta etapa de la metodología consiste en el procesamiento de la información de campo, corrección de los registros tomados en el monitoreo de Ruido Ambiental según lo establecido en la Resolución 627 de 2006 del hoy MADS, generación del respectivo informe de resultados, análisis de los resultados obtenidos en la jornada y los corregidos, generación y presentación de los mapas de ruido o isófonas según los lineamientos establecidos en la Resolución 627 de 2006, como también la evaluación de las acciones preventivas.

Lo anterior con el fin de realizar la construcción documental del componente Ruido. Se realiza una proyección de los niveles de ruidos ambiental teniendo en cuenta la estimación de emisiones generados por las actividades asociadas al proyecto usando software especializado, incorporando condiciones climáticas y de terreno para conocer el comportamiento de la onda sonora. Esto se modela para dos escenarios: (1) Línea base sin proyecto y (2) Construcción del proyecto. Como producto final se tiene un mapa de ruido ambiental de la zona objeto de estudio.

2.4.5 Caracterización del Medio biótico

El proceso de caracterización del medio biótico se realiza con base en la revisión y validación de la información secundaria proveniente de los POT y EOT de los municipios del área de influencia del proyecto. Asimismo, se revisa la información suministrada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. De la revisión y validación en el Sistema Nacional de Parques Naturales de Colombia, las Reservas Forestales constituidas bajo la Ley 2da de 1959, el Registro Único de Áreas Protegidas – RUNAP, el Registro de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, el Sistema Nacional de Áreas protegidas – SINAP, el Sistema Regional de Áreas Protegidas – SIRAP, el Sistema de Información de Alertas Tempranas (TREMARTOS-COLOMBIA), los análisis de la evaluación florística de los ecosistemas boscosos identificados en el área de estudio, entre otros. De otra parte, tanto para fauna como para flora se establecieron áreas puntuales para la toma de información primaria en el área de influencia del proyecto.

2.4.5.1 Ecosistemas terrestres

Para la caracterización de los ecosistemas terrestres se llevó a cabo un proceso metodológico en tres etapas a saber:

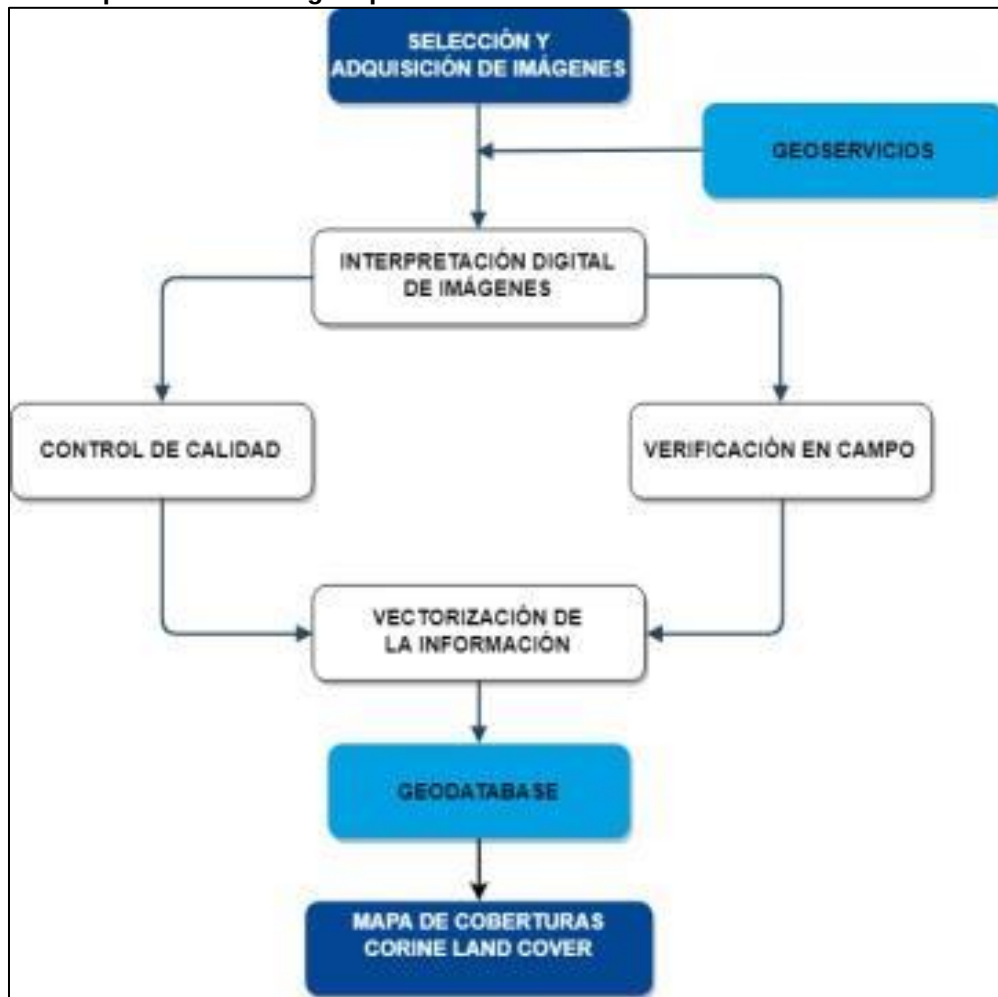
- i) Determinación de las unidades de cobertura presentes en el área de influencia biótica mediante técnicas de interpretación visual de una Imagen de Satélite Landsat 8 de 3 bandas agosto 2021, resolución de 1,5 m. LANDSAT/LC08/C01/T1/ LC08_044034_20140318 del año 2021, siguiendo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010).
- ii) Validación de las unidades de cobertura existentes con información de campo y utilizando además como apoyo para la identificación de las unidades los productos LIDAR adquiridos para la planificación de la fase de construcción. La información de campo utilizada corresponde a la colectada durante las actividades de censo y caracterización a lo largo de la línea.
- iii) Análisis florístico - estructural de los individuos con DAP superior a 10 cm (fustales) y análisis de regeneración natural (latizal y brinzal), con el fin de caracterizar las condiciones de cada una de las coberturas vegetales identificadas.
- iv) Estimación de las existencias de área basal, volumen total y comercial, presentes en las coberturas leñosas tomando como referencia la caracterización de los ecosistemas existentes a lo largo de la línea. Para tal efecto, se presentan los resultados de los inventarios realizados cumpliendo para cada unidad con un error de muestreo inferior al 15% bajo un nivel de probabilidad del 95%.

Para el cumplimiento de todos los ítems, se ejecutaron durante el periodo comprendido entre enero y marzo de 2022 las fases descritas a continuación:

2.4.5.1.1 Definición de coberturas de la tierra

Para la definición de las unidades de cobertura de la tierra se llevó a cabo el proceso metodológico presentado en la Figura 2-22, el cual se describe a continuación:

Figura 2-22 Esquema metodológico para la definición de las unidades de cobertura de la tierra

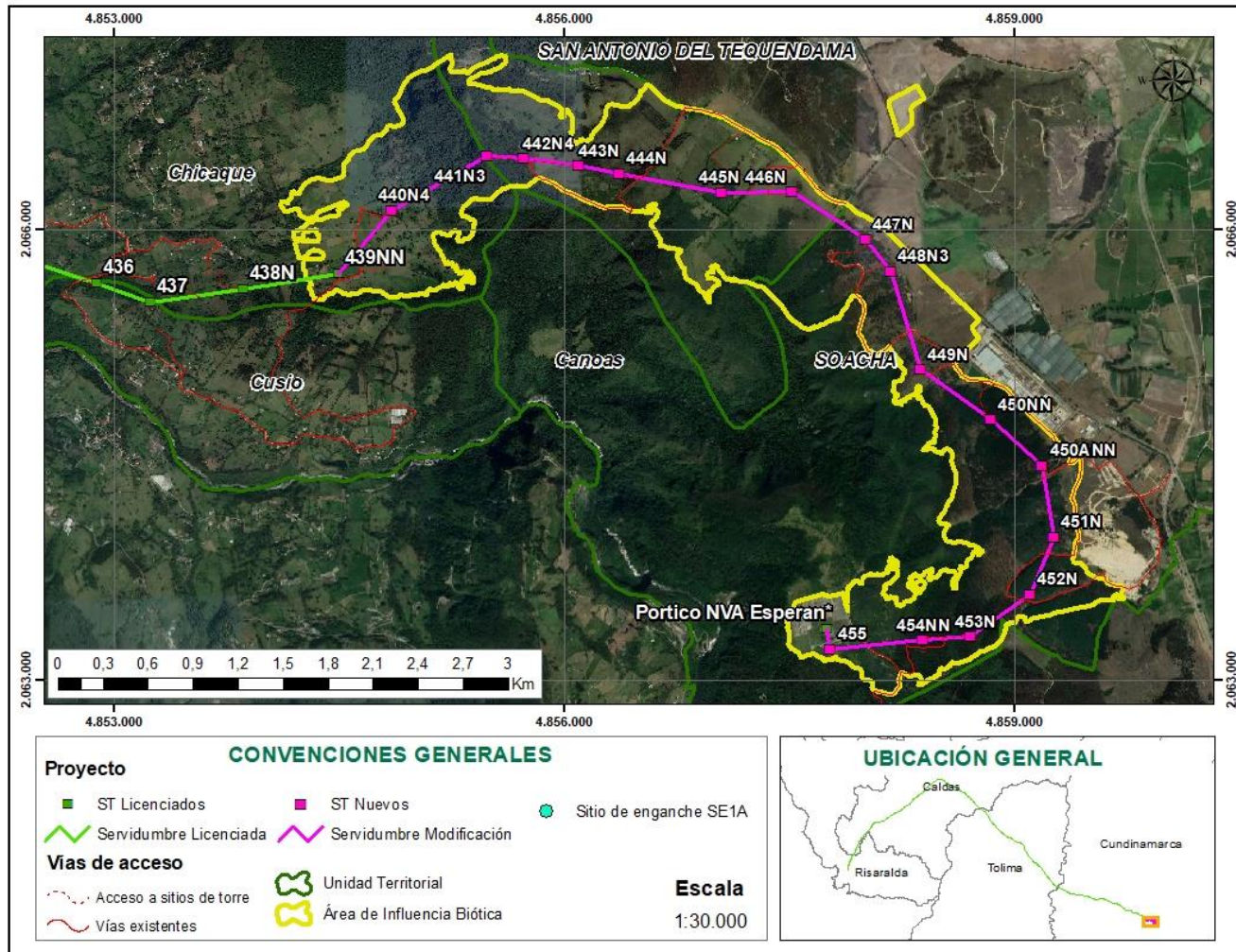


Fuente: TCE, 2019

- Fase precampo

Durante el desarrollo de esta fase se realizó la determinación de las unidades de cobertura presentes en el AI biótica preliminar, mediante técnicas de interpretación visual de una Imagen de Satélite Landsat 8 de 3 bandas agosto 2021, resolución de 1,5 m. LANDSAT/LC08/C01/T1/ LC08_044034_20140318, referenciada en proyección de sistema de coordenadas planas UTM Datum WGS84 (Figura 2-23), siguiendo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010). Se identificaron coberturas a partir de los patrones y formas de cada uno de los elementos identificados en la imagen.

Figura 2-23 Imagen de satélite para la definición de las unidades de cobertura de la tierra



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De igual manera, se revisó y validó la información secundaria y cartográfica base y temática existente en los instrumentos de ordenamiento territorial, tales como los POT y EOT de los municipios del área de influencia del proyecto con el fin de identificar áreas de importancia estratégica que requirieran metodologías de evaluación particular, consideraciones particulares para el aprovechamiento de especies y distribución potencial de especies para generar la lista inicial a la cuadrillas de campo.

- Fase de campo

Esta fase incluyó el control de calidad de las unidades preliminares de coberturas utilizando el producto LIDAR existente (2018 y 2021), la captura de información de campo mediante la elaboración del censo forestal y la

verificación de las unidades de cobertura determinadas en oficina tomando como referencia los datos de composición y estructura adquiridos en campo.

Para la validación de las coberturas, fueron usadas las observaciones diarias reportadas por las cuadrillas de campo y los datos de muestreo obtenidos en el desarrollo de la caracterización y el censo forestal. Se tomaron en cuenta variables como la composición florística, la altura total y el área basal para definir la cobertura real de campo y de esta manera ajustar el mapa de coberturas.

- Fase pos campo

Posterior a la validación de coberturas y a la vectorización de los cambios generados, se realizó el diligenciamiento de la geodatabase de conformidad con el modelo de datos establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Una vez estructurada la geodatabase, se generó la salida gráfica correspondiente al mapa final de unidades de coberturas de la tierra correspondiente al área de influencia biótica a escala 1:10.000, incluyendo en ella la ubicación de los puntos de muestreo realizados para la caracterización de la vegetación.

2.4.5.1.2 Determinación de los ecosistemas presentes en el área de influencia

Un ecosistema es “*un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y antrópicas*” (IAvH, 2017). De acuerdo con lo anterior, para la construcción de los ecosistemas presentes en el AI biótica se utilizó la información de la cartográfica base con el objetivo de definir áreas homogéneas acordes con las condiciones biofísicas y antrópicas existentes en el área, a una escala idónea para la identificación de la biota y de los impactos que sobre esta serían ocasionados una vez se ejecute el proyecto.

El proceso de construcción del mapa de ecosistemas incluyó la definición de biomas existentes en el AI biótica del proyecto determinada a partir del ajuste del mapa de biomas y unidades bióticas tomadas inicialmente del mapa de ecosistemas de Colombia (IAvH, 2017), la elaboración del mapa de coberturas a escala 1:10.000 y la posterior intersección entre la información de biomas, coberturas, clima y geomorfología encontrando que para el AI biótica el ecosistema estaba definido por el bioma y por la cobertura.

Según el documento de Ecosistemas de los Andes colombianos (IAvH, 2017), los biomas son unidades biogeográficas que se caracterizan por presentar condiciones uniformes de la vegetación en fisionomía y composición. Se dividen según las características del clima, relieve, suelo y condición humedad, siendo necesario para su determinación la incorporación de información referente a dichas características. Su definición es base para el establecimiento de los ecosistemas presentes en una región, ya que establecen los tipos de unidades bióticas existentes y con esto, las formaciones vegetales (IAvH, 2017). Para el caso de este estudio, se identificó un solo bioma denominado Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental.

2.4.5.2 Caracterización vegetal

Como su nombre lo indica, la caracterización vegetal tiene como fin la cuantificación y cualificación de la flora presente en los distintos ecosistemas en el área de influencia biótica del proyecto.

- Fase precampo

Previo al trabajo de campo se realizó una revisión bibliográfica, para conocer el estado de las coberturas y flora potencial del área de influencia biótica del área de estudio y de la Región Andina.

La alta biodiversidad de la región andina está siendo afectada por las actividades humanas, con la pérdida de ecosistemas completos y un elevado número de especies silvestres hoy amenazadas de desaparecer por la destrucción de sus hábitats. Así mismo múltiples bienes y servicios derivados de la biodiversidad, esenciales para el desarrollo de las condiciones de bienestar de sus habitantes, están siendo seriamente deteriorados en esta región. Las consecuencias de estas transformaciones son todavía poco conocidas para nosotros.

El Instituto Alexander von Humboldt, en el marco del Proyecto «Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en los Andes Colombianos» ha iniciado, a finales del año 2001, la elaboración y caracterización de los ecosistemas andinos, cuyo objetivo es el mapeo y la descripción de los ecosistemas de la región a escala 1:250.000. Esta mapificación, junto con la base de datos relacionada, aporta fundamentos para ampliar el conocimiento de los ecosistemas existentes a fin de orientar las estrategias sobre conservación y estado de la biodiversidad en esta importante región del país.

Los Andes tropicales son considerados por Myers (1988) como una de las ecorregiones terrestres prioritarias a nivel mundial. Colombia, como parte integrante de esta ecorregión (junto con Venezuela, Perú, Ecuador y Bolivia), contribuye con cerca del 23% (287,720 km) del área, exhibiendo un complejo mosaico de ecosistemas producto de la diversidad de clima, geología, geomorfología y suelos. Estos factores originan un amplio conjunto de formaciones vegetales, representadas por páramos, bosques altoandinos, andinos y subandinos con algunos enclaves secos, que han cobrado importancia en el contexto nacional y mundial por ser ecosistemas únicos, frágiles y estratégicos, en donde las presiones antrópicas han reducido el hábitat para las especies que allí se desarrollan (Armenteras et al.2003, Garcés y De La Zerda 1994)..

A su vez, se estima que la flora andina de Colombia está representada por un total de 200 familias con 1.800 géneros y 10.000 especies, que corresponde al 25% de la flora total para el país. A pesar de que sus bosques no son tan ricos en especies leñosas como las tierras bajas de Chocó y Amazonas, son más ricos que los bosques templados.

Según Cavalier (1998), a lo largo de los gradientes altitudinales de los Andes se presentan cambios en la fisonomía y composición de los bosques. De esta manera desde las tierras bajas hasta las altas se registra una disminución de la altura del dosel, del número de estratos y del tamaño foliar, así como un aumento de densidad de individuos (Grubb 1997, Gentry 1988,1992).

Dentro del área de influencia biótica del presente proyecto, se identifica el bioma Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Orienta, por lo tanto, la caracterización de las coberturas será asociada al bioma mencionado y con ello se realiza la caracterización del ecosistema.

- Fase de campo.

Durante el trabajo de campo, se llevaron a cabo muestreos en áreas típicas de las unidades de vegetación, con el objeto de caracterizar las comunidades más representativas de la cobertura vegetal presente. Los muestreos de campo determinaron la composición florística, estructura, fisonomía, grado de agregación de especies, índices de diversidad y otras observaciones bioecológicas, especialmente en los estratos de las unidades de vegetación natural, para dar cumplimiento con los términos de referencia TdR 17 de 2018.

Para el inventario florístico se ubicaron parcelas rectangulares de 50 metros de largo por 20 metros de ancho, registrando los árboles mayores de 10 cm. de DAP, que fueron elegidas a través de un proceso de selección al azar según las condiciones de las coberturas leñosas, con el fin de realizar su análisis.

Una vez seleccionados los sitios, se procedió a recoger la información de campo respectiva, para lo cual con anterioridad se diseñaron formularios que contenían información básica como: diámetro a la altura del pecho (DAP), forma de fuste, altura total, altura comercial (medida hasta la base de la primera bifurcación), diámetro y forma de las copas de los árboles, identificación del árbol, entre otras.

o Tipo de muestreo

La evaluación de la composición florística se realiza a través de un muestreo al azar aleatorio estratificado (Matteucci & Colma, 1982), donde cada estrato corresponde a uno de los ecosistemas detectados en el área de estudio, el cual permite estimar el valor de los parámetros de cada unidad básica de análisis o tipo de vegetación, cuya denominación estuvo en función de la formación vegetal dominante tipo fustal, como los bosques densos altos y bajos, vegetación secundaria alta y baja y pastos arbolados entre otras.

A continuación, se presenta la metodología empleada para el muestreo de coberturas naturales, seminaturales y antropizadas leñosas, teniendo en cuenta el error de muestreo inferior al 15% y con una probabilidad del 95% como lo indican los términos de referencia TdR 17 de 2018.

“Los inventarios por muestreo son los más utilizados en la planificación del manejo forestal, ya que permiten determinar las características de la población (estadísticos de posición y variación) con respecto a diferentes variables, a un costo apropiado y dentro de límites de tiempo razonables” (CATIE, 2001).

El muestreo estadístico en síntesis ofrece una metodología práctica que permite al investigador discernir ciertas características en una población a través de una muestra representativa. Esta metodología se caracteriza por optimizar tiempos de medición, costos de aplicación y permitir un mayor control de la información, entre otros.

En general el muestro estadístico está compuesto por 4 fases; pre-muestro, diseño muestral, muestreo e inferencia, entendiendo la necesidad de obtener una estimación del volumen total de aprovechamiento a partir de una muestra. Se presenta a continuación el desarrollo metodológico de cada una de sus fases:

Pre-muestreo: La información pre-muestral permite obtener un entendimiento de la variabilidad de la característica de interés (volumen total de aprovechamiento) a lo largo del ecosistema. Este análisis se basa en el coeficiente variación (C.V.) del ecosistema, ya que con un C.V. mayor el tamaño de muestra requerido es mayor. Esta información pre-muestral proviene de parcelas ya analizadas en los diversos ecosistemas, bien sea a partir de información secundaria y/o a través de la realización del establecimiento de parcelas preliminares, siguiendo la recomendación de Orozco y Brumér en el 2002.

Diseño muestral: Con el objetivo de estimar el volumen total de aprovechamiento promedio por parcela en los diversos ecosistemas y en general para toda la superficie natural, se plantea en un inicio un muestreo estratificado, tratando la unión de todas las coberturas naturales como la población a estimar caracterizada por diversos estratos homogéneos internamente, en este caso los ecosistemas, esto siguiendo los planteamientos de los Términos de Referencia del Sector Energía TdR 17, 2018 ; luego de evaluar la posibilidad, se llega a la separación de toda la unidad de las coberturas naturales, por la alta cantidad de ecosistemas en un mismo análisis, por la desproporcionalidad espacial y por la necesidad de la inferencia a un nivel de ecosistema, por lo cual se decide efectuar un muestreo aleatorio simple en cada uno de los ecosistemas, tratado a cada uno de ellos como un todo en diversos diseños muestrales, esto último soportados por el decreto 1076 del año 2015, el cual da autonomía en el diseño del muestreo empleado:

“Para los aprovechamientos forestales únicos de bosque natural ubicados en terrenos de dominio público o privado, el interesado deberá presentar en el plan de aprovechamiento un inventario estadístico con error de muestreo no superior al quince por ciento (15%) y una probabilidad del noventa y cinco por ciento (95%).”

Muestreo: En esta etapa se lleva a cabo el trabajo de campo, allí se recolecta la información de las parcelas establecidas aleatoriamente en el espacio que cubre cada ecosistema, este proceso es llevado a cabo con diversos programas espaciales propios de la ingeniería forestal, que permiten la ubicación geográfica de todas las posibles parcelas y la escogencia aleatoria de la muestra respectiva dentro de ellas. Una vez establecidas las parcelas de medición, se inicia la labor de campo donde son estudiadas por expertos respectivos en el área, la información recolectada pasa por un control de calidad que determina su inclusión o exclusión en el estudio muestral evitando errores sobre la estimación.

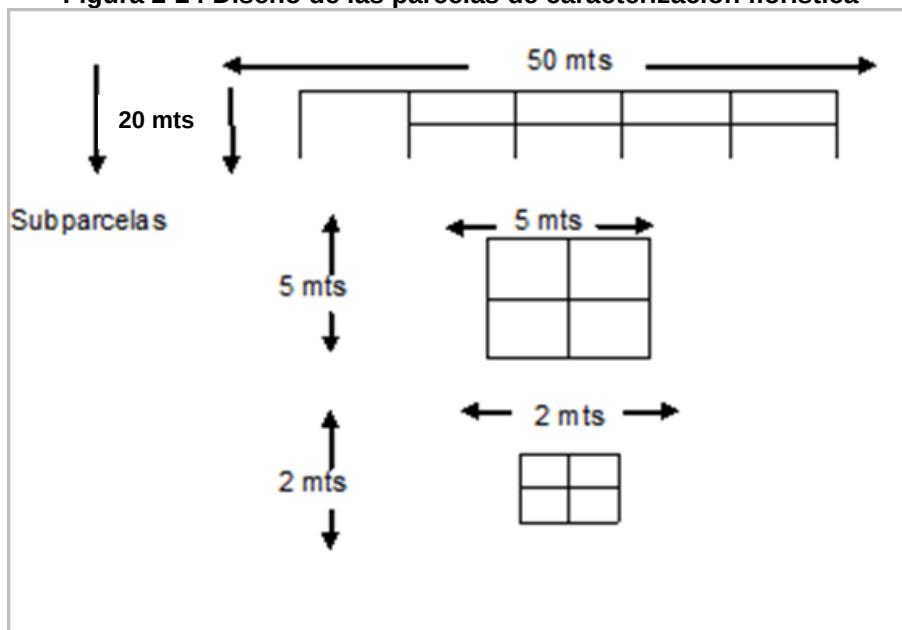
Inferencia: Una vez es aceptado el conjunto de información correspondiente a la muestra en el ecosistema, se lleva a cabo el proceso inferencial, que para las particularidades del estudio, se centra en la estimación puntual del volumen total de aprovechamiento promedio por parcela y en general para todo el ecosistema, estas estimaciones van acompañadas por un intervalo de confianza del 95% caracterizado por un error de muestreo menor o igual al 15%.

- **Tamaño, forma y número de unidades de muestreo**

Las unidades de muestreo corresponden a parcelas, las cuales varían de acuerdo con el biotipo dominante del ecosistema que se va a caracterizar; de esta forma siguiendo los planteamientos metodológicos de Rangel & Velásquez (1997) y Villarreal et al (2006), los cuales se basan en la propuesta de Gentry (1982), así como las metodologías adaptadas de Cárdenas, et al. (1997; 2004; 2007), se establecieron las áreas de las unidades de muestreo para cada tipo de cobertura, como se muestra en la Figura 2-24

La forma de la parcela más utilizada para la caracterización de las unidades florísticas presenta forma rectangular, dado que ésta garantiza una menor relación área perímetro y un menor efecto de borde; adicionalmente, estas parcelas son fáciles de establecer y se pueden subdividir en parcelas de menor tamaño que permiten el muestreo de otros tipos de vegetación (Vallejo- Joyas et al, 2005). La Figura 2-24 muestra el esquema del establecimiento de parcelas para la caracterización de ecosistemas.

Figura 2-24 Diseño de las parcelas de caracterización florística



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Desarrollo de actividades en campo

Se constituyeron dos (2) cuadrillas que desarrollaron las labores en campo de manera paralela, en diferentes puntos del área de estudio, en donde se realizaron muestreos en diferentes puntos del área de influencia de influencia biótica. Cada equipo de trabajo estuvo conformado por dos profesionales: biólogo y/o ingeniero forestal, con conocimientos en botánica, apoyados con dos auxiliares de campo.

Con la parcela establecida, se daba inicio al proceso de recolección de información primaria para la caracterización de los ecosistemas naturales. Así pues, en el área de muestreo se inició la medición y registro de información de los individuos encontrados, censado y midiendo todos los individuos fustales con diámetro ≥ 10 cm diámetro a la altura de pecho (DAP a 1,3 m del suelo). Adicionalmente, se censaron las especies que por su porte o hábito de crecimiento no alcanzan un DAP ≥ 10 cm, correspondientes a las categorías de latizales y brinzales.

Durante el proceso de marcación de la parcela y de los individuos de tipo fustal y latizal se usó pintura de tránsito pesado de color amarillo con el fin de garantizar su permanencia. Para la marcación se generó una superficie adecuada a una altura visible y tratando de tener el mismo sentido de orientación. Los individuos encontrados muertos fueron marcados con una X. Los individuos de tipo brinzal no se marcaron debido al tamaño de estos. Se **realizó** el registro de datos dasométricos de todos los individuos pertenecientes a las categorías anteriormente descritas (CAP, alturas), características botánicas, usos, coordenadas, registro fotográfico, localización (Fotografía 2-1).

Fotografía 2-1 Trabajo de campo censo forestal y caracterización



Instalación Parcela



Marcación



Medición DAP



Toma de muestra



Colecta



Homologación

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Fase pos campo

Una vez realizados los levantamientos en campo, se comienza su procesamiento para cuantificar la diversidad florística y el análisis estructural de las unidades de vegetación que se encuentran en el área de influencia biótica, con el fin de caracterizar y cuantificar las diferentes unidades florísticas, para realizar el diagnóstico de la regeneración natural de las coberturas vegetales, y determinar el estado de la diversidad.

- Parámetros estructurales
- ◇ Composición Florística

En esta apartado se identifican todas las familias, géneros y especies halladas en cada tipo de ecosistema, de acuerdo a los descriptores morfológicos que se utilizan en la caracterización e identificación de las especies arbóreas, con el fin de determinar cuáles son más importantes de acuerdo a su abundancia.

◇ Estructura horizontal

El análisis estructural permite evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y tendencias del futuro desarrollo de las comunidades forestales, que son básicas para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque; ésta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia, distribución espacial y el número de especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema. Tal es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estos generan información sobre la relación de un individuo en particular y sus co-específicos, la que puede ser empleada para propósitos de manejo y planificación silvicultural (Krebs, 1989; Lamprecht, 1990).

Esta determina la distribución espacial de las especies en el bosque, permitiendo conocer el grado en que se agrupan o se dispersan y la cantidad de individuos existentes por unidad de superficie.

Abundancia (A)

Es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o clase de plantas (Melo & Vargas, 2001), se establece por conteo directo en el área de muestreo.

$$A = N$$

Donde:

N : Número de individuos de una especie o familia.

A : Corresponde a la abundancia

Abundancia relativa (A_r)

Indica el porcentaje de participación de cada especie, referida al número de árboles totales encontrados.

$$A_r = A_a / A_t * 100$$

Dónde:

A_a : Número de individuos por especie en el área muestreada

A_t : Número total de individuos en el área muestreada

Frecuencia absoluta (F_a)

Es la existencia o falta de una determinada especie en una subparcela, la frecuencia absoluta (F_a), se expresa en porcentaje (100% = existencia en todas las subparcelas). La frecuencia relativa (F_r) de una especie se calcula como el porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$F_a = U / T * 100$$

Dónde:

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

T : Número total de unidades de muestreo

Frecuencia relativa (Fr)

Es el porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie en relación con la suma de las frecuencias absolutas de las especies presentes.

$$Fr = Fa / Ft * 100$$

Dónde:

Ft : Suma de las frecuencias absolutas

Dominancia (D)

También denominada 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.

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 de fuste para una especie en particular. El valor del área basal, expresada en metros cuadrados (m^2) para cada especie será la Dominancia Absoluta (DA):

$$DA = (\pi/4) \times DAP^2$$

Dónde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (m)

Especifica aquellos árboles que aportan mayor biomasa y por ende tienden a ocupar mayor área de muestra.

Dominancia relativa (Dr)

La dominancia relativa (Dr) se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en %.

$$Dr = (Da / At) * 100$$

Dónde:

Da : Dominancia absoluta de cada especie

At : Área basal total en el área muestreada

Los valores de frecuencia, abundancia y dominancia pueden ser calculados no solo para las especies, sino también para determinados géneros, familias, formas de vida, así como para clases por categorías de altura.

Índice de valor de importancia (I.V.I.)

El índice de valor de importancia (Mori & Boom, 1987) es una mezcla de expresiones de la diversidad y parámetros fisionómicos. El I.V.I es un valor en porcentaje que indica el grado de asociación de las especies y de las familias como base para la clasificación de la vegetación. Los I.V.I más altos indican las especies o familias más importantes o que predominan y su importancia ecológica dentro del ecosistema bosque. El I.V.I se obtiene para cada especie efectuando la sumatoria de:

$$I.V.I = Abundancia\ relativa\ (\%) + Frecuencia\ relativa\ (\%) + Dominancia\ relativa\ (\%)$$

Cociente de mezcla (CM)

Este es un parámetro ecológico que mide la intensidad de mezcla de las especies en las masas forestales de una determinada región. Está dado por el número de especies sobre el número de árboles e indica el nivel de heterogeneidad u homogeneidad que se presentan en el bosque.

$$CM = \text{No.especies} / \text{No.árboles}.$$

◇ Estructura vertical

Método cuantitativo

Distribución altimétrica es el resultado de agrupar los árboles de un bosque dentro de ciertos intervalos, al determinar el número de árboles por clase se obtiene la frecuencia de árboles; el número de intervalos en la distribución es más o menos arbitrario, pues no existen reglas precisas para fijarlo, ya que con uno demasiado grande no se simplifica el conjunto de datos originales y si es pequeño pueden ocurrir distorsiones de la información. Sin embargo existen algunas aproximaciones matemáticas que se pueden tomar como referencia.

Diagramas estructurales:

Para el caso de las parcelas, se realizaron diagramas estructurales los cuales representan los valores de cobertura (%) según los estratos (metros de altura). Sirven para dar una idea gráfica de la dominancia energética según disposición vertical o posición sociológica. En el caso de los estratos la posición sociológica expresa la expansión vertical de las especies, el cual indica la composición florística de los diferentes sustratos. Una especie es considerada estable cuando se encuentra en todos los sustratos asegurando así un lugar en la estructura del bosque.

Para definir la posición sociológica se establecen 3 estratos para los individuos de tipo Fustal

- ✓ Estrato inferior (ei): 2m a 9m
- ✓ Estrato medio (em): 9,1m a 12m
- ✓ Estrato superior (es): >12,1m

El cálculo consiste en determinar la abundancia de cada una de las especies en cada uno de los estratos y su respectiva proporción (%) respecto al total de individuos que hacen parte del ecosistema muestreado.

$$Vf\ sp = n/N$$

Vf sp = valor fitosociológico de la especie en el estrato (ei; em; es)

n = número de individuos de la especie en el estrato (ei; em; es)

N= número total del individuos de todas las especies por ecosistemas

$$VF\ est = \sum Vf\ sp1 + Vf\ sp2 + \dots Vf\ sp\ n$$

VF est = valor fitosociológico en cada uno de los estratos

$$PSa = VF\ sp(ei) * n(ei) + VF\ sp(em) * n(em) + VF\ sp(es) * n(es)$$

Dónde:

PSa = Posición sociológica absoluta de especie

VF = valor fitosociológico del estrato (ei; em; es)
n = número de individuos en el estrato
ei = estrato inferior
em = estrato medio
es = estrato superior

◇ Estructura total o distribuciones diamétricas

Clases diamétricas

El primer paso es realizar una agrupación del arbolado por clases diamétricas. Una clase diamétrica es un intervalo de diámetros que van a tratarse como una unidad. 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; con el fin de ampliar este análisis se puede comparar el comportamiento de las clases diamétricas frente al área basal y volumen comercial y total.

Cálculo del área basal (AB)

El área basal definida como la suma por unidad de superficie de todos los fustes a nivel del DAP, para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB = (\pi/4) \times DAP^2$$

Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial de material maderable se obtendrá a partir de los registros tomados en campo para cada unidad de cobertura, mediante la siguiente fórmula:

$$V = AB * h * Ff$$

Dónde:

AB: Área basal

h: Altura comercial o total del árbol

Ff: Factor forma (0,6)

Cálculo de Biomasa y Carbono

La Biomasa se calculó a partir del modelo alométrico de Overman *et al.*, (1990 en Hurtado *et al.*, 2017), estimando la biomasa aérea para árboles con $DAP \geq 10.0$ cm.

$$B = \exp(-2.904 + (0.993 * \ln(\pi * DAP^2 * altura\ m)))$$

El cálculo del carbono almacenado se estimó con base en la fracción del 50% de la biomasa aérea.

$$C = B * 0.5$$

Dónde:

B: Biomasa

DAP: Diámetro a la altura del pecho en metros

C: Carbono

♦ Métodos para medir la biodiversidad, medición de riqueza, diversidad alfa

La mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, se dividen en dos grandes grupos:

Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); para lo cual se emplearán en el presente estudio los índices de Margalef y Menhinick. Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (estructura horizontal: abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.), para tal fin se empleará el índice de Shannon. Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad. En la Tabla 2-15 se presentan los diferentes índices alfa diversidad utilizados en el presente estudio.

Tabla 2-15. Índices Alfa-Biodiversidad analizados para el presente estudio

ÍNDICE	DEFINICIÓN	FORMULA Y/O RANGOS DE ANÁLISIS
Índice de Margalef (Dmg)	Es una medida utilizada para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos (Lamprecht, 1990), la cual indica que un índice con valores menores a 2,00 denota una baja riqueza de especies y por el contrario valores cercanos a 5,00 o superiores reflejan una riqueza de especies alta (Margalef, 1951).	$Dmg = S - 1 / \ln N$ Donde, N: número total de individuos. S: número de especies.
Índice de Menhinick (Dmn)	Al igual que el índice de Margalef, se basa en la relación entre el número total de individuos observados que crece al aumentar el tamaño de la muestra.	$Dmn = S / \sqrt{N}$ Donde, N: número total de individuos. S: número de especies.
Índice de Berger-Parker (B)	Es una medida de dominancia que expresa la abundancia proporcional de la especie más abundante, siendo independiente de las especies, pero fuertemente influenciado por el tamaño de la muestra (Berger & Parker, 1970). Con este índice se tiene en cuenta la especie más abundante y el número total de individuos de la muestra de la comunidad analizada, y el resultado se define como 1/B (Lamprecht, 1990). Este es un índice de dominancia que varía entre 0 y 1, cuanto más se acerca a 1 significa que mayor es la dominancia y menor la diversidad.	$B = n_{i_max} / N$ Donde, N: Número de individuos de la especie más abundante. S: Número total de individuos de la muestra.
Índice de Shannon (H')	Este índice se basa en la teoría de la Información. El resultado de este índice nos muestra el comportamiento de los individuos presentes en el bosque estudiado (Lamprecht, 1990). Este índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3, por lo cual, valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos (Shannon, 1948)	$H' = - \sum_{i=1}^n P_i * \ln P_i$ Donde, Pi: abundancia de cada una de las especies (ni/N). Ni: número de individuos muestreados para la especie i. N: número total de individuos muestreados. ln=:logaritmo neperiano.
Índice de Simpson (D)	Este índice muestra claramente la probabilidad de que si se saca dos muestras del universo sea la misma, el resultado se define como 1/Ds	$Dsi = 1 - \sum_{i=1}^n (N_i / N_t)^2$ Donde, Ni: número de individuos muestreados para la especie i. N: número total de individuos muestreados.

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◊ Grado de agregación o de sociabilidad de las especies

Determina la distribución espacial de las especies y se calcula de la siguiente manera:

$$Ga = Do / De$$

Dónde:

Ga: Grado de agregación

Do: Densidad observada

Do: No. Total de árboles por especie / No. Total de parcelas muestreadas

De: Densidad esperada

La *De* se calcula de la siguiente manera:

$$De = -\ln(1 - Fa/100)$$

Dónde:

Fa: Frecuencia absoluta

Para la interpretación del grado de agregación o sociabilidad, teniendo en cuenta que determina la distribución espacial de las especies, se tienen los siguientes parámetros:

$Ga > 1$, indica tendencia al agrupamiento

$Ga > 2$, indica que la especie tiene distribución agrupada

$Ga < 1$, indica que la especie se encuentra dispersa

◊ Regeneración natural

Para evaluar la regeneración natural se delimitaron parcelas de 5 m * 5 m para la categoría de tamaño latizal (individuos con DAP inferior a 10 cm y alturas superiores a 1,5 m) y parcelas de 2 m * 2 m, para la categoría de tamaño brinzal (individuos con altura hasta de 1,5 m). Se consideraron todos los retoños de las especies arbóreas y/o palmas, dentro de las parcelas de fustales.

La evaluación incluye 3 parámetros: abundancia absoluta y relativa (*Ar%*), frecuencia absoluta y relativa (*Fr%*) y categoría de tamaño absoluta y relativa (*Ct%*).

La abundancia y la frecuencia relativas en la regeneración natural, se calcularon de la misma forma que se procedió para el cálculo del I.V.I en la categoría de tamaño fustal.

La categoría de tamaño relativo, se calculó con el mismo criterio fitosociológico establecido para el cálculo de la Estructura Vertical relativa en la categoría de tamaño fustal, teniendo en cuenta para este caso las categorías latizal y brinzal.

El parámetro de la regeneración natural relativo (*RN%*) para cada especie se obtuvo aplicando la siguiente ecuación:

$$RN\% = Ar\% + Fr\% + Ct\% / 3$$

Donde:

Para cada Categoría de Tamaño:

Ct: Categoría de tamaño absoluta

Ct%: Categoría de tamaño relativa

Ab: Abundancia absoluta

Ct 1 ... Ctn: son las diferentes categorías de tamaño identificadas en el muestreo

2.4.5.3 Aprovechamiento forestal

A continuación, se describen las metodologías y cálculos empleados para los resultados del aprovechamiento forestal con censo y áreas con restricción por ingreso a predios.

2.4.5.3.1 Cálculo de volúmenes

Para el cálculo del volumen total y comercial en metros cúbicos se emplearon las siguientes fórmulas:

a. Área Basal

Se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm² o m² de material vegetal por unidad de superficie de terreno, (FAO, 1980).

$$AB = \frac{\pi}{4} \times (DAP)^2$$

Dónde:

AB: área basal

DAP: Diámetro a la altura de pecho

p: relación entre la longitud de una circunferencia y su diámetro = 3,1416

b. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Constituye una variable que permite clasificar los resultados por categorías de tamaño, así como la estimación del volumen de las especies (Carrera & Tineo, 1994). La medición del DAP se realiza tomando el diámetro del fuste a una distancia desde el suelo de 1,3 metros. Cuando los árboles se ramifican por debajo de 1,3 metros se utiliza la fórmula del diámetro cuadrático promedio, empleada por la (FAO, 1980) y el (CATIE, 2001).

$$DAP = \sqrt{\sum DAP_i^2}$$

Dónde:

$\sum DAP_i$ = es la sumatoria del cuadrado de cada uno de los diámetros medidos.

DAP_i = es el diámetro de cada tallo a 1,3 metros elevado al cuadrado.

c. Determinación del Volumen

Este parámetro es la resultante más importante del inventario forestal, como indicador del potencial o capacidad de producción del bosque; el volumen que se obtiene se refiere a árboles en pie y se calcula sobre la base del DAP, la altura y el factor de forma.

El volumen de un inventario puede ser expresado como volumen por unidad de área y volumen total del área a inventariar en forma de volumen bruto y comercial. El cálculo del volumen de los árboles en pie más utilizado es mediante la ecuación de volumen convencional, (FAO, 1980) y el (CATIE, 2001):

$$V = \frac{3.1416 * d^2}{4} * h * f$$

Dónde:

V: Volumen del árbol

d: Diámetro a la altura del pecho al cuadrado

h: Altura del fuste (Hc o Ht)

f: Factor de forma

d. Factor de forma

Junto con el diámetro y la altura, el factor de forma es la característica más importante que determina el volumen del fuste de un árbol. El factor de forma se define como la relación entre el volumen de un árbol o fuste al volumen de un sólido geométrico de las mismas dimensiones (diámetro, altura), (Carrera & Tineo, 1994).

El factor de forma o mórfico a emplearse, corresponde a 0,6 de acuerdo a la revisión bibliográfica consultada: INDERENA (1984), FAO (1974), los cuales describen a través de ensayos, que las especies latifoliadas del trópico arrojan un valor equivalente a 0,6 en promedio.

2.4.5.3.2 Cálculos del aprovechamiento forestal

Los resultados del aprovechamiento forestal se presentan teniendo en cuenta dos fuentes de información: el censo forestal realizado para todos los individuos mayores a 10 cm de DAP que fueron registrados dentro de las áreas de intervención, y la segunda, por medio de la estimación de volúmenes por ecosistema a través del proceso de inferencia estadística para las zonas en donde el censo forestal no se pudo adelantar por restricciones de ingreso a predios privados, que más adelante se relacionan.

a. Censo forestal

El censo forestal se realizó para todos los individuos fustales con DAP mayor o igual a 10cm de diámetro y que se encuentran presentes en las áreas de intervención del proyecto (sitios de torre, plazas de tendido, acercamiento al conductor, accesos a sitios de torre y brechas), realizando la correspondiente ubicación, medición y marcación de los individuos teniendo en cuenta los siguientes parámetros dasométricos:

- ✓ Diámetro a la altura del pecho (DAP).
- ✓ Altura total
- ✓ Altura comercial

- ✓ Colecta botánica
- ✓ Coordenadas de cada individuo

Teniendo en cuenta la ubicación de estos individuos se realizó el cruce con las coberturas presentes en las áreas de aprovechamiento forestal determinadas, lo cual permite la presentación de resultados por ecosistema, cobertura y área de intervención por infraestructura.

b. Estimación de volúmenes por ecosistema para zonas con restricción

Durante el desarrollo del censo forestal en la etapa de campo, se presentaron situaciones en las cuales no se pudo adelantar las actividades correspondientes a este, para el caso del presente estudio esta restricción está condicionada a propietarios que no autorizaron el ingreso de los profesionales a predios ubicados en las áreas de proyecto. *Estos predios son Monserrate y Tibaque Lindo en la vereda Cascajal del Municipio de Soacha. En el marco de la ejecución del trabajo de campo realizado para dar alcance a la información adicional solicitada por ANLA en Acta No. 69 del 4 y 5 de agosto de 2022, fue posible el ingreso a los Predios La Constancia y La Planada en la vereda Cascajal, y realizar el censo forestal de 31 individuos arbóreos en la brecha de riega 7 (BR-07).*

*En la **Tabla 2-16**, se relacionan las áreas donde fue posible el desarrollo del censo, el cual se llevó a cabo en 2,66 ha, equivalentes al 84,72% y el área en la cual hubo restricción por ingreso a predios fue de 0,48 ha correspondiendo al 15,28%.*

Tabla 2-16. Áreas censadas y con restricciones en áreas de Aprovechamiento Forestal

ÁREAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL	ÁREA	
	ha	%
Censado	2,66	84,72
Sin censo por falta de ingreso a predios	0,48	15,28
TOTAL	3,14	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Para el cálculo del aprovechamiento forestal en estas áreas con restricción de ingreso a predios, se aplica lo establecido en los términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica acorde con los términos de referencia Tdr-17-2018: “Si por las características del proyecto no es posible realizar dicho censo, se deben utilizar técnicas de muestreo estadístico, como lo establece la norma. Según aplique, se deberá presentar la siguiente información”:

“Inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de cobertura vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestal (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante censo realizado al 100% de los individuos, o mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%; se deben presentar los análisis estadísticos detallados incluyendo los soportes correspondientes a los inventarios forestales. Asimismo, se debe presentar un cuadro resumen por tipo de cobertura vegetal de los principales parámetros estadísticos conducentes al cálculo del error de muestreo.”

Según lo anterior, el cálculo del volumen de aprovechamiento en ecosistemas naturales y seminaturales para sitios en donde no se realizó censo forestal, se basa en la información primaria proveniente de los muestreos realizados para la caracterización florística del área de influencia biótica de la modificación 2, a través del proceso de inferencia estadística.

Esta restricción hace referencia a las áreas ubicadas en la servidumbre del proyecto, donde algunos propietarios negaron la solicitud de ingreso a los profesionales designados por parte del equipo consultor para el desarrollo del censo forestal (ver **Tabla 2-17**).

Tabla 2-17. Predios Privados con Restricción de Acceso

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	PREDIOS	ÁREA TOTAL (HA)	ÁREA DE APROVECHAMIENTO FORESTAL (HA)
Cundinamarca	Soacha	Cascajal	Monserate	116,33	0,35
			Tibaque Lindo	6,63	0,13
TOTAL					0,48

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la **Tabla 2-17** se relacionan los predios y área de aprovechamiento forestal relacionada con la intervención por la infraestructura del proyecto, en los cuales será necesaria la estimación de volúmenes de aprovechamiento.

c. Error de muestreo de los ecosistemas caracterizados

Dando cumplimiento a los términos de referencia TdR-17 y con el fin de garantizar la representatividad del muestreo y ejecutar una caracterización adecuada para cada uno de los ecosistemas naturales identificados, previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, garantizando un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95% a partir de los parámetros estadísticos que se presentan en la **Tabla 2-18**.

Tabla 2-18. Parámetros estadísticos

Promedio (X)	$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}$ X_i = valor observado de unidad i-ésima de la muestra n = número de unidades de la muestra (tamaño muestra)
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}}$
Coefficiente de variación (CV)	$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$
Error estándar (Sx)	$S_x = \frac{S}{\sqrt{N \frac{1-n}{N}}}$ S = Desviación estándar N = Tamaño de la muestra (número de unidades muestrales) n = Tamaño de la población (expresado en parcelas)
Error de muestreo absoluto (ECM)	$ECM = X - t(S_x)$
Error de muestreo relativo (E%)	$E\% = \frac{t(S_x)}{\bar{x}} \times 100$

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Atendiendo al requerimiento 21, numeral a, del Acta 69 del 4 y 5 de agosto de 2022, de acuerdo a las modificaciones y ajustes realizados a la interpretación y caracterización de las unidades de coberturas de la tierra, a continuación, se presenta la actualización de los parámetros a utilizar para la estimación de los volúmenes de madera y número de individuos a aprovechar en las áreas con restricción de acceso.

La estimación de los volúmenes se realiza a partir de los resultados obtenidos en la caracterización del Área de Influencia Biótica-AIB, desarrollada en el Capítulo 5 del presente Estudio de Impacto Ambiental, numeral 5.2.1.1.1.5 Ecosistemas identificados en el AIB; los errores calculados para estos ecosistemas naturales, el volumen por hectárea y área muestreada, entre otros parámetros se presentan en la **Tabla 2-19**.

Tabla 2-19. Parámetros de muestreo de ecosistemas en las AAF

ECOSISTEMA	RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN					VALORES ESTIMADOS/HA		
	EM%	ÁREA MUESTREADA (ha)	NA	Vol total	Vol Com	NA/ha	Vol. Total/ha	Vol.co m/ha
Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	14,62	0,8	219	219,81	89,17	274	274,77	111,46
Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	13,25	0,8	366	43,19	21,11	458	53,99	26,39
Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	13,43	0,6	45	40,62	20,87	75	67,70	34,78
Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	CF	0,014	4	0,44	0,12	294	31,99	8,91
Plantación de latifoliadas del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	CF	2,412	982	190,20	81,39	407	78,84	33,74
Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	14,54	1,5	441	47,96	16,96	294	31,97	11,31
Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera* oriental	14,86	0,5	59	3,39	1,25	118	6,78	2,50

CF= Censo forestal

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

*Para las coberturas Pastos limpios y Plantación de latifoliadas, los valores estimados se obtienen del resultado del censo, por lo tanto, no se presenta error de muestreo y los valores corresponden al promedio poblacional (Sombreado verde **Tabla 2-19**).*

Con base en los valores de la **Tabla 2-19**, se realiza la estimación del volumen, para el sector por restricción de ingreso a los predios y aplicando el termino inferencia estadística, el cual consiste en un proceso inferencial, que para las particularidades del estudio, se centra en la estimación puntual del volumen total de aprovechamiento promedio por parcela para todo el ecosistema, producto de la información correspondiente a la muestra en el ecosistema a partir de un intervalo de confianza del 95% caracterizado por un error de muestreo menor o igual al 15%

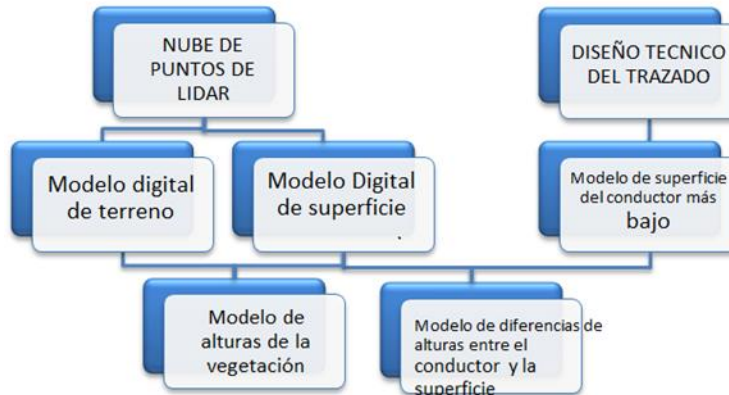
2.4.5.3.3 Construcción de las Áreas de aprovechamiento Forestal-AAF

Las áreas de aprovechamiento forestal son aquellas zonas en las cuales se requiere realizar la tala o poda de la vegetación durante el desarrollo del proyecto. Si bien, está actividad es obligatoria en estructuras de soporte como: torres, postes y/o pórticos, así como en obras transitorias como plazas de tendido, accesos y acercamiento al conductor, existe la posibilidad de minimizar el impacto en áreas de servidumbre, y áreas cercanas a los sitios de torre.

El área de aprovechamiento forestal-AAF, se determina considerando las necesidades de despeje en la etapa de construcción y que garantice la seguridad de la infraestructura en la etapa de operación y mantenimiento, incluyendo en la evaluación los riesgos de descarga eléctrica asociados a los acercamientos de la vegetación a las partes energizadas de la línea eléctrica (conductores). Sin embargo, esta evaluación lleva una serie de criterios que se deben materializar en las áreas de aprovechamiento forestal y que corresponden con la definición de criterios base de carácter técnico y sus correspondientes consideraciones, entre ellos se encuentran: criterios

por infraestructura y sus adecuaciones, criterios normativos y criterios por acercamiento como se observa en la **Figura 2-25.**

Figura 2-25. Criterios para la construcción de escenarios de aprovechamiento forestal



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

A continuación se explica brevemente el contenido de los criterios mencionados anteriormente.

a. Criterios por infraestructura y sus adecuaciones.

En este ítem se involucran todas las áreas que hacen parte del proyecto y las actividades que se desarrollarán en las mismas, en donde se debe identificar si son susceptibles de aprovechamiento forestal, las cuales corresponden a:

- ✓ Sitio Torre
- ✓ Brechas de acceso de diferentes dimensiones
- ✓ Plaza de tendido
- ✓ Accesos
- ✓ Brechas por Teleférico
- ✓ Acercamiento al conductor

b. Criterios normativos

Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas- RETIE: Dentro de este documento se encuentran los lineamientos técnicos, considerados en el presente análisis, como por ejemplo, las distancias mínimas de seguridad entre las copas de la vegetación y las partes energizadas de la infraestructura eléctrica.

Decreto 2245 del 29 de diciembre de 2017 Rondas Hídricas: delimitación de la ronda de protección como área de exclusión, la faja paralela de hasta treinta metros de ancho contigua a los cuerpos de agua.

c. Criterios de acercamiento

Es importante señalar que el área del proyecto que requiere mayor análisis dentro de las áreas de aprovechamiento (AAF), es la servidumbre, para determinar las áreas de aprovechamiento forestal, en el que se evaluaron: las distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE entre las copas de la vegetación y las partes energizadas de la infraestructura eléctrica, en las brechas de tendido o aquellas áreas para cada uno de los conductores.

Posteriormente, se analizó la posible variación de la ubicación del conductor en respuesta a variables atmosféricas como viento y temperatura, analizando las distancias máximas entre la vegetación y los conductores permitidas bajo estas condiciones (**Tabla 2-20**).

Tabla 2-20. Distancias mínimas de vegetación analizadas bajo condiciones de viento y temperatura

CONDICIÓN	DISTANCIA MÍNIMA A LA VEGETACIÓN (m)
Viento máximo	1,25
Viento promedio	3,5
Temperatura máxima	6

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Lo anterior, sumado a información topográfica, perfil de diseño de las líneas eléctricas, altura de la vegetación (información proveniente del levantamiento de censo forestal y de información LIDAR), y cumplimiento de las restricciones ambientales establecidas, permitieron el diseño de diferentes polígonos de aprovechamiento en áreas de servidumbre.

d. Definición de casos y análisis

Posterior a la aplicación de los criterios base, se procede a realizar el análisis vano a vano de toda la línea de Modificación 2, donde se valida la información de los criterios base, con la información obtenida del censo forestal y los planos planta perfil para validar posibles riesgos con acercamiento; a continuación se describen los casos para cada polígono que conforman las áreas de aprovechamiento forestal:

- Caso 1

Se realiza sobre los sitios de torre (diferentes dimensiones) y en la infraestructura de apoyo como son las plazas de tendido; para estas infraestructuras se presenta aprovechamiento forestal para toda la superficie como se observa en la Figura 2-26 a nivel de ejemplo.

Figura 2-26. Ejemplo de Aplicación de Áreas de aprovechamiento Forestal Caso 1

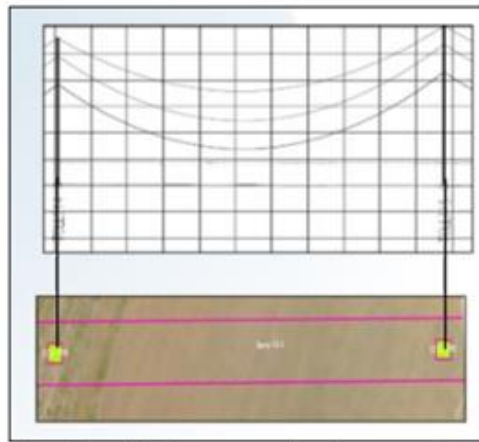


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Caso 2

Para este caso se tienen en cuenta los vanos sin vegetación ni árboles de censo, por lo tanto, no existen polígonos de aprovechamiento (Figura 2-27).

Figura 2-27. Ejemplo de aplicación de Áreas de aprovechamiento Forestal Caso 2

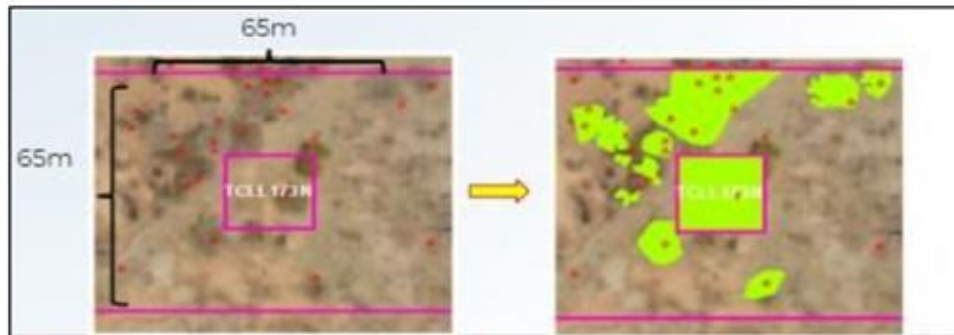


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Caso 3

El caso 3 se refiere a los polígonos que contengan árboles aislados, por tanto, solo se debe aprovechar la superficie donde se encuentren los individuos aislados y que presenten acercamiento al conductor (Figura 2-28).

Figura 2-28. Ejemplo de aplicación de Áreas de aprovechamiento Forestal Caso 3

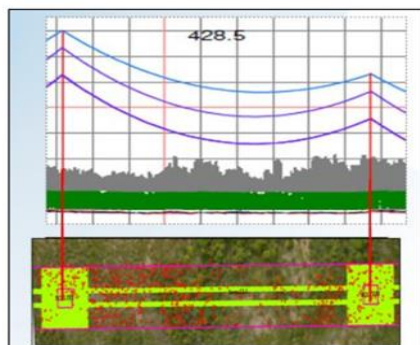


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Caso 4

Para el Caso 4, si el perfil no muestra acercamiento, únicamente se establece como área de aprovechamiento lo correspondiente a la brecha de riego (Figura 2-29); entendida esta brecha como una franja en la servidumbre que se utilizan para permitir las maniobras en la etapa de construcción.

Figura 2-29. Ejemplo de aplicación de Áreas de aprovechamiento Forestal Caso 4



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

2.4.5.3.4 Áreas de Aprovechamiento Forestal

Una vez son aplicados los criterios anteriores, se materializan los polígonos u áreas de aprovechamiento forestal, la cual para el área objeto de la modificación No. 2 corresponde a 3,16 ha. La **Tabla 2-21** contiene las áreas por cobertura vegetal e infraestructura presente que quedaron dentro de las áreas de aprovechamiento forestal, para las cuales se solicitan los permisos y autorizaciones correspondientes.

Tabla 2-21. Áreas de aprovechamiento forestal por cobertura vegetal

COBERTURA	INFRAESTRUCTURA	AREA (HA)	AREA (%)
<i>Plantación de latifoliadas</i>	<i>Acceso</i>	0,24	10,00
	<i>Acercamiento al conductor</i>	0,42	17,06
	<i>Brechas</i>	1,07	43,59
	<i>Plazas tendido</i>	0,02	0,86
	<i>Sitio torres</i>	0,70	28,48

COBERTURA	INFRAESTRUCTURA	AREA (HA)	AREA (%)
SUBTOTAL		2,45	100,00
Bosque Denso Bajo	Brechas	0,07	47,12
	Sitio torres	0,08	52,88
SUBTOTAL		0,16	100
Bosque Denso Alto	Sitio torres	0,10	100
SUBTOTAL		0,10	100
Pastos limpios	Plazas tendido	0,01	100
SUBTOTAL		0,01	100
Vegetación Secundaria Alta	Acceso	0,004	2,57
	Brechas	0,03	17,76
	Sitio torres	0,14	79,68
SUBTOTAL		0,17	100
Vegetación Secundaria Baja	Acceso	0,002	2,06
	Brechas	0,03	33,62
	Sitio torre	0,06	64,31
SUBTOTAL		0,09	100
Pastos arbolados	Acceso	0,002	0,98
	Brechas	0,03	18,61
	Plazas tendido	0,06	39,97
	Sitio torres	0,06	40,44
SUBTOTAL		0,16	100
GRAN TOTAL		3,14	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

2.4.5.4 Conectividad y fragmentación

El estudio de fragmentación se realizó a escala 1:25.000, a partir del mapa de coberturas de la tierra del área para los periodos 2009, 2017 y 2021, generados con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) y un escenario con proyecto con la implementación de las actividades constructivas ejecutadas. Se utilizaron para el análisis los programas informáticos especializados en SIG: ArcGIS 10.8 ® y Fragstats 4.2 ®. La metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MinAmbiente y ANLA, 2018) indica utilizar las unidades de cobertura vegetal de tipo natural y seminatural presentes en el área de influencia.

Luego de esto, se clasificaron las coberturas de la tierra según su sensibilidad a la fragmentación de ecosistemas, el análisis se realiza a partir de la división en tres (3) categorías: Sensible, cuando la composición y estructura de la unidad es el resultado de procesos naturales, sin que se haya dado intervención y/o en los que la intervención humana ha cesado, para las cuales el análisis de fragmentación puede dar indicios sobre la vulnerabilidad de la unidad a la intervención; No sensible, cuando las características intrínsecas de la unidad son el resultado de la intervención humana y/o no representan unidades de carácter ecosistémicos por su alta intervención, siendo poco importantes para procesos de evaluación de fragmentación; y Neutrales: cuando las unidades corresponden a elementos que no son afectados por procesos de fragmentación. En la Tabla 2-22 se presenta la clasificación de las coberturas del AI biótica de la solicitud de Modificación No. 2.

Tabla 2-22 Clasificación de sensibilidad a la fragmentación de las coberturas en el área de influencia

Código	COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	Categoría
1211	Zonas industriales	12,68	2,16%	No sensible
1221	Red vial y terrenos asociados	0,51	0,09%	No sensible
211	Otros cultivos transitorios	15,58	2,65%	No sensible
231	Pastos limpios	152,95	26,06%	No sensible
232	Pastos arbolados	55,64	9,48%	No sensible



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La
Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07-2016

Código	COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	Categoría
233	Pastos enmalezados	9,17	1,56%	No sensible
3111	Bosque denso alto	51,61	8,79%	Sensible
3112	Bosque denso bajo	24,04	4,09%	Sensible
3152	Plantación de latifoliadas	200,86	34,22%	Neutral
3231	Vegetación secundaria alta	57,81	9,85%	Sensible
3232	Vegetación secundaria baja	5,46	0,93%	Sensible
514	Cuerpos de agua artificiales	0,69	0,12%	No sensible
Total general		587,00	100%	-

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Según la clasificación se utilizaron las coberturas de 3.1.1.1 Bosque denso alto, 3.1.1.2 Bosque denso bajo, 3.2.3.1 Vegetación secundaria alta, 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja y 3.1.5.2 Plantación de latifoliadas, esta última de categoría neutral pero con importancia ecológica siendo la cobertura vegetal con mayor representatividad en función de área, dando soporte a las demás coberturas naturales siendo superficies aisladas en la mayoría de casos y son muy pequeñas para proteger las poblaciones locales; las especies son incapaces de trasladarse a grandes distancias entre los hábitats relictuales, limitándose a algunos hábitats de pequeño tamaño, que reduce a largo termino las posibilidades de sobrevivencia de una especie en un área (Bogaert, y otros, 2008).

Si bien en la reunión de solicitud de información adicional Acta No. 69 de 2022, se solicita el recalcu de las métricas de fragmentación para las temporalidades 2009, 2017, 2021 sin proyecto y 2021 con proyecto, se decide incluir la temporalidad de 2015 en remplazo a la temporalidad 2017 debido a que se obtuvo acceso a fotografías aéreas de la zona de estudio con mayor resolución espacial de 0,15 m asegurando la interpretación y estandarización de la escala de estudio 1:10.000.

Para el desarrollo del presente análisis se llevaron a cabo la interpretación y geoprocesamiento de fotografías áreas del año 2009 (Sensor ULTRACAM 24603027122009-0049, 24603027122009-0140 y 24603027122009-0141 del 27/12/2009 Resolución espacial (m): 0.3), fotografías aéreas del año 2015 (Sensor ULTRACAM 110010002512122015-0710, 110010002512122015-0711 y 110010002512122015-0712 Resolución espacial (m): 0.15) y para el año 2021 (Imagen Landsat 8 de 3 bandas agosto 2021, resolución de 1,5 m. LANDSAT/LC08/C01/T1/ LC08_044034_20140318). La digitalización de las coberturas se realizó a escala 1:10.000 para todas las temporalidades con un área mínima cartografiable de 0,25 Ha.

El estudio de la fragmentación se puede abordar desde diferentes aspectos y una de las metodologías más utilizadas es el estudio de métricas del paisaje, la cual corresponde a algoritmos que cuantifican las características espaciales específicas de los parches, las clases de parches o la totalidad de los mosaicos del paisaje (Gustafson, 1998). Todas estas métricas se encuentran agrupadas en dos categorías: la que cuantifica la composición del mapa sin referencia espacial de los atributos, es decir, asociada con la variedad y abundancia de los tipos de parches existentes en el paisaje, pero sin considerar el carácter espacial o la localización de los parches en el mosaico; y la que cuantifica la configuración espacial del mapa requiriendo información espacial para su cálculo (McGarical, 1995).

2.4.5.4.1 Métricas de clase

La información que aportan estas métricas consiste únicamente en un conjunto de valores numéricos (una parte de ellos con un rango de variación definido), que por sí solos, es decir, en términos absolutos, no tienen un valor determinante. Sin embargo, desde el punto de vista comparativo, los resultados de dichos índices pueden aportar una información muy valiosa acerca de la evolución y cambios que tienen lugar en un paisaje determinado (Aguilera, 2010).

a. Área de clase (CA)

El área de la clase, es una medida analizada en hectáreas de la composición total del paisaje, en las que se incluyen los ecosistemas que contienen características artificiales y naturales. Este cálculo se realizó a partir de la sumatoria de extensión de cada uno de los de las coberturas presentes en la zona de estudio. Por otra en lo que respecta al tamaño medio del parche este representa el promedio del área de los parches contenidos en una clase.

$$TCA = \sum_{j=1}^a a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right)$$

Dónde: **a_{ij}** = área (m²) del parche; **TCA** = área total analizada, cuando toda ésta consiste de un solo parche del tipo de clase de ecosistema considerado.

b. Número de parches (NP)

Es una medida de la subdivisión o fragmentación de los parches de una clase de cobertura dada en el área analizada. La variación en el número de parches por clase es importante en diversos estudios ambientales, puesto que a partir de estos se puede inferir sobre el estado de conservación del área y así mismo reconocer, determinar y predecir procesos naturales que ocurren en una zona de interés.

$$NP = n_i$$

Dónde: **NP** = 1 cuando el área analizada contiene sólo un parche del tipo de hábitat considerado; **n_i** = Es igual al número de parches del tipo de hábitat-clase correspondiente. Intervalo: NP ≥ 1.

El número de fragmentos de un ecosistema es una medida simple de la subdivisión o fragmentación de este. Sin embargo, según lo reportado por (McGarical, 1995), el número de parches de una clase puede ser importante para los procesos ecológicos, aunque con frecuencia tiene un limitado valor interpretativo, dado que no contiene información acerca del área, distribución o densidad de los parches.

El número de fragmentos de una clase determinada se calcula sumando el número de fragmentos en que está dividido un ecosistema en un área de interés. El indicador es 1 cuando el ecosistema o la clase determinada en un tiempo determinado no están fragmentados y aumenta a medida que el ecosistema se fragmenta (IAvH, 2003)

c. Densidad de borde (ED)

El borde o ecotono se define como la zona de transición entre hábitats adyacentes, es decir la relación que existe entre la matriz y el parche. Por lo tanto, se tomaron como la zona límite que bordea y mantiene en regulación el intercambio de materia y energía entre los bordes pertenecientes para cada clase de cobertura natural y seminatural existente en el paisaje.

Esta métrica se calculó para conocer si el borde o ecotono fue lo suficientemente grande para sostener los recursos naturales que se encuentran en su interior y así dar permanencia a la vida silvestre. A partir de las diferentes condiciones ambientales procedentes de la matriz circundante o por medio de agentes exógenos bien sean de tipo natural o antrópico, causan un efecto negativo sobre los remanentes boscosos afectando principalmente su estructura y composición (Badii & Landeros, 2007).

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A} (10,000)$$

Dónde: **eik**: Equivale a la suma de las longitudes en (m) de todos los segmentos de borde de los fragmentos de la unidad de cobertura de interés; **A**: Área total del paisaje en (m²); **i**: incluye los límites del paisaje y segmentos del tipo de parche.

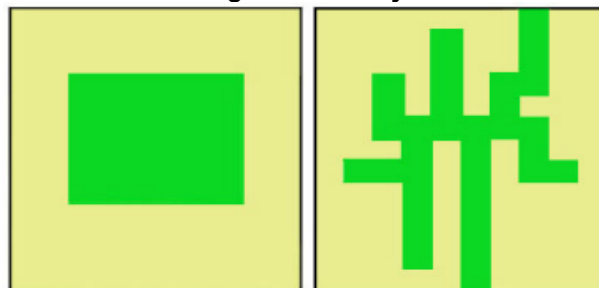
El estudio del efecto de borde de algunos ecosistemas está enfocado a hábitats que desarrollen un estado vegetativo arbóreo y que ofrezcan amortiguación frente a posibles perturbaciones externas al fragmento. El análisis de borde es utilizado igualmente para definir áreas centrales dado que estas no estarían afectadas por su efecto negativo sobre algunas especies sensibles al efecto borde (Eliano, Somma, & Quintana, 2010)

d. Radio de giro (Gyrage)

El radio de giro de un parche evalúa la distancia promedio entre todas las zonas del parche con el centroide de este. Puede considerarse un índice de forma o de superficie, ya que es una medida de cuánto se extiende un parche en el mosaico independientemente si lo llena o no. En un parche pequeño el radio de giro es igual a cero (0), al incrementar el área, mantenido la forma compacta, incrementa el radio de giro; a medida que el parche se aleja de la forma euclidiana manteniendo su área, su radio de giro aumenta.

El radio de giro constituye una medida de conectividad que representa la posibilidad que tiene un parche confinado a ser importante al evaluar la posibilidad de construir corredores de conexión entre grandes parches de ecosistemas naturales (Buzai, 2004). En la Figura 2-30 se ejemplifica la interpretación del radio de giro, el parche de la derecha con mayor radio de giro atraviesa todo el mosaico, aunque su área es igual a la del parche compacto de la derecha con menor radio de giro.

Figura 2-30 Parches de igual tamaño y diferente radio de giro



Fuente: Adaptado de (Buzai, 2004).

El radio de giro de un parche evalúa la distancia promedio entre todas las zonas del parche con el centroide de este. Puede considerarse un índice de forma o de superficie, ya que es una medida de cuánto se extiende un parche en el mosaico independientemente si lo llena o no. En un parche pequeño el radio de giro es igual a cero (0), al incrementar el área, manteniendo la forma compacta, incrementa el radio de giro; a medida que el parche se aleja de la forma euclidiana manteniendo su área, su radio de giro aumenta.

e. Índice de forma (MSI)

Para la determinación del grado de fragmentación de las coberturas naturales encontradas, se utilizó el índice de forma calculado por el programa Fragstats®, el cual se establece en la forma en que los fragmentos están distribuidos espacialmente. Los resultados de la ecuación anterior fueron confrontados mediante la tabla de clasificación propuesta por Patton.

Tabla 2-23 Formas de fragmentos según el índice de formas

FORMA	INDICE FORMA
Redondo	$< 1,25$
Oval-redondo	$1,25 \leq 1,50$
Oval-oblongo	$1,50 \leq 1,75$
Rectangular	$1,76 \leq 2$
Amorfo e irregular	> 2

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

El índice de forma muestra la relación área-perímetro ajustada a un círculo, la cual se representa por la suma del perímetro de los parches, dividido por la raíz cuadrada del área del parche (hectáreas) para cada clase determinada (nivel o escala de clase) o para todos los parches en conjunto (escala de paisaje). Cuando el valor del índice de forma es igual o cercano a 1 es porque los parches (polígonos) son circulares y compactos. De acuerdo con (McGarical, 1995), entre más lejos esté de 1, más irregular es la forma.

Las formas compactas son efectivas para proteger los recursos interiores contra los efectos negativos del ambiente exterior; por eso, los fragmentos más alargados son menos efectivos para la conservación de los recursos internos que los fragmentos redondeados. Por esto, en términos de hábitat, los fragmentos con mayor área y con formas más redondeadas son los más aptos para mantener poblaciones de fauna, específicamente, organismos especialistas adaptados a ambientes interiores con menor incidencia de los efectos exteriores, de acuerdo con (Forman, 1998).

f. Índice de dimensión fractal (IDF)

Calcula el grado de complejidad de cada fragmento a partir de la relación entre área y perímetro, este es calculado por el programa Fragstats ®. De esta los objetos que oscilan entre 1 y 2 corresponden a objetos complejos análogos a objetos fractales. Por último, la dimensión fractal (DP) varía entre uno para formas euclidianas simples (cuadrados y círculos), y de 1,001 a 2 para formas complejas análogas a objetos fractales (Krummel et al., 1987; Rau et al., 2000; Rau y Gantz, 2001). Nótese que un fragmento amorfo con un SI = 2 no es equivalente a que también sea su DP = 2.

Originalmente, éste índice describe una relación invariable en la escala de observación, entre el perímetro y la superficie de un objeto. Es de reciente y frecuente utilización, e indica cómo se ha producido el cambio a partir de la forma de las manchas. La disposición territorial de las coberturas no puede describirse de forma clara mediante formas euclídeas como líneas, cuadrados, círculos o esferas, mientras que la geometría fractal se muestra como una herramienta útil para sintetizar la variación espacial de la naturaleza y describir pautas y estructuras de usos del suelo (Catalyud & Velarde, 2015).

En este sentido la dimensión fractal y determinada a partir del cociente perímetro / superficie de los parches presentes en el área de estudio observado a una sola escala, no es la dimensión fractal en un sentido estricto. En otras palabras, parches de diferentes tamaños observados a una sola escala se utilizan para substituir los cambios de escala, mostrando así geometrías de parches más complejas en el escenario actual y en el escenario con proyecto. La dimensión fractal toma valores entre 1 y 2. Valores cercanos a uno indican formas geométricas sencillas. Los valores se acercan a 2 conforme las formas se vuelven más complejas.

2.4.5.4.2 Métricas de parce

a. Distancia euclidiana al vecino más cercano (ENN)

El índice de distancia euclidiana describe el comportamiento de los fragmentos en función de la conectividad, basado en la distancia entre parches de la misma clase. Es decir, mide en unidades de distancia (de 0 metros en adelante), la cercanía entre bordes de cada parche de la misma clase. Este parámetro permite identificar las restricciones o facilidades de movilidad que tienen los organismos en el paisaje, lo que determina la persistencia regional de las poblaciones.

Se consideró que el tipo de parche de interés se encuentra en una matriz que agrupa a los restantes tipos de parches; esto es, se construye un mapa binario de tipo focal por un lado y otros tipos por otro. La distancia al vecino más cercano se define como la distancia más corta lineal recta entre el parche focal y su vecino más cercano de igual categoría. La medición se hace de borde a borde entre los puntos centrales de cada borde y se utiliza la regla ortogonales y diagonales (8 vecinos).

El valor de este índice, que se expresa en metros, se aproxima a cero a medida que disminuye la distancia al parche más cercano; si el valor es cero quiere decir que no existen más parches de la misma clase en la matriz de estudio (Buzai, 2004). La distancia estructural más corta puede no ser la distancia ecológica más corta y, de hecho, tiene valores diferentes para diferentes organismos (Matteucci, 2003). Por ello, la distancia euclidiana al vecino más cercano (ENN) se modifica para obtener una medida funcional. En vez de medir la distancia más corta, se mide la distancia de menor costo y así, asignar un costo para conocer la resistencia de la matriz al organismo focal.

2.4.5.4.3 Métricas de diversidad de paisaje

Las métricas del paisaje ofrecen una visión de la composición y configuración de los ecosistemas que hacen parte del paisaje a través de medidas de área, forma y borde de los fragmentos entre otros, así mismo determinan la dinámica de los procesos ecológicos de los ecosistemas y se convierten en una herramienta de análisis a tener en cuenta en la toma de decisiones para el manejo de los recursos naturales.

a. Índice de diversidad de Shannon

El índice de diversidad de Shannon representa la cantidad de información por parche y es un concepto matemático, la magnitud absoluta del índice de diversidad de Shannon no es particularmente significativa. Por otra parte, el índice de equitatividad de Shannon Evenness mide la uniformidad, mide el otro aspecto de la diversidad del paisaje: la distribución del área entre parcelas tipos. Existen numerosas formas de cuantificar la uniformidad y la mayoría de los índices de diversidad tienen un correspondiente índice de uniformidad derivado de ellos.

El análisis de fragmentación de las métricas del paisaje generadas muestra un proceso gradual de fragmentación. Un aumento en el número de fragmentos totales en función del tiempo confirma el proceso de fragmentación en la zona, mientras que para el tamaño medio de los parches se observa una disminución en algunas coberturas, lo que indica que los parches grandes fueron fragmentados o divididos. Aunado a lo anterior, los índices de diversidad de Shannon (IDS) e índice de equitatividad Shannon Evenness (IES) presentan una tendencia descendente.

2.4.5.4.4 Conectividad ecológica

a. Índice de conectividad interna (Connect)

La configuración espacial de los ecosistemas de análisis evaluada bajo el índice de proximidad al igual que las métricas del paisaje, exhibe que tan sensibles son las clases de análisis y su vecindad con parches de su mismo tipo por los cambios generados por la matriz o por la presencia del proyecto.

Para medir la conectividad se emplean métodos basados en funciones de la distancia, las cuales reflejan la probabilidad de conexión de los distintos parches a una distancia dada y en funciones de distancia ponderada, de forma que la conectividad resulta del empleo de caminos mínimos en una superficie de fricción que refleje los costos ecológicos de desplazamiento (Aguilera, 2009). El índice de proximidad opera a nivel de parche. Los valores de este índice permiten entender que tan cerca o lejos se encuentra un parche de otro que correspondan a la misma clase, es por eso que, el valor de la proximidad cuando se acerca a 0 significa que un parche no tiene vecinos del mismo tipo de parche en un área estipulada (McGarigal, 2015), que para este caso de estudio el área corresponde a 100 m.

Para el cálculo de la fragmentación se usó la herramienta Fragstats® con la cual se hace un cálculo del índice de proximidad (Proximity) en una ronda de proximidad de 100 m usando el índice aplicado por McGarigal & Marks (1994) en el programa FRAGSTATS, el cual está basado en Gustafson & Parker (1992). El cálculo del índice para cada parche se realiza de la siguiente forma:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}$$

Dónde: a_{ijs} = área (m^2) del parche ijs dentro del vecindario especificado del parche ij . H_{ijs}^2 = distancia al cuadrado (en metros), entre el parche ijs y el parche ij , basado en la distancia borde a borde.

La conectividad se define por el número de uniones funcionales entre los parches de la clase correspondiente, en el que está conectado o no cada par de parches, y se basa en un criterio especificado definido, que para este caso teniendo en cuenta la escala y magnitud del proyecto se tomó el promedio de la distancia euclidiana al vecino más cercano general la cual fue de 100 metros, siguiendo las recomendaciones de la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MinAmbiente y ANLA, 2018).

El índice de conectividad (CONNECT) es igual al número de uniones funcionales entre todos los parches de la clase correspondiente, dividido por el número total de uniones posibles entre todos los parches de la clase, multiplicado por 100 para convertirlo a porcentaje. Este índice se presenta como la conexión máxima posible, teniendo en cuenta el número de parches y se puede basar en la distancia euclidiana o la distancia funcional, siendo 0 ninguna conexión entre los parches y 100 la máxima conexión.

La conectividad se describe como porcentaje de la conexión máxima posible dado el número de parches, es por esta razón que coberturas con parches cercanos tendrán mayor probabilidad de conexión.

- Contexto paisajístico (CP)

Se refiere al área de cobertura natural que se encuentra fuera de una distancia mínima de influencia a partir del borde. El área núcleo se define como el área dentro de un parche más allá de cierta profundidad o influencia de borde (es decir, la distancia al borde). El efecto de borde es el resultado de la combinación de factores bióticos y abióticos que alteran las condiciones ambientales a lo largo de los bordes de los parches en comparación con los interiores de estos. Así, mientras que un parche puede ser lo suficientemente grande como para soportar una determinada especie, puede que para otra no contenga el área suficiente (Ciontescu, 2012).

La distancia máxima de afectación hacia el interior del fragmento donde ocurren cambios significativos es variable en función de factores como: tipo de vegetación nativa, especies dominantes en el borde, área del fragmento, orientación, posición topográfica, nivel de perturbación, altitud, precipitación y fertilidad del suelo. La mayor afectación en cuanto a mortalidad y recambio de especies se produce en los primeros 500 m del borde del fragmento (Buzai, 2004), de acuerdo con lo anterior, para el cálculo de área core se establece un buffer que va del interior o núcleo de conservación del fragmento a su borde de 50 m. El Contexto paisajístico se refiere a:

$$CP = \frac{AN}{ATB} \quad \text{Dónde: AN: Área natural dentro del buffer (área core); ATB: Área total del parche.}$$

Según los rangos definidos en la Tabla 2-24 se determina los valores de contextos paisajísticos de las coberturas naturales y seminaturales analizadas según temporalidad (véase la Tabla 2-24).

Tabla 2-24 Rangos de clasificación del contexto paisajístico

CP	Rango
0,0 – 0,2	Extrema
0,2 – 0,4	Fuerte
0,4 – 0,6	Moderada
0,6 – 0,8	Media
0,8 – 1,0	Mínima

Fuente: Adaptado de (Consultoría Colombiana, 2016).

El uso y aprovechamiento del suelo presentes en el paisaje no son elementos independientes. Para la fauna, el contexto paisajístico donde se encuentran estos elementos aparece a menudo como un factor determinante en su capacidad de movimiento, lo que deriva en diferentes valores de resistencia para un mismo tipo de hábitat en función de su contexto de acuerdo con (Mallarach, 2004). Para determinar el estado de los fragmentos naturales, se realiza la evaluación al área interior de cada fragmento; es decir, se realiza la definición del área núcleo. El área núcleo, es la superficie interior del fragmento que no está afectada por los bordes, es decir, que no está o está muy poco afectada por las perturbaciones exteriores. En términos generales el número de áreas disminuye en la medida que la intervención aumenta.

La distancia máxima de afectación hacia el interior del fragmento donde ocurren cambios significativos es variable en función de factores como: tipo de vegetación nativa, especies dominantes en el borde, área del fragmento, orientación, posición topográfica, nivel de perturbación, altitud, precipitación y fertilidad del suelo. La mayor afectación en cuanto a mortalidad y recambio de especies se produce en los primeros 500 m del borde del fragmento (Buzai, 2004), de acuerdo con lo anterior, para el cálculo de área core se establece un buffer que va del interior o núcleo de conservación del fragmento a su borde de 100 m, debido a que la zona tiene un alta influencia antrópica y baja remanencia de ecosistemas naturales.

- **Funcionalidad ecológica**

La transformación de los paisajes silvestres trae consigo la pérdida y la fragmentación de hábitats y consigo la pérdida de conectividad funcional y estructural (Fahrig, 2003), la respuesta de las especies a la fragmentación depende de la escala espacial de dicha transformación y de los patrones de distribución y abundancia de las especies en el paisaje motiva cambios en el balance entre emigraciones e inmigraciones que afectan la densidad de las poblaciones en los parches de cobertura, genera los efectos de borde en estos parches, afecta los requerimientos y la distribución espacial de los individuos sus relaciones intraespecíficas (Kattan, 2002), por lo cual se analizó a partir de características funcionales de las especies de flora y fauna existentes dentro del área de influencia del proyecto la conectividad ecológica para el AI del presente EIA.

Los corredores ecológicos son espacios que conectan áreas de importancia biológica para mitigar los impactos negativos provocados por la fragmentación de los hábitats (García & Abad, 2014). El desarrollo de la conectividad a través de corredores ecológicos resulta fundamental para la biodiversidad y también para asegurar el intercambio genético y energético a través de una mayor extensión geográfica (Roy, Shanthala, & Devi Debnath, 2010).

El ADV o Home range se define, como el espacio físico en el cual un individuo o grupo de individuos desarrolla sus actividades que permiten garantizar su supervivencia (ANLA, 2018), por tanto, se infiere que las coberturas naturales presentes en el área de influencia del proyecto son empleadas por la especie tanto para su movilidad y/o desplazamiento, como para sus actividades funcionales de búsqueda de pareja, alimentación y refugio, sin

embargo, por el tipo de obras y área de aprovechamiento en coberturas naturales estas no interfieren en la movilidad y/o desplazamiento de especies terrestres o áreas.

Como parte del análisis funcional de los corredores ecológicos se seleccionó una de las especies de importancia nacional es el *Leopardus tigrinus* como la mayoría de los animales del orden carnívoro, es una especie que se encuentra amenazada por las actividades que el ser humano ejerce sobre su ecosistema. Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES, la onchilla se encuentra en el Apéndice I, en esta categoría se incluyen las especies sobre las que se cierra el mayor grado de peligro (CITES, sf). Así mismo, se encuentra listada por la UICN como Vulnerable (VU-A3c) a nivel global (Payán & de Oliveira, 2016) como Vulnerable (VU-A2cd) en Colombia por el Libro Rojo de Mamíferos (Rodríguez-Mahecha et al., 2006).

Según el “Concepto Técnico de la Conectividad Funcional, Fragmentación y Otros de las SZHs Bogotá y del Río Lagunillas y Otros Directos al Magdalena” las características de cobertura en el ambiente circundante a los emplazamientos y los procesos de recuperación que se han iniciado, como el dirigido por la Subestación Nueva Esperanza, permiten observar que, en la realidad del territorio, las torres y la línea no constituyen una barrera física y material a la movilidad de *Leopardus tigrinus*. De otra parte, el desplazamiento y hábitat preferente del *Leopardus tigrinus* está orientado a áreas más conservadas, probablemente por la presencia de una mayor oferta alimenticia y mejores condiciones ecológicas; en este caso las áreas que ofrecen condiciones de hábitat a las especies faunísticas de la SZH Río Bogotá, se encuentran preservadas y no interceptan la línea de transmisión, es decir, los sitios previstos para la construcción de las torres se localizan principalmente en el borde de los fragmentos, lo cual deja libre y sin intervención las áreas núcleo del fragmento.

2.4.5.5 Flora epífita, rupícola y terrestre en veda

A partir de información primaria y secundaria, se llevó a cabo la caracterización de plantas vasculares y no vasculares vedadas presentes en el área de intervención objeto de la Modificación No.2”.

Se entiende como área de intervención para el presente documento, el área comprendida por los sitios de torre (17) y sus accesos, las brechas de riega del cable conductor, las plazas de tendido (4), el sitio de enganche (1) y el acercamiento al conductor (1), que son las obras y/o actividades objeto de la modificación No. 2 de la Licencia Ambiental, en las cuales se proyecta realizar intervención a la cobertura vegetal arbórea y/o terrestre y por ende la posible afectación de especies de flora silvestre en veda.

En la Figura 2–31 se presenta el esquema metodológico y en los siguientes numerales se describen las fases que fueron contempladas como parte del proceso de caracterización.

Figura 2–31 Esquema metodológico



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

2.4.5.5.1 Fase Pre - Campo

Se llevó a cabo la revisión de información cartográfica a partir de la Interpretación de la imagen de satélite, ortofoto, shapfiles de cartografía base IGAC 1:100.000 y el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) escala 1:100.000 (IDEAM et al., 2017), con el fin de determinar los biomas, zonas de vida, ecosistemas y coberturas vegetales objeto de intervención. Simultáneamente, se realizó la consulta de la normativa ambiental aplicable al trámite y se verificó la información técnica relacionada con la solicitud de aprovechamiento forestal. A partir de la revisión de dichos ítems, se obtuvo la información suficiente para determinar la intensidad de muestreo necesaria, el método de muestreo más apropiado y los análisis de los datos aplicables al objeto de estudio.

La determinación de intensidad del muestreo se realizó con base en el protocolo para el Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED-analysis); propuesto por Gradstein et al. (2003) y modificado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en el documento “METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES DE FLORA EN VEDA” (Anexo de la Circular MADS 8201-2-808), el cual modifica la intensidad de muestreo a partir de las características propias de cada una de las unidades de cobertura de la tierra descritas en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.

Dicha adaptación se plantea a partir del porcentaje potencial de área que tiene presencia de vegetación arbórea, en cada cobertura de la tierra a caracterizar (con base a lo especificado en la metodología coberturas de la tierra

Corine Land Cover adaptada para Colombia IDEAM, 2010), ya que teóricamente, es el porcentaje de área donde potencialmente se hallarán forófitos (hospederos de epífitas).

A continuación, se presenta el cálculo hallado para la presente solicitud (Tabla 2–25):

Tabla 2–25. Cálculo del número teórico de árboles a muestrear

Cobertura Vegetal	Área presente en el área de intervención (ha)	% de área con presencia de árboles (según Corine)	Área a caracterizar en hectáreas	No. Forófitos teóricos a muestrear	No. Forófitos muestreados
Bosque denso alto	0,104	100	0,104	0,828304≈ 1	3
Bosque denso bajo	0,164	100	0,164	1,314088≈ 2	7
Otros cultivos transitorios	0,047	30	0,0140	0,1120176≈ 1	1
Pastos arbolados	0,446	40	0,1784	1,4275008≈ 2	12
Pastos enmalezados	0,023	0	0	0	0
Pastos limpios	1,467	30	0,440	3,52158≈ 4	6
Plantación forestal	2,663	0	0,000	0	0
Red vial y terrenos asociados	0,002	0	0,000	0	0
Vegetación secundaria alta	0,171	100	0,171	1,3718≈ 2	18
Vegetación secundaria baja	0,095	70	0,067	0,53321≈ 1	2
Zonas industriales	0,150	0	0,000	0	0
Total	5,334	-	-	13	49

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

De acuerdo con los cálculos realizados, el muestreo de 13 árboles es suficientemente representativo para caracterizar el área de intervención; sin embargo, teniendo en cuenta que como parte del estudio se busca también identificar aspectos ecológicos de importancia (zonificación vertical, preferencia de forófitos, etc.) y garantizar el registro de la mayor cantidad de especies en categoría de veda, se tomó la decisión de aumentar el esfuerzo de muestreo, a partir de la caracterización de 49 forófitos.

Cabe resaltar que la cobertura de Pastos enmalezados no fue muestreada debido a que en esta cobertura no se registraron árboles en estado fustal.

2.4.5.5.2 Fase de Campo. Métodos de muestreo

A continuación, se presentan los métodos de muestreo implementados durante la fase de campo.

b. Localización de forófitos y parcelas

Se seleccionaron dentro de la base de datos del censo forestal, aquellos individuos con mayores diámetros y alturas, buscando caracterizar la mayor cantidad de individuos de cada especie arbórea y priorizando el muestreo de especies nativas.

Una vez se seleccionaron las especies y número de individuos, se verificó el cumplimiento del número de árboles necesarios para llevar a cabo un muestreo representativo, de acuerdo al protocolo para un Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED-analysis) propuesto por Gradstein et al. (2003), quienes a partir de la recopilación de información de diferentes estudios desarrollados en países tropicales (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, entre otros.), concluyen que el muestreo de ocho forófitos (árboles que hospedan epífitas) por hectárea es suficiente para caracterizar la flora epífita vascular y cinco forófitos para la flora no vascular.

Se evaluaron un total de 47 árboles cuyas coordenadas de ubicación se relacionan en la **Tabla 2–26**.

Tabla 2–26 Coordenadas de localización de los forófitos evaluados

Bioma	Cobertura	ID Forófito	ESTE	NORTE
Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	Bosque denso alto	A77F	4855212,9	2066325,14
		A81F	4855239,06	2066340,48
		A85F	4855245,58	2066343,7
	Bosque denso bajo	B004	4856741,6	2066294,48
		B005	4856740,04	2066294,4
		B006	4856739,16	2066295,37
		B007	4856743,37	2066293,82
		B008	4856734,5	2066295,01
		B009	4856730,4	2066296,01
		B010	4856727,38	2066298,05
	Otros cultivos transitorios	B011	4856722,06	2066301,15
	Pastos arbolados	A01F	4854832,78	2066098,8
		A08F	4854841,99	2066108,98
		A10F	4854850,78	2066137,44
		A11F	4854884,9	2066140,15
		A16F	4854931,85	2066166,52
		A18F	4854932,22	2066165,86
		A21F	4854945,52	2066172,61
		A22F	4854966,38	2066186,49
		A23F	4854983,39	2066194,45
		A25F	4854993,2	2066200,73
		F819	4857789,72	2063219,03
		F828	4857769,62	2063202,28
	Pastos limpios	A02F	4854770,96	2066019,43
		A04F	4854745,55	2065984,26
		A06F	4854620,42	2065846,83
		A95F	4857197,95	2066217,52
		A97F	4857529,43	2066230,46
		A98F	4857533,67	2066220,57
	Vegetación secundaria alta	A28F	4855033,95	2066223,69
		A29F	4855040,93	2066228,42
		A31F	4855062,32	2066239,8

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07-2016

Bioma	Cobertura	ID Forófito	ESTE	NORTE
		A32F	4855057,95	2066237,73
		A34F	4855078,25	2066249,02
		A37F	4855092,3	2066257,65
		A38F	4855095,45	2066258,94
		A41F	4855094,57	2066259,57
		A42F	4855100,07	2066262,66
		A44F	4855102,3	2066263,35
		A46F	4855122,75	2066274,47
		A48F	4855129,23	2066278,69
		A49F	4855127,69	2066277,56
		A53F	4855159,83	2066295,57
		A54F	4855163,7	2066298,83
		A56F	4855173,88	2066302,42
		A61F	4855182,67	2066307,76
		A69F	4855201,01	2066319,82
	Vegetación secundaria baja	F760	4857964,03	2063247,28
		F764	4857968,76	2063236,73

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Igualmente se establecieron parcelas de 2x4 metros para identificar las especies de plantas vasculares y no vasculares de hábito rupícola y terrestre.

Para el caso de las plantas vasculares la metodología consiste en llevar a cabo el registro del 100% de orquídeas y bromelias presentes en la parcela y conteo directo; mientras que, para las plantas no vasculares, se ubican dos plantillas de 600 cm² (30x20), y se contabiliza el porcentaje de cobertura que registra cada especie hallada.

Se evaluaron un total de 9 parcelas cuyas coordenadas se relación en la **Tabla 2–27**.

Tabla 2–27 Coordenadas de localización de las parcelas evaluadas para plantas vasculares y no vasculares de hábito rupícola y terrestre

BIOMA	COBERTURA VEGETAL	PARCELA	ESTE	NORTE
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Pastos arbolados	J3K	4859179,25	2064367,23
		N1K	4854829,45	2066095,60
		N3K	4854864,25	2066143,95
	Pastos limpios	N2K	4854745,96	2065983,13
		N7K	4857511,63	2066267,13
		N8K	4857655,58	2066140,10
	Vegetación secundaria alta	N4K	4855042,76	2066238,67
		N5K	4855068,28	2066244,81
		N6K	4855140,11	2066288,56
	Vegetación secundaria baja	O5K	4857975,71	2063246,78
		O6K	4857948,05	2063233,82

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

c. Recolección de información

Para la recolección de datos de campo se emplearon formatos previamente diseñados, que contenían toda la información necesaria tanto para realizar los análisis estadísticos, como para ayudar a la determinación del material colectado.

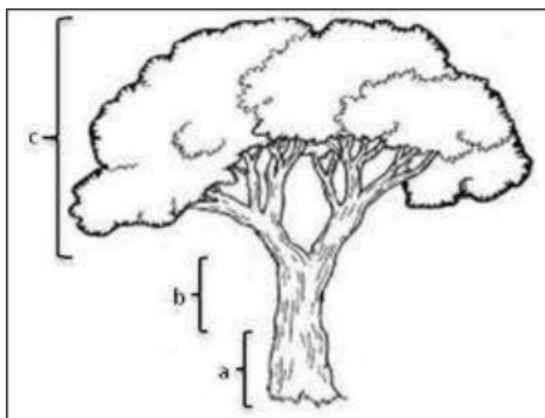
Figura 2–32 Formato de Campo

		COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021				Formato No. CKA-001						
		INVENTARIO OTRAS FORMAS O CATEGORÍA DE VEGETACIÓN				Rev. 0	Pag. 1 de 1					
CARACTERIZACIÓN EPÍFITAS VASCULARES Y NO VASCULARES												
DEPARTAMENTO:		MUNICIPIO:		FECHA:		RESPONSABLE:						
VEREDA:		TIPO DE COBERTURA:		COORDENADAS								
TRANSECTO No:		PREDIO:		(Inicio) Este		Norte						
				(Final) Este		Norte						
Hospedero			Especies epífitas									
Coordenadas		Código forófito	Nombre forófito	Nombre epífita	Codigo epífita	Tipo	Ubicación	Fotografía	Datos adicionales			
ESTE	NORTE											
							Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4		

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Cada forófito evaluado, se dividió en tres zonas hipotéticas, adaptando la propuesta por Johansson (1974) (Figura 2–33) con el fin de establecer las preferencias de las especies con respecto a humedad y a radiación solar y los rangos de distribución vertical.

Figura 2–33 Zonas para la evaluación de forófito



Fuente: MADS, 2020, Modificado de Johansson (1974)

La colecta de material vegetal estuvo amparada en el permiso de recolección a nivel nacional, Resolución No. 00870 del 12 de mayo de 2020, emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, cuyo titular es la empresa SMAYD LTDA.

- **Epífitas vasculares**

Se anotaron las especies presentes en el forófito, el número de individuos por especie y la zona del árbol donde se encontraba (Zona I: base, Zona II: tronco, Zona III: copa), de acuerdo a la modificación de la metodología propuesta por Johansson (1974).

Para la identificación y conteo de las epífitas localizadas en las zonas más altas del forófito, se implementó el uso de binoculares y de cámara fotográfica.

La única especie registrada posee amplios rangos de distribución y taxonomía bien conocida, por lo que fue posible determinarla a partir de fotografías tomadas con la cámara semiprofesional Nikon P520.

- **Epífitas no vasculares**

El muestreo se realizó en los mismos árboles seleccionados para el muestreo de plantas vasculares, haciendo uso de una malla plástica de 600 cm² subdividida en cuadrantes de 1*1 cm (**Fotografía 2-2**) donde se evaluó el porcentaje que ocupaba cada especie.

En cada árbol objeto de evaluación, se ubicaron dos plantillas de 600 cm² (20x30 ojo de malla de 1x1) en la base (zona I) y dos plantillas de 600 cm² (20x30 ojo de malla de 1x1) en el tronco (zona II); con el fin de determinar la preferencia de las especies respecto a su localización dentro del árbol, se eligieron estas dos zonas ya que es donde se concentra la mayor diversidad de especies (Gradstein et al., 2003).

Fotografía 2-2 Plantilla utilizada para la caracterización de plantas no vasculares en veda



Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Se tomó la información sobre cada especie de planta no vascular registrada en los formatos de campo preestablecidos, se tomó registro fotográfico y se colectaron a partir del uso de una navaja (incluyendo en la muestra una pequeña porción de corteza); esta muestra se depositó en bolsas de papel marcadas con el número colección, se secó a temperatura ambiente durante dos días (en un lugar fresco, seco y ventilado), posteriormente los líquenes y los briofitos fueron enviados a los profesionales quienes estuvieron a cargo del proceso de determinación.

Los musgos y hepáticas se identificaron hasta nivel de especie usando tratamientos taxonómicos como los de Sharp et al. (1994), Churchill & Linares (1995), Buck (1998), Allen (2002) para musgos; Uribe y Aguirre (1997) y Gradstein & Costa (2003) para hepáticas. En la determinación taxonómica de líquenes se utilizaron las claves de Sipman disponibles en línea en el sitio web del Jardín Botánico de Berlín, así como la clave de Lücking & Rivas-Plata (2008) y algunas monografías publicadas en la serie Flora Neotropica.

2.4.5.5.3 Fase de análisis

Análisis florístico: Se determinó la composición, riqueza y abundancia a partir de la elaboración de gráficas y figuras en el programa Excel.

Estratificación vertical: Se realizó un análisis de tipo descriptivo sobre la preferencia de especies respecto a la zonificación de los árboles propuesta por Johansson (1974).

Preferencia de forófitos: Se realizó un análisis de tipo descriptivo sobre la preferencia de forófitos.

Análisis de completitud de muestreo: La completitud de un muestreo, se evalúa mediante la “cobertura de la muestra”, que mide la proporción que representan los individuos de cada especie en la muestra, con respecto al número total de individuos (López et. al, 2017). Para este caso puntual, la completitud se determinó a partir del número de especies (riqueza específica), el atributo más frecuentemente utilizado para describir una comunidad, porque es una medida rápida y sencilla de la diversidad (Gaston, 1996; Gotelli y Colwell, 2011).

La riqueza específica se calculó a partir de una curva de acumulación de especies (curva de rarefacción), con el uso del software Estimates®. Se usó el estimador Jackknife 1 ya que no asume homogeneidad ambiental en la muestra y Bootstrap y Chao 1 porque arrojan resultados más precisos al estimar la riqueza de muestreos con gran cantidad de especies raras.

Análisis de similitud: El análisis de cluster es una técnica cuya idea básica es agrupar un conjunto de observaciones en un número dado de clusters o grupos. Este agrupamiento se basa en la idea de distancia o similitud entre las observaciones. El presente proyecto se elaboró con base en el índice de Jaccard.

Índices de diversidad alfa: Son índices cuyos valores sirven para comparar agrupaciones biológicas

2.4.5.6 Fauna

2.4.5.6.1 Fase pre campo

a. Listados de especies probables

Previo al inicio de las actividades de campo se realizó una revisión documental con el fin de establecer un listado de especies de fauna vertebrada (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos) de distribución potencial en el área de influencia biótica de la Modificación No. 2, esta revisión documental contempló el Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto (radicado por TCE en agosto de 2019), publicaciones científicas, bases de datos, plataformas de ciencia ciudadana, reportes en el Sistema de Información de Biodiversidad de Colombia, entre otros.

b. Definición de estaciones de monitoreo

La definición de estaciones de muestreo para la caracterización de la diversidad (Riqueza, abundancia y composición) de fauna vertebrada (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la Modificación No.2 del proyecto UPME 07 – 2016, se realizó teniendo en cuenta la representación de las coberturas identificadas en el área de influencia del proyecto según la leyenda nacional de coberturas (IDEAM, 2010). Las coberturas identificadas en el área de influencia biótica del proyecto en la Modificación No.2 se listan en la Tabla 2-28.

Tabla 2-28. Coberturas presentes en las estaciones de muestreo del área de influencia biótica de la Modificación No.2 del proyecto UPME 07 de 2016 según la leyenda nacional de cobertura

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	CLC	COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
1. Territorios artificializados	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.2.1.1. Zonas industriales	1211	Zonas industriales	12,68	2,16
		1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	1221	Red vial y terrenos asociados	0,51	0,09
2. Territorios agrícolas	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios		211	Otros cultivos transitorios	15,58	2,65
	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios		231	Pastos limpios	152,95	26,06
		2.3.2. Pastos arbolados		232	Pastos arbolados	55,64	9,48
		2.3.3. Pastos enmalezados		233	Pastos enmalezados	9,17	1,56
3. Bosques y áreas seminaturales	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	3.1.1.1. Bosque denso alto	3111	Bosque denso alto	51,61	8,79
			3.1.1.2. Bosque denso bajo	3112	Bosque denso bajo	24,04	4,09
		3.1.5. Plantación forestal	3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	3152	Plantación de latifoliadas	200,86	34,22
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	3231	Vegetación secundaria alta	57,81	9,85
			3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	3232	Vegetación secundaria baja	5,46	0,93
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales		514	Cuerpos de agua artificiales	0,69	0,12
Total						587,00	100

Fuente: Refocosta, 2022

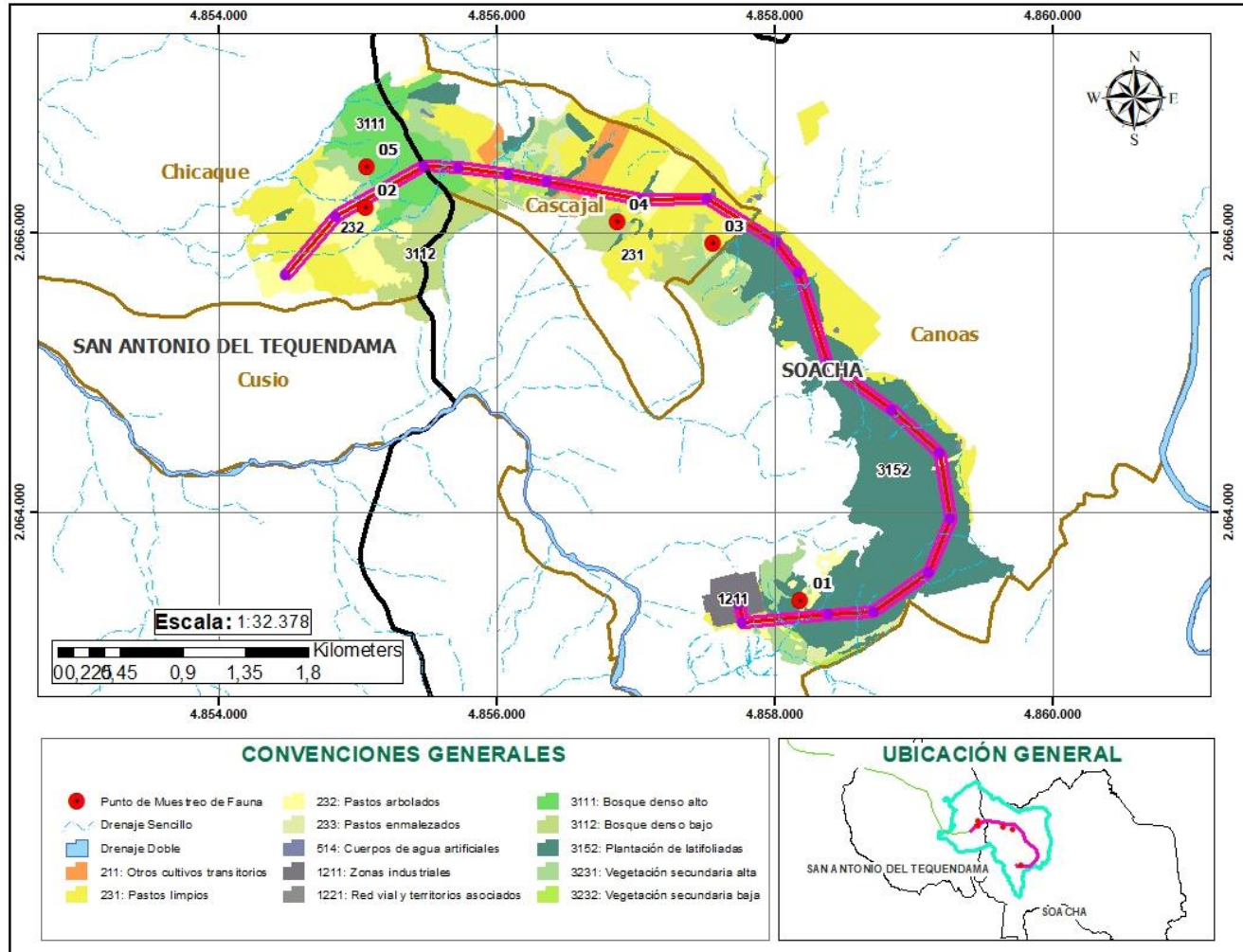
En el primer muestreo, realizado entre el 19 de noviembre y el 1 de diciembre de 2022, se seleccionaron tres estaciones de monitoreo (Veredas Chicaque, Cascajal y Canoas). De acuerdo a lo solicitado por ANLA en la información adicional Acta No 69 de 4 y 5 de agosto, relacionado con complementar el muestreo de fauna para los grupos de fauna y todas las unidades de cobertura, entre el 29 de agosto y el 8 de septiembre se realizó un segundo esfuerzo de muestreo en dos localidades (Chicaque y Cascajal), haciendo énfasis en las coberturas naturales (Bosque denso alto y bajo y vegetación secundaria alta y baja). Es importante mencionar que todas las coberturas se encuentran representadas en un único bioma, el Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental. Las estaciones seleccionadas, su ubicación y sus coberturas asociadas se relacionan en la Tabla 2-29.

Tabla 2-29. Estaciones de caracterización en el área de influencia de la Modificación No.2, ubicación y coberturas asociadas.

Estación	Municipio	Vereda	Coordenadas		Altitud (msnm)	Cobertura
			MAGNA-SIRGAS origen CTM12			
			Este	Norte		
1	Soacha	Canoas	4858437,31	2063471,46	2640	1211. Zonas industriales
						1221. Red vial y terrenos asociados
						231. Pastos limpios
						232. Pastos arbolados
						233. Pastos enmalezados
						3152. Plantación de latifoliadas
						3231. Vegetación secundaria alta
2	San Antonio del Tequendama	Chicaque	4855726,65	2066434,19	2150	3232. Vegetación secundaria baja
						231. Pastos limpios
						232. Pastos arbolados
						3111. Bosque denso alto
3	Soacha	Cascajal	4857418,42	2065949,69	2640	3231. Vegetación secundaria alta
						1221. Red vial y terrenos asociados
						231. Pastos limpios
						232. Pastos arbolados
						3112. Bosque denso bajo
						3152. Plantación de latifoliadas
						3231. Vegetación secundaria alta
						3232. Vegetación secundaria baja
4	San Antonio del Tequendama	Chicaque	4.855.231,14	2.066.290, 76	2278	514. Cuerpos de agua artificiales
						231. Pastos limpios
						232. Pastos arbolados
						3111. Bosque denso alto
5	Soacha	Cascajal	4.856.875,37	2.066.127,57	2695	3231. Vegetación secundaria alta
						231. Pastos limpios
						232. Pastos arbolados
						233. Pastos enmalezados
						3112. Bosque denso bajo
						3152. Plantación de latifoliadas
						3231. Vegetación secundaria alta

Fuente: Refocosta, 2022. Complementado SMAYD LTDA. 2022

Figura 2-34. Distribución espacial de las estaciones de muestreo de Fauna Al Biótica Mod2



Fuente: SMAYD LTDA., 2022

2.4.5.6.2 Muestreo en campo.

Todas las metodologías empleadas para la caracterización de fauna vertebrada (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en la Modificación No.2 se encuentran enmarcadas en el permiso de recolección de especímenes con fines de elaboración de estudios ambientales otorgado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales mediante la Resolución 01182 del 10 de julio de 2020 a la Empresa Reforestadora de la Costa S.A.S; el desarrollo de las actividades fue notificado a la autoridad para el periodo comprendido entre el 19 de noviembre y el 03 de diciembre de 2021. *La segunda fase de campo, realizada en agosto y septiembre de 2022, se encuentran enmarcadas en el permiso de recolección de especímenes con fines de elaboración de estudios ambientales otorgado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales mediante la Resolución 01636 del 1 de agosto de 2022 a la Empresa SMAYD LTDA.*

Las técnicas de muestreo utilizadas durante la segunda fase del monitoreo son las mismas utilizadas en el primer muestreo, y se describen a continuación. Los esfuerzos de muestreo para cada fase se presentan en el Capítulo 5. Caracterización del AI / 5.2. Biótico / 5.2.1.1.2 Fauna.

a. Herpetofauna.

La caracterización de la herpetofauna se desarrolló con base en la metodología general para la presentación de estudios ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018), con la cual se recolectó información de las especies de anfibios y reptiles presentes en el área del proyecto, mediante búsquedas generales sin restricciones (Heyer, Donnely, & Foster, 1994; Conservación Internacional, 2006) a lo largo de transectos no superiores a un kilómetro (Elzinga, Salzer, Willoughby, & Gibbs, 2021), prestando especial atención a los posibles sitios de refugio de la herpetofauna local, tales como cuerpos de agua, hojarasca, palizadas, troncos, etc. Cada individuo encontrado fue identificado y/o capturado para su registro, a fin de determinar la especie, sexo, longitud hocico-cloaca, masa corporal y otras medidas según la especie capturada. La determinación taxonómica de los ejemplares se realizó hasta el nivel más detallado posible, consultando diversas fuentes bibliográficas y teniendo en cuenta la taxonomía actualizada para anfibios (Frost, 2021) y reptiles (Uetz, Freed, Aguilar, & Hošek, 2021).

b. Ornitofauna.

Se utilizaron metodologías complementarias (registros visuales, auditivos y capturas con redes de niebla) para el muestreo de aves, en consideración a la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018), el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de diversidad del Instituto Alexander Von Humboldt (Villarreal, y otros, 2006) y el Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestre (Ralph, et al., 1996). Los individuos fueron identificados con base en Ayerbe (2019), Hilty (2021), McMullan (2021) y Restall, Rodner, & Lentino (2007); así como clasificados según la South American Classification Committee (SACC por sus siglas en inglés) (Ramsen, et al., 2021).

Teniendo en cuenta la efectividad de los métodos de muestreo para alcanzar el objetivo de caracterizar la avifauna del entorno (Polanco, Ospina Duque, Arango Giraldo, Snaider, & Marín Gómez, 2015), el método principal de caracterización de aves fueron los recorridos en transectos no lineales (Ralph, et al., 1996; Ralph, Droege, & Sauer, 1995) dichos recorridos se realizaron por un periodo de 3 horas a 4 horas (Sutherland, 2006) durante las cuales se registraron todas las aves observadas y detectadas auditivamente en un radio de 50 metros (Elzinga, Salzer, Willoughby, & Gibbs, 2021; Sutherland, 2006).

Adicionalmente, se registró el tipo de vegetación, las condiciones ambientales del área, así como de cada ave observada, escuchada, grabada, y desplazamiento social (bandada mono-específica o mixta y número de individuos) o solitario de cada una de las aves observadas; finalmente se desarrollaron búsquedas intensivas durante los recorridos con el fin de incrementar la probabilidad de detección de aves inconspicuas y silenciosas. Por otro lado, como método complementario y con el fin de incrementar la probabilidad de detección de aves inconspicuas y silenciosas, se usaron redes de niebla de 12m x 2.5m (30m²) con ojo de malla de 15mm, ubicadas en sitios estratégicos alrededor de cada estación de muestreo. Se usaron entre 12 y 13 redes de niebla (4320m²) ubicadas en un área no superior a 4 ha por estación de muestreo con el fin de mantener una densidad máxima de 1,2 redes por hectárea (Sutherland, 2006; Ralph, Dunn, Peach, & Handel, 2004); estas fueron abiertas en horas de la mañana y de la tarde, de acuerdo con los picos de mayor actividad de las aves, es decir, permanecieron abiertas entre las 6:00-9:00 y las 15:30- 18:00 (Villarreal, y otros, 2006); por lo tanto, el esfuerzo de muestreo previsto con redes de niebla es de 66 horas/red diarias de muestreo, es decir, 264 horas/red de esfuerzo total acumulado para esta técnica por estación de muestreo, durante los cuatro días de muestreo.

Fotografía 2-3 Procesamiento de individuos capturados, registro fotográfico.



Fuente: Refocosta, 2022

Las redes fueron revisadas en intervalos de 15-20 minutos según el nivel de actividad que se presente en la estación de muestreo y las condiciones climáticas (Elzinga, Salzer, Willoughby, & Gibbs, 2021). A los individuos capturados se les tomó registro fotográfico y datos de edad, sexo, reproducción y estado del plumaje (Ralph, Droege, & Sauer, 1995) y medidas morfométricas como longitud alar (LA), culmen total (CT) y longitud del tarso (LT).

c. Mastofauna.

El monitoreo de la mastofauna del área se desarrolló con base en la metodología general para la presentación de estudios ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018). Para el caso de los mamíferos se realizaron recorridos no sistémicos en el área de influencia de al menos 1 kilómetro de longitud (Elzinga, Salzer, Willoughby, & Gibbs, 2021), con el fin de buscar rastros (huellas, heces, senderos, osaderos y refugios principalmente) o encuentros fortuitos. Adicionalmente, se utilizaron métodos de muestreo directos y complementarios entre sí, como trampas Sherman (8 x 8 x 24 cm) cámaras trampa y trampas Tomahawk en sitios estratégicos buscando la mayor probabilidad de captura, estas

fueron cebadas con una mezcla de mantequilla de maní, avena en hojuelas y esencia de banano o de acuerdo con el grupo foco de estudio.

En cada estación de muestreo se usaron un total de 50 trampas Sherman, que estuvieron activas 24 horas al día desde el momento de su instalación hasta el momento en que se retiraron, las trampas fueron revisadas todos los días en las primeras horas de la mañana; por otro lado, se usaron siete (7) trampas Tomahawk que estuvieron activas 24 horas desde el momento de su instalación hasta el momento en que fueron retiradas, e instalación de siete (7) cámaras trampa que al igual que las trampas Sherman y Tomahawk estuvieron activas durante 24 horas al día desde el momento de su instalación (Vargas-Ramírez, Colmenares-Pinzón, & Serrano-Cardozo, 2018; Sutherland, 2006).

Fotografía 2-4 Instalación de trampas Tomahawk.



Fuente: Refocosta, 2022

Finalmente se realizó el muestreo de mamíferos voladores usando redes de niebla (12m x 2,5 m, ojo de malla de 15mm) y búsquedas de refugios. Se usaron entre 9 o 10 redes de niebla por estación de muestreo, las cuales estuvieron activas entre las 17:30 y 20:30 horas en cada estación de muestreo (Bracamonte, 2018).

Dichas redes de niebla fueron instaladas entre la vegetación nativa, en sitios estratégicos para los murciélagos (quebradas, senderos y cañadas entre otros), vale la pena resaltar que la ejecución de los muestreos nocturnos estuvo sujeta a las condiciones climáticas presentadas en la zona durante la ejecución de las actividades. Por su parte, en la estación de muestreo 02 no fue posible realizar el muestreo nocturno de mamíferos voladores, debido a las condiciones de seguridad presentadas en el lugar y previa recomendación de propietarios y autoridades.

Fotografía 2-5 Metodología de redes de niebla para muestreo de mamíferos voladores.



Fuente: Refocosta, 2022

Una vez obtenida la información de los individuos presentes, bien sea por registros indirectos (rastros) o directos (encuentro o captura), fueron identificados con base en la experiencia del investigador y el soporte de bibliografía especializada (Morales Jiménez, Sánchez, Poveda, & Cadena, 2004; Tirira, 2007; Aranda, 2000; Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016). Cada individuo fue capturado de forma temporal con el fin de registrar su sexo, etapa de vida, medias morfométricas a criterio del investigador y peso.

2.4.5.6.3 Tratamiento de datos.

Para el análisis de información se elaboró una base de datos con la información recolectada en campo como información taxonómica (Especie, familia, orden), medidas morfométricas, método de identificación, ubicación del registro, cobertura asociada y datos ecológicos (Estado de conservación, migración, dieta, distribución altitudinal, uso y abundancia). Los datos fueron analizados mediante los siguientes procedimientos.

a. Esfuerzo de muestreo

La intensidad de los muestreos efectuados con las diferentes técnicas de campo puede ser evaluada a partir del esfuerzo. Para los recorridos de observación de herpetos, aves y mamíferos el esfuerzo de muestreo (E) se calculó multiplicando el tiempo de duración del recorrido, por la longitud total del recorrido. Así, el resultado se expresa en horas-km:

$$E(\text{recorridos}) = \text{tiempo (horas)} \times \text{distancia(kilometro)}$$

Ecuación 1. Esfuerzo de muestreo en transectos de observación.

El éxito de muestreo (Em) corresponde a la relación entre el número de avistamientos obtenidos y el esfuerzo (E) en cada uno de los recorridos.

El esfuerzo de muestreo en la técnica de redes de niebla, tanto para aves como mamíferos fue calculado como el producto de la relación la longitud total de las redes sobre la longitud de una red (12m) y el total de horas activas, de la siguiente forma:

$$E(\text{redes}) = \frac{\text{Longitud total de las redes (m)}}{12 \text{ metros}} \times \text{horas activas}$$

Ecuación 2. Esfuerzo de muestreo en redes.

El esfuerzo de muestreo para los sistemas de trapeo de mamíferos (Trampas Sherman, trampas Tomahawk y cámaras trampas se calculó como el producto el número total de trampas y las horas en las que estas estuvieron activas de la siguiente forma.

$$E(Trampas) = \text{Numero de trampas} * \text{numero de horas activas}$$

Ecuación 3. Esfuerzo de muestreo en sistemas de trapeo de mamíferos.

b. Curvas de acumulación de especies y representatividad.

Para determinar la representatividad del muestreo de las aves, mamíferos, anfibios y reptiles, se construyeron curvas de acumulación de especies con los estimadores no paramétricos basados en presencia/ausencia (Chao 2, Jack-Knife 1, Jack-Knife 2 y Bootstrap) de las especies registradas (Villarreal, y otros, 2006) basados en presencia-ausencia y la abundancia. Las curvas de acumulación de especies fueron elaboradas con el software EstimateS (Colwell, 2013) para cada grupo taxonómico (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos) agrupando todas las técnicas de muestreo utilizadas.

Adicionalmente, fueron calculados los porcentajes representatividad, como la relación entre la riqueza observada y la riqueza esperada determinada por cada uno de los estimadores anteriormente mencionados, considerando un valor del 80% como representativo.

c. Análisis de estructura.

Diversidad alfa: Para el análisis de la diversidad alfa de fauna terrestre en el área de influencia de la Modificación No.2 se consideró la riqueza, abundancia absoluta y abundancia relativa, adicionalmente, se calcularon los índices ecológicos de diversidad de equidad de Shannon-Weiner y dominancia Simpson 1-D. Estos índices se calcularon en el programa estadístico EstimateS versión 9 y Past versión 4.03 (Villarreal, y otros, 2006).

Diversidad beta: Para el análisis de diversidad Beta, se realizó un análisis de grupos o clúster utilizando los índices de similitud de Bray-Curtis y Jaccard, esto con el fin de expresar el grado de similitud que presentan las coberturas asociadas a las estaciones de muestreo basadas en la presencia o ausencia de especies registradas (Villarreal, y otros, 2006).

d. Especies de interés especial.

Con el fin de determinar las categorías de importancia para la conservación de las especies registradas se consultaron fuentes nacionales e internacionales de información como la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) y los listados de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2021). Adicionalmente, se consultó información de las especies sujetas a comercio ilegal internacional consignadas en los apéndices de la CITES-Convención Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (UNEP-WCMC, 2019).

También se consultaron fuentes bibliográficas que permitieran establecer cuáles de las especies tienen rangos de distribución restringida, endémica o casi endémica (Chaparro-Herrera, Echeverry-Galvis, Córdoba-Córdoba, & Sua-Becerra, 2013; Ayerbe, 2019). Finalmente, se revisó el plan nacional de especies migratorias (Naranjo & Amaya, 2009; Avendaño, y otros, 2017) con el fin de establecer cuales especies presentaban esta condición.

2.4.5.7 Ecosistemas acuáticos

2.4.5.7.1 Etapa precampo

Se realizó un trabajo previo a la salida de campo correspondiente a la revisión de la cartografía base de la hidrología del sector y determinación de los puntos de muestreo, teniendo en cuenta los estudios previos realizados en el área de influencia.

Las corrientes hídricas superficiales caracterizadas se sitúan en los municipios de San Antonio del Tequendama y Soacha en el departamento de Cundinamarca, las coordenadas de los puntos de muestreo se relacionan en la Tabla 2-30 Ubicación geográfica de los sitios de muestreo establecidos para la caracterización hidrobiológica .

Tabla 2-30 Ubicación geográfica de los sitios de muestreo establecidos para la caracterización hidrobiológica

Punto de monitoreo	COORDENADAS CTM – 12 Origen único		Municipio	Departamento
	Este	Norte		
MA-1	4854297,957	2066377,762	San Antonio del Tequendama	Cundinamarca
MA-2	4856003,104	2067075,445	Soacha	Cundinamarca
MA-3	4857409,007	2062736,042	Soacha	Cundinamarca

Fuente: SGI, 2021. Adaptado por SMAYD LTDA, 2022

2.4.5.7.2 Etapa de campo

El monitoreo hidrobiológico realizado a las corrientes hídricas superficiales efectuó durante el mes de febrero de 2022 por la empresa Servicios Geológicos Integrados LTDA, S.G.I LTDA, la cual se encuentra debidamente acreditada por medio de la Resolución 0791 del 21 de mayo de 2015, extendida por la Resolución 1628 del 26 de diciembre de 2019, ambas expedidas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes.

Una vez identificados los sitios para la toma de cada una de las muestras, se ejecutaron los procedimientos establecidos para cada comunidad, luego, se procedió a la preservación de las muestras. Posteriormente, las muestras hidrobiológicas fueron enviadas al laboratorio SGI Consultoría e Ingeniería S.A.S., localizado en la ciudad de Bogotá, el cual se encuentra acreditado por el IDEAM bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005, según Resolución No. 2438 del 10 de noviembre de 2015 (Anexo A2.5 Acreditación SGI).

2.4.5.7.3 Etapa poscampo

En el Anexo 5.2.1.2_1 se adjuntan los reportes de los resultados de los monitoreos hidrobiológicos realizados en los cuatro (3) puntos aplicables en la Modificación 2.

2.4.5.8 Ecosistemas sensibles, estratégicos y/o áreas protegidas

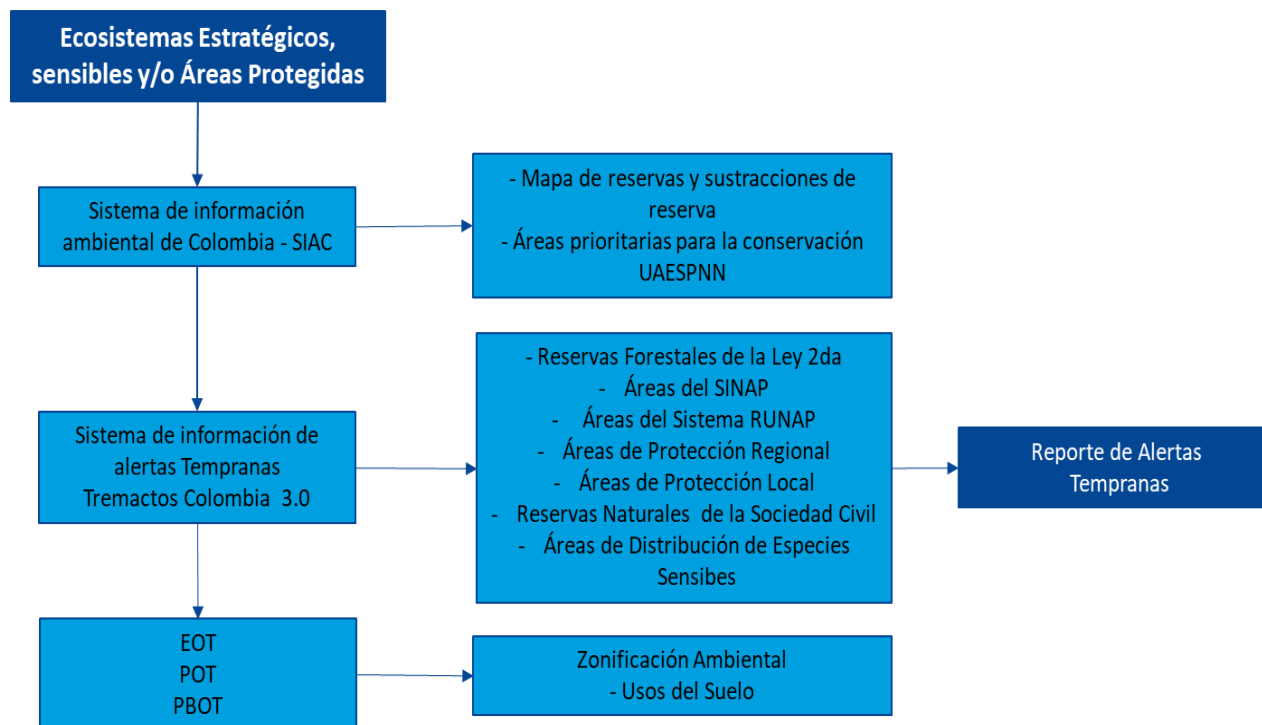
La metodología para la identificación y caracterización de las áreas de influencia del Proyecto comprendió el análisis de información cartográfica, reglamentación jurídica y características bióticas de las áreas sensibles, estratégicas y/o protegidas identificadas dentro del área de influencia del medio biótico.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en sus “Términos de Referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica – TdR-17, cataloga y define los ecosistemas estratégicos, sensibles y/o protegidos, que deben ser tenidos en cuenta en la elaboración de este tipo de estudios, de la siguiente manera:

- Áreas protegidas que pertenezcan al Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP, según lo dispuesto por el Decreto 1076 de 2015.
- Otras categorías de protección y manejo de los recursos naturales renovables reguladas por la Ley 2da de 1959, el Decreto – Ley 2811 de 1974, o por la Ley 99 de 1993 y sus reglamentos, así como otros instrumentos de ordenamiento/planificación, que no pertenezcan al Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP.
- Ecosistemas estratégicos identificados a nivel local, regional, nacional y/o internacional (p.e. bosque seco tropical, humedales, páramos, manglares, ciénagas, humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención RAMSAR). Se debe tener en cuenta los Planes de Ordenamiento Territorial respectivos.
- Áreas con prioridades de conservación que se encuentren en proceso de declaración para integrar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas o para ser reconocidas como estrategias complementarias para la conservación de la diversidad biológica, como los Sitios Ramsar, Reservas de la Biósfera, AICAS y Patrimonio de la Humanidad.

Cabe indicar que para el desarrollo del Proyecto se entienden las áreas protegidas como aquellas áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas y que cuentan con reglamentación jurídica, establecidas en el Decreto 2372 de 2010 (MAVDT hoy MADS). En la Figura 2-35, se presenta de manera esquemática la metodología a emplear para el desarrollo de este apartado.

Figura 2-35 Metodología para la identificación de ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas



Fuente: (EIA - TCE, 2019)

Los ecosistemas sensibles comprenden aquellas áreas con distinciones internacionales (Artículo 28 del Decreto 2372 de 2010 MADS), entre las cuales se encuentran sitios RAMSAR, Reservas de la Biosfera, AICAS y Patrimonio de la humanidad (Artículo 2.2.2.1.3 Decreto 1076 de 2015), no son categorías de áreas de manejo de áreas protegidas, sino estrategias complementarias de conservación de la diversidad biológica. Las autoridades encargadas de la designación de áreas protegidas deberán priorizar estos sitios atendiendo a la importancia internacional reconocida con la distinción, con el fin de adelantar acciones de conservación que podrían incluir su designación, con el fin de adelantar acciones de conservación que podrán incluir su designación bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto (Artículo 2.2.2.1.3.7 Decreto 1076 de 2015).

Los ecosistemas estratégicos según Márquez (2003), se definen como: “las partes diferenciables del territorio donde se concentran funciones naturales de las cuales depende, de manera especial y significativa, bienes y servicios ecológicos vitales para el mantenimiento de la sociedad y la naturaleza”. Para el presente estudio, se entendieron como las zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de aguas y zonas de recarga de acuíferos. Como áreas de especial importancia ecológica gozan de protección especial, por lo que las autoridades ambientales deberán adelantar las acciones tendientes a su conservación y manejo, las que podrán incluir su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el Artículo 29 del Decreto 2372 de 2010 MADS.

De otra parte, el AUTO-05671 del 30 de noviembre de 2017 de la ANLA “Por el cual se define una alternativa para el Proyecto Segundo refuerzo de Red Oriental: Línea de Transmisión Nueva Esperanza / La Virginia 550 kV y se toman otras disposiciones” establece la importancia de relacionar los determinantes ambientales establecidos en los Planes de Ordenamiento Municipales, por cuanto se incorpora dentro del mismo el análisis de los suelos de protección y sus determinantes, enmarcados en el numeral 4.1 parágrafo c) Tener en cuenta para la zonificación ambiental del Proyecto los suelos de protección y demás determinantes ambientales definidos en el Ordenamiento Territorial municipal que integran el área de influencia indirecta.

Tomando en cuenta lo anterior, en el presente estudio se tuvo en cuenta, los suelos de protección establecidos en el artículo 2.2.2.1.2.11 del Decreto 1076 de 2015: está constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las clases de suelo de que trata la Ley 388 de 1997 y que tiene restringida la posibilidad de urbanizarse debido a la importancia estratégica para la designación o ampliación de áreas protegidas públicas o privadas, que permitan la preservación, restauración o uso sostenible de la biodiversidad, de importancia municipal, regional o nacional.

Para el presente complemento de estudio, comprenden los determinantes ambientales, tal y como se establece en el artículo 2.2.2.1.2.10 del Decreto 1076 de 2015: La reserva, alinderación, declaración, administración y sustracción de las áreas protegidas bajo las categorías de manejo integrantes del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, son determinantes ambientales y por tanto normas de superior jerarquía que no pueden ser desconocidas, contrariadas o modificadas en la elaboración, revisión y ajuste y/o modificación de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios y distritos de acuerdo a la Constitución y a la Ley.

En virtud de lo anterior, en la Tabla 2-31, se relacionan las categorías que fueron analizadas en el documento según su grado de importancia ambiental: áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y sensibles.

Tabla 2-31 Áreas Protegidas establecidas en el Decreto 1076 de 2015

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Áreas Protegidas	Áreas Protegidas Públicas	Sistema de Parques Nacionales Naturales	El Sistema de Parques Nacionales Naturales forma parte del SINAP y está integrado por los tipos de áreas consignados en el Artículo 329 del Decreto – Ley 2811 de 1974: a. Parque Nacional: Área de extensión que permita su autorregulación ecológica y cuyos ecosistemas en general no han sido alterados sustancialmente por la explotación u ocupación humana, y donde las especies vegetales de animales, complejos geomorfológicos y manifestaciones históricas o culturales tiene valor científico, estético y recreativo nacional y para su perpetuación se somete a un régimen adecuado de manejo. b. Reserva Natural: Área en la cual existen condiciones primitivas de flora, fauna y gea, y está destinada a la conservación, investigación y estudio de sus riquezas naturales. c. Área Natural Única: Área que, por poseer condiciones especiales de flora o gea es escenario natural raro. d. Santuario de Flora: Área dedicada a preservar especies o comunidades vegetales de animales silvestres, para conservar recursos genéticos de flora nacional. e. Santuario de Fauna: Área dedicada a preservar especies o comunidades animales silvestres, para conservar recursos genéticos de la fauna nacional. f. Vía Parque: Faja de terreno con carretera, que posee bellezas panorámicas singulares o valores naturales o culturales,



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La
Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07-2016

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
			conservada para fines de educación y esparcimiento.
		Reservas Forestales Protectoras	Espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los calores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos para su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales.
		Parque Natural Regional	Espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional, mantienen la estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlas a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.
		Distritos de Manejo Integrado	Espacio geográfico, en el que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.
		Áreas de Recreación	Espacio geográfico en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional, mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación y cuyos valores naturales y culturales asociados, se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute.
		Distritos de Conservación de Suelos	Espacio geográfico cuyos ecosistemas estratégicos en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcancen de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación y conocimiento y disfrute.
	Áreas Protegidas Privadas	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Parte o todo del área de inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que por la voluntad de su propietario se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación a largo plazo. En el presente estudio solo serán contempladas aquellas áreas de Reserva de la Sociedad Civil que hagan parte del SINAP.

Fuente: Artículo 329 del Decreto – Ley 2811 de 1974, Decreto 1076 de 2015 recopilado por SMAYD LTDA., 2022

Tabla 2-32 Otras categorías de protección y manejo de recursos naturales

CATEGORÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Otras categorías de protección	Ley 2da de 1959	Por el cual se dictan las normas sobre economía forestal de la nación y conservación de los recursos naturales renovables. En su artículo 1, se establece que, para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, se establecen con carácter de "Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General".
	Sistemas Regionales de Áreas Protegidas (SIRAP)	El Sistema Regional de Áreas Protegidas se constituye en la unidad básica de SINAP, que busca articular las iniciativas de conservación del nivel regional y local dentro de un sistema que permita atender las necesidades de conservación de la biodiversidad y asegurar para las generaciones presentes y futuras la oferta de bienes y servicios ambientales.
	Sistemas Departamentales de Áreas Protegidas (SIDAP)	El Sistema Departamental de Áreas Protegidas busca articular las iniciativas de conservación del nivel departamental en donde diversos departamentos han adelantado acciones de conservación de la biodiversidad

Fuente: Ley 2da de 1959, Artículo 2.2.2.1.1.8 Decreto 1076 de 2015 recopilado por SMAYD LTDA., 2021

Tabla 2-33 Ecosistemas Sensibles establecidos en el Decreto 1076 de 2015

CATEGORÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Ecosistemas Sensibles	Sitios Ramsar	Los sitios RAMSAR se designan por que cumplen con los criterios para la identificación de Humedales de Importancia Internacional. El primer criterio se refiere a que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica.
	Reservas de la Biósfera	Las reservas de la biosfera son zonas compuestas por ecosistemas terrestres, marinos y costeros, reconocidos por el Programa sobre el Hombre y la Biosfera de la UNESCO. En cada una de ellas se fomentan soluciones para conciliar la conservación de la biodiversidad con su uso sostenible, el desarrollo económico, la investigación y la educación. Las reservas de la biosfera cumplen tres funciones complementarias: Conservación, desarrollo y apoyo logístico.
	AICAS	Es un estándar internacional que hace referencia a un "Área Importante para la Conservación de las Aves". En Colombia y el mundo las AICA se identifican atendiendo criterios técnicos que consideran la presencia de especies de aves que son prioritarias para la conservación.
	Patrimonio de la Humanidad	La convención de 1972 para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural establece que ciertos lugares de la tierra con "Valor universal excepcional" pertenecen al patrimonio común de la humanidad. La Convención es única, porque liga el concepto de conservación de la naturaleza con la preservación de los sitios culturales.

Fuente: Decreto 1076 de 2015 recopilado por SMAYD LTDA., 2022

Tabla 2-34 Ecosistemas Estratégicos establecidos en el Decreto 1076 de 2015

CATEGORÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Ecosistemas Estratégicos	Páramos	Unidad ecológica zonal con ausencia de elementos arbóreos. Zona de vida, bioma o complejo de ecosistemas de alta montaña localizado por encima del límite altitudinal del bosque montano alto.
	Subpáramos	Vegetación de porte enano, sujeta a fuertes vientos, que inicia el ecosistema de paramo en la alta montaña ecuatorial.
	Humedales	Los humedales son vitales para la supervivencia humana. Son uno de los entornos más productivos del mundo y son, cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir.
	Nacimientos de Agua	Corresponde a una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas. Puede ser permanente o temporal y se origina en la filtración de agua que penetra en un área y emerge en otra.
	Zonas de Recarga de Acuíferos	La zona de recarga (o área de recarga) es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual, por las condiciones climatológicas, geológicas y topográficas, una gran parte de las precipitaciones se infiltran en el suelo, llegando a recargar los acuíferos en las partes más bajas de la cuenca.
	Lagunas y/o Lagos	Son depresiones en la superficie terrestre que contienen aguas estancadas, drenadas en muchos casos por ríos.

Fuente: Artículo 29 del Decreto 2372 de 2010 del MADS recopilado por SMAYD LTDA., 2022

La Ley 388 de 1998 señaló actividades relacionadas con las áreas protegidas en los tres componentes de los POT: general, urbano y rural. Dentro del componente general la Ley 388 incluye: el señalamiento de las áreas de reserva y medidas para la protección del ambiente, conservación de los recursos naturales y defensa del paisaje, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 99 de 1993 y el Código de Recursos Naturales en su artículo 12. Entre los temas que hacen parte del componente urbano está la delimitación de las áreas de protección de los recursos naturales y paisajísticos.

Con la revisión de los Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial se buscó identificar las áreas que desde el ordenamiento territorial sean definidas como suelos de conservación, sin embargo el Decreto 2201 de 2003 que reglamenta el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, en su artículo 2 señala que en los planes de Ordenamiento Territorial de los municipios y distritos, en ningún caso serán oponibles a la ejecución de Proyectos obras o actividades consideradas por el legislador de utilidad pública e interés social, cuya ejecución corresponda a la nación.

Se tendrán en cuenta las categorías de Suelos de Protección definidos en el Decreto 3600 de 2007, en el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinaciones de ordenamiento del suelo rural. Las categorías definidas corresponden al Artículo 4 de protección de suelo rural, como se expone en la Tabla 2-35.

Tabla 2-35 Suelos de Protección definidos en el Decreto 3600 del 2007

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	NOMBRE
Suelos de Protección (Artículo 4)	Áreas de Conservación y Protección Ambiental	Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas
		Áreas de Reserva Forestal
		Áreas de manejo Especial
		Áreas de especial importancia ecosistema (tales como: páramos y subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna.)
	Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de los recursos naturales	Incluye los terrenos que deban ser mantenidos y preservados por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales o de explotación de recursos naturales. De conformidad con lo dispuesto en el parágrafo del artículo 3° del Decreto 097 de 2006, en estos terrenos no podrán autorizarse actuaciones urbanísticas de subdivisión, parcelación o edificación de inmuebles que impliquen la alteración o transformación de su uso actual. Dentro de esta categoría se incluirán, entre otros, y de conformidad con lo previsto en el artículo 54 del Decreto-ley 1333 de 1986, los suelos que, según la clasificación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, pertenezcan a las clases I, II y III, ni aquellos correspondientes a otras clases agrológicas, que sean necesarias para la conservación de los recursos de aguas, control de procesos erosivos y zonas de protección forestal
	Áreas e inmuebles considerados como patrimonio cultural	Incluye, entre otros, los sitios históricos y arqueológicos y las construcciones o restos de ellas que hayan sido declarados bienes de interés cultural en los términos de la Ley 397 de 1997 y las normas que la adicionen, modifiquen o sustituyan.
	Áreas del sistema de servicios públicos domiciliarios	Dentro de esta categoría se localizarán las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras primarias para la provisión de servicios públicos domiciliarios, con la definición de las directrices de ordenamiento para sus áreas de influencia.
	Áreas de amenaza y riesgo	Incluye las zonas que presentan alto riesgo para la localización de asentamientos humanos por amenazas o riesgos naturales o por condiciones de insalubridad.

Fuente: Tomado del Decreto 3600 del 2007 por SMAYD LTDA., 2022

Otro de los elementos que fueron analizados en el presente estudio y que hace parte de los determinantes ambientales de mayor jerarquía, correspondió a los POMCA (Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas) de aquellas cuencas que cuenten con esta información.

El desarrollo del documento fue desarrollado a partir de la recolección de tres etapas: 1) recolección de información secundaria, 2) Verificación de la Presencia de Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas Protegidas y 3) análisis y procesamiento de la información, como se establece a continuación.

2.4.5.8.1 Recopilación y análisis de información secundaria

Consistió en la revisión de información secundaria, la cual se dividió en dos etapas: Recopilación de fuentes de información geográfica y Correspondencia a entidades.

La primera abarco la revisión de Sistemas de Información Ambiental Nacionales tales como:

- Tremarctos Colombia 3.0 Sistema de Información de Alertas Tempranas. Mediante el cual, Rodríguez-Mahecha; Arjona-Hincapié, T. Muto, J. N. Urbina-Cardona, P. Bejarano-Mora, C. Ruiz-Agudelo, M.C. Díaz Granados, E. Palacios, M.I. Moreno, A. Gómez &. Geothinking Ltda. 2015. Ara Colombia. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de la Gestión Institucional Estatal (Módulo OtusColombia) y la Afectación a la Biodiversidad Sensible y al Patrimonio Cultural (Módulo Tremarctos-Colombia). Versión 2.0 (28; 01; 2013) Conservación Internacional-Colombia, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, CAR, UPME y Ministerio de Minas. Sistema de información en línea disponible en <http://www.tremarctoscolombia.org/otros>, establecieron un sistema que evalúa y analiza preliminarmente diferentes capas con el propósito de establecer la superposición y alertas sobre posibles afectaciones a la biodiversidad.
- GEOVISOR Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC (herramienta elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, contiene información cartográfica de entidades tales como: IDEAM, Instituto HUMBOLDT, Parques Nacionales Naturales de Colombia, INVEMAR, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y ANLA)
- Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP (se estableció en concordancia a las disposiciones del Decreto 2372 de 2010 y se encuentra coordinado por el SINAP).

A continuación, se exponen cada una de las capas que fueron analizadas respecto a las áreas de influencia del presente estudio:

2.4.5.8.2 Verificación de la Presencia de Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas Protegidas

La identificación de ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas, mediante el cual se recolectó información fotográfica, coordenadas (Datum Magna Sirgas Origen Nacional) y se revisaron criterios físicos, tales como: Pendiente, Clima, Recurso hídrico asociado y características bióticas tales como: Cobertura de la tierra asociada, Nombre de las especies más representativas, fauna asociada y Problemáticas ambientales y actuaciones antrópicas asociadas, con el propósito de establecer las características actuales de las mismas dentro del área. Se incluyó una descripción del estado actual del área protegida y/o ecosistema sensible identificado, con el propósito de establecer la realidad del territorio.

2.4.5.8.3 Análisis y Procesamiento de Información

Finalmente, se revisó tanto la información secundaria respecto a la recolectada en campo y se analizaron cada una de las áreas protegidas, sensibles y/o estratégicas previamente establecidas y se procedió a la descripción de cada una y su incidencia dentro del área de influencia del Proyecto.

En términos de cartografía, se procedió a revisar la información secundaria y se generaron capas temáticas para el análisis de la incidencia y áreas de importancia dentro del área de influencia del Proyecto y se revisó la información de usos del suelo de los municipios presentes dentro del área de influencia del Proyecto.

2.4.6 Caracterización del Medio Socioeconómico

Para la formulación de la presente metodología se tuvieron cuenta los Términos de Referencia (TdR-17 de 2018) del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (en adelante MADS) a través de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (en adelante ANLA) para la elaboración Estudio de Impacto Ambiental (EIA) – El Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica, así como la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales, emitida por la misma entidad en el año 2018.

La caracterización del medio socioeconómico para la Modificación No. 2 del Complemento del Estudio de Impacto Ambiental del “Proyecto Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de Transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV UPME 07 2016”, en adelante Modificación No. 2, está basado en su mayoría en los datos y metodologías desarrolladas en el EIA -2019 del Proyecto, lo anterior teniendo en cuenta que las obras y actividades incluidas en la Modificación No.2 se desarrollan en las mismas Unidades territoriales del AI del Proyecto, por lo que se considera vigente la información.

La caracterización del medio socioeconómico incluye de forma transversal la Participación y Socialización con las Comunidades, así como el desarrollo de las diferentes componentes que permiten caracterizar el área de influencia. Lo anterior, contribuyó a su vez a generar los demás aspectos requeridos para el desarrollo del estudio que incluyó, entre otros: zonificación ambiental, identificación de los impactos generados por la Modificación No.2, definición de las acciones o medidas de manejo para su control, mitigación, corrección o compensación, y programa de seguimiento y monitoreo.

En el presente apartado se relacionan las actividades o pasos que se siguieron desde el inicio de la etapa pre-campo, en la cual se identificaron los aspectos fundamentales para el desarrollo del estudio, incluyendo la definición de las áreas de influencia y determinación de los instrumentos metodológicos para la recopilación de información; continuando con la etapa de campo, durante la cual se desarrollaron las diferentes estrategias de relacionamiento con grupos de interés, en el marco de los lineamientos de participación y se realizó el reconocimiento del área de estudio. Finalmente, durante la etapa post-campo se procesó, validó y analizó la información recopilada, con el fin de elaborar cada uno de los aspectos del medio social. Las diferentes actividades descritas en el presente apartado garantizaron el adecuado desarrollo del medio socioeconómico, dando cumplimiento a la normatividad ambiental vigente; así mismo, incluyó la consecución de toda la información requerida para la elaboración del complemento del EIA.

El proceso metodológico planteado, fue diseñado teniendo en cuenta los parámetros establecidos en los TdR-17 de 2018, y la legislación colombiana en materia de Participación Ciudadana; para hacer partícipes a los distintos Grupos de Interés identificados, tales como: autoridades regionales, departamentales y municipales, comunidad en general y propietarios de predios a intervenir, es válido aclarar que si bien el proceso involucra a los diferentes actores antes mencionados, no implica que todos se asuman como parte del área de influencia.

Es así como en el marco de la Modificación No.2, se desarrollaron los lineamientos de participación y socialización con los Grupos de Interés identificados en el AI, en este sentido se realizaron tres (3) momentos metodológicos garantizando los siguientes propósitos; en la **Figura 2-36** muestra el diseño metodológico:

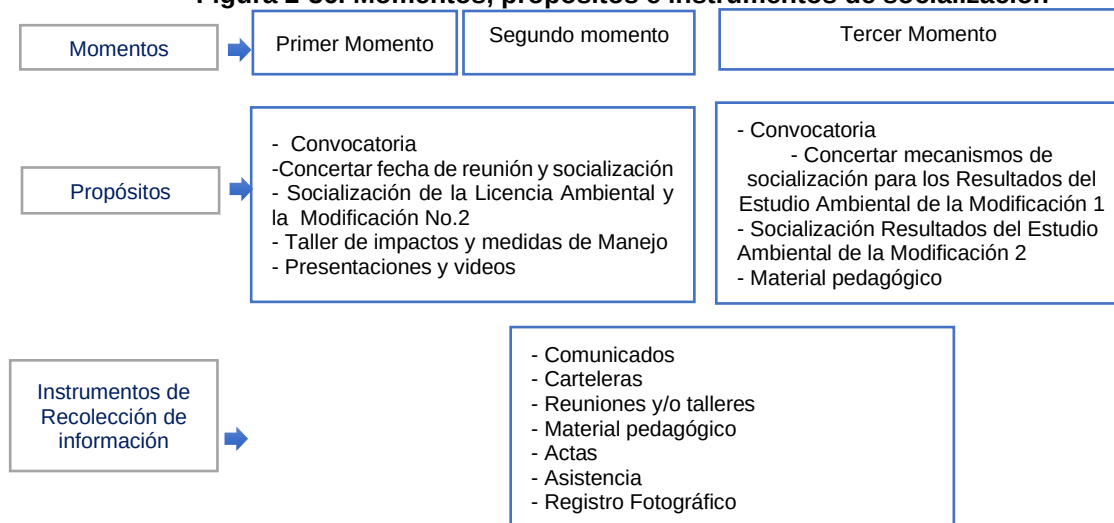
- (i) **Primer Momento:** Socialización de la información relacionada con las características técnicas, actividades y obras incluidas en la Modificación No. 2
- (ii) **Segundo Momento:** Espacios de participación durante el desarrollo del Complemento del Estudio de Impacto Ambiental de la Modificación No.2, en los cuales se recibió retroalimentación sobre las actividades y obras incluidas en la Modificación No.2 y la identificación de impactos y medidas de manejo por parte de la comunidad.

- (iii) **Tercer Momento:** Socialización de los resultados del Complemento del Estudio de Impacto Ambiental de la Modificación No.2, de manera previa a la radicación del mismo en la Autoridad Ambiental.

El desarrollo de este proceso de participación y socialización con los Grupos de Interés, da cumplimiento a los términos de referencia TdR-17 de 2018 emitidos través de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (en adelante ANLA), para la elaboración del presente documento y que son referente a proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica, además se tienen en cuenta los parámetros establecidos en el Decreto 1076 de 2015, en su Título II Gestión Ambiental - Capítulo 3 - Sección 3, Artículo 2.2.2.3.3.3 Participación de las comunidades el cual reza: “Se deberá informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el estudio de impacto ambiental, cuando se consideren pertinentes, los aportes recibidos durante este proceso” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Se aclara que el AI del Proyecto presentada en el EIA 2019 la cual fue complementada en la Resolución 170 de 2021 y ratificada en la Resolución 1363 de 2021, la misma se mantiene para las obras y actividades incluidas en la Modificación No. 2. En este sentido, es preciso mencionar que los Grupos de Interés del AI de la Modificación No.2 conocen el Proyecto desde el EIA lo cual está soportado por comunicados, actas, asistencia, entrega de piezas informativas y registro fotográfico debidamente avalados por ANLA durante la evaluación del EIA.

Figura 2-36. Momentos, propósitos e instrumentos de socialización



Fuente: TCE., 2021

Para el desarrollo del proceso de Participación y Socialización con las Comunidades del proyecto, se desarrollaron los tres (3) propósitos de la siguiente manera:

- Primer y segundo momento:** Disposición de diferentes herramientas e instrumentos que permitan llegar a los diferentes actores sociales del AI del Proyecto, y que faciliten la divulgación, comunicación y publicación de las convocatorias y espacios de socialización, de esta manera llegar a los grupos de interés de la Modificación No.2. así mismo, se desarrollaron estrategias de comunicación para resolver dudas, preguntas e inquietudes generadas en los espacios de relacionamiento, esto con el fin de fortalecer los canales de información y participación con las comunidades.

Se implementaron diferentes canales de comunicación haciendo uso de herramientas tradicionales y medios tecnológicos, tales como: llamadas telefónicas, mensajes de WhatsApp, radicación de oficios (en forma física y/o correos electrónicos), entrega de volantes (a propietarios de predios intervenidos por la servidumbre y comunidad en general), voz a voz, carteles informativos (convocatorias).

Los instrumentos y herramientas fueron asertivos, completos, integrales y pedagógicos dando respuesta detallada respecto a las características de la respectiva Modificación No.2, su área de influencia, las actividades a ser desarrolladas y demás temas que permitían retomar las apreciaciones de los actores sociales involucrados en el proceso.

El primer y segundo momentos, los cuales se desarrollaron en un solo espacio permitieron cumplir los siguientes objetivos:

- Socialización de la Licencia Ambiental del Proyecto
- Socialización del alcance y las actividades correspondientes al complemento del estudio de Impacto Ambiental para la modificación N° 2 de la Licencia Ambiental.
- Desarrollar un espacio participativo donde las comunidades del AI conocieran los obras y actividades de la modificación No.2, brindando herramientas de análisis para la identificación o revalidación de impactos y medidas, tomando como base lo descrito, analizado y evaluado en el marco de la elaboración del EIA.
- Socializar la nueva actividad del Proyecto la cual corresponde a “uso de helicópteros para el transporte de materiales y riego”, se ilustra mediante imágenes y se pone como referente otras obras donde ya se ha realizado la actividad, lo anterior para contextualizar a los participantes de la nueva actividad.
- El proceso de información y participación fue desarrollado con las autoridades regionales y municipales de los dos (2) municipios donde están inmersos las UT del AI, y las cuatro (4) unidades territoriales del AI y predios que son intervenidos por la modificación.

(ii) Tercer momento: Se generó acercamiento con los presidentes de las JAC o líderes comunitarios para concertar espacio de reunión y dar a conocer los resultados del estudio complementario para la modificación N° 2. de la Licencia Ambiental.

Es importante mencionar que metodológicamente se plantearon estrategias de comunicación que facilitaran a los actores sociales estar informados y participar de los momentos antes mencionados, en este sentido se implementaron reuniones presenciales y/o virtuales (especialmente con las autoridades departamentales, regionales y municipales), envío de información por correo electrónico (para los actores que lo solicitan y con aquellos que no fue posible concertar el espacio de reunión) y socializaciones personalizadas para los casos donde no hay JAC y a nivel comunitario se cuenta con presencia de poca población.

El documento de participación y socialización articula el proceso llevado a cabo con los diferentes actores sociales, se encuentra estructurado de acuerdo a los tres (3) momentos planteados en el marco metodológico, en cada uno se da cuenta del proceso participativo realizado con los diferentes grupos de interés y/o actores sociales.

Durante el desarrollo del complemento del Estudio de Impacto Ambiental para la modificación No 2 a la Licencia Ambiental, en la fase de campo se contó con la participación y conformación de equipos interdisciplinarios constituidos por profesionales ambientales y sociales, quienes realizaron el proceso de: solicitud de información, espacios informativos o de socialización y el relacionamiento con los diferentes actores sociales identificados en el territorio.

2.4.7 Paisaje

El concepto de paisaje, en el que objeto y sujeto interactúan, constituye un significante con múltiples significados e interpretaciones, y por consiguiente, es difícil emplear una definición universal. Dicha definición, del componente del paisaje difiere según el autor: desde la referencia de determinados elementos del medio físico (Dunn, 1974); (1111 Troll, 1950), hasta los que incluyen un concepto de mayor escala, ya fuese referido a un sistema ambiental (Solari, 2009) o natural (Abad, 2006), (Castella, 1988), (Terry & Boster, 1976), (Gutierrez de Álmo, 1995), (Higueras, 2009), (Otero, Mancebo, & Ortega) (Ribas Vilas, 1992).

Para el análisis de este componente se tomará en consideración la definición planteada por Zonneveld (1979), el cual indica que paisaje corresponde a una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, agua, aire, plantas, animales y el hombre, que por su fisonomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas”.

Para el desarrollo de este componente se llevaron a cabo nueve (9) encuestas de percepción del paisaje a pobladores, trabajadores y visitantes dentro del área influencia, adicionalmente, se realizaron 14 formularios de recolección de información y evaluación paisajística, la información a detalle se puede consultar en el Anexo 5.4 Paisaje. A continuación, se presenta la descripción de los principales elementos del paisaje en el área de influencia.

Finalmente, luego del cruce de la información de unidades geomorfológicas y la homologación de coberturas en nivel 3. Se presentan las 48 unidades de paisaje para el proyecto, en la cual se asocia el área en hectáreas y el porcentaje de representatividad, en el cual se resalta que la unidad de Plantación forestal en Sierras homoclinales es la de mayor área con un 30,37 % (196,62 Ha), seguida de Pastos limpios en Sierras homoclinales con un 11,34 % (74,1999 Ha) y Bosque denso en Sierras homoclinales con 9,03% (59,04 Ha), las demás unidades tienen una representatividad menor a 9%.

2.4.7.1 Etapa precampo

Inicialmente el paisaje ecológico se identificó de acuerdo con la metodología propuesta por MOPT (1993), citado por (Muñoz, 2014), en la cual para definir las unidades de paisaje se deben seguir los siguientes pasos 1. Determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio. 2. Cartografiar el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido. 3. Agregar componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas.

Para este caso se definieron como componentes para la definición de las unidades de paisaje las unidades geomorfológicas y las coberturas de la tierra que se presentan en el área de influencia del proyecto, agrupadas en la categoría Corine Land Cover de primer o segundo nivel, estos componentes permiten integrar las variaciones en la forma del terreno (regiones geomorfológicas) y los elementos homogéneos tanto naturales como antrópicos que se sitúan sobre estas (unidad homogénea de las coberturas de la tierra).

Lo anterior, permitió hacer un análisis coherente y sintético del componente paisajístico, utilizando patrones de homogeneidad y elementos que hacen a las unidades de paisaje, reconocibles y diferenciables de otras vecinas. Las unidades geomorfológicas empleadas se basaron en lo expuesto en el componente geomorfológico del presente estudio según lo descrito por el SGC; en la Tabla 2-36 se presenta la relación de áreas y representatividad de cada una de las unidades.

Tabla 2-36 Unidades geomorfológicas dentro del área de influencia

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
Cerro residual	1,62	0,25%
Cuestas	74,63	11,41%
Embalses	1,08	0,16%
Espinazos	45,17	6,91%
Glasís	14,58	2,23%
Llanura de inundación	13,96	2,13%
Plataformas de abrasión elevadas	15,96	2,44%
Sierras glaciadas	39,87	6,10%
Sierras homoclinales	417,39	63,81%
Terrazas fluviales	29,80	4,56%
Total general	654,07	100%

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Luego de ello se empleó la homogenización de coberturas establecida para el nivel 2 tomando como base la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010).

2.4.7.2 Etapa de Campo

El paisaje visual se identificó en cada una de las unidades de paisaje preliminar generadas en la etapa precampo, en las cuales se aplicaron técnicas de registro directo y se efectuaron recorridos extensivos empleando vías, caminos, trochas, senderos, perímetros, bordes de vegetación y coberturas naturales, dicha información apoyada con el registro fotográficos geoposicionados.

Adicionalmente, se realizó una recopilación de la información existente con relación al componente en el área de influencia del Proyecto. Para lo anterior, se tuvo en cuenta aspectos como: información de coberturas vegetales, unidades geomorfológicas, localización (ubicación geográfica, vías) e información existente del área de estudio (fotografías, estudios previos e información levantada en campo).

Luego de la definición y establecimiento de las unidades de paisaje que cumplieran con los requisitos para la toma de información en campo como se indicó en la etapa anterior, durante los recorridos en campo se diligenció el Formato de Caracterización de los criterios visuales del paisaje.

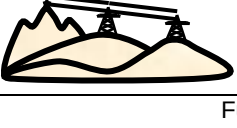
De igual modo, se desarrollaron encuestas de percepción de paisaje por parte de las comunidades del área de influencia del Proyecto, las cuales fueron realizadas en campo.

2.4.7.3 Etapa Pos campo

2.4.7.3.1 Atractivo escénico

Para realizar la valoración del atractivo escénico de las unidades de paisaje del área de influencia del proyecto se empleó el Método aplicado por el USDA Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos. Mediante esta metodología se valoró el atractivo escénico a partir de las características visuales básicas, formas, línea, color, textura, de los componentes del paisaje (fisiografía, vegetación, aguas, etc.). En concordancia con la metodología aplicada, se ejecutaron 14 formularios de evaluación de paisaje desde diferentes zonas del área de influencia, a continuación, en la Tabla 2-37 se muestra las variables evaluadas para cada una de las unidades de paisaje identificadas

Tabla 2-37 Metodología de análisis del atractivo escénico

Factores	Alto	Medio	Bajo
MORFOLOGÍA 	Relieve montañoso, marcado, prominentes afloramientos rocosos. Relieve con variaciones de superficie, altamente erosionados. Rasgos singulares, excepcionalmente llamativos, enigmáticos 5	Formas empinadas, mesas, de origen glacial. Patrones erosionales o variedad en tamaños o accidentes del relieve. Detalles característicos interesantes, pero no dominantes o excepcionales 3	Colinas bajas, pie de laderas, fondos de valle planos. Poco o ninguna característica interesante del paisaje 1
VEGETACIÓN 	Diferentes tipos de vegetación, con formas, texturas y patrones de distribución interesantes 5	Alguna variedad de vegetación, pero solo uno o dos tipos 3	Pequeña o ninguna variedad o contraste en la vegetación 1
AGUA 	Apariencia clara y limpia, quieta o en cascadas. Factor dominante en el paisaje 5	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje 3	Ausente o presente pero no perceptible 0
COLOR 	Combinación agradable de colores, variedad de colores intensos o contrastes agradables entre suelo, vegetación, agua y nieve 5	Alguna variedad intensa en colores y contraste del suelo, rocas y vegetación, pero no actúa como elemento dominante en el paisaje 3	Sutiles variaciones de color o contraste, colores generalmente de tono discreto 1
PAISAJE ADYACENTE 	El escenario adyacente mejora enormemente la calidad visual 5	El paisaje adyacente moderadamente incrementa la calidad visual del conjunto 3	Paisaje adyacente tiene poca o ninguna influencia en general sobre la calidad visual 0
RAREZA 	Único en su clase o inusualmente memorable Muy raro en la región Oportunidad constante para contemplar fauna y flora silvestre excepcional 5+	Distintivo, aunque similar a otros en la región 3	Interesante dentro de su estructura, pero bastante común dentro de la región. 1
MODIFICACIONES CULTURALES 	Las modificaciones inciden favorablemente a la variedad visual que promueve la armonía visual 2	Las modificaciones añaden poca o ninguna variedad visual al área e introduce elementos no discordantes 0	Las modificaciones añaden variedad, pero son raramente discordante y promueven falta de armonía -4

Fuente: Adaptado de (BUREAU OF LAND MANAGEMENT (BLM), 1986).

2.4.7.3.2 Visibilidad

A través de este análisis se definieron las áreas visibles del área de influencia del proyecto de acuerdo con las condiciones del relieve de la zona, las cuales son predominantemente escarpadas. Para este análisis se delimitaron en primer lugar las zonas visibles para un observador partiendo de aquellos puntos o zonas (sitio de observación) que permiten tener una visual del paisaje, para lo cual se consideraron los puntos de la base cartográfica que incluyen viviendas y demás construcciones en las que se localizan observadores en el área de influencia.

Adicionalmente, se consideraron las vías existentes, las cuales permiten obtener la visual de las unidades de paisaje, lo anterior, considerando distintos rangos de distancia (planos o escalas visuales) en adaptación a lo propuesto por (Montoya, 2003), obteniendo como resultado las escalas visuales (inmediata de 0 a 100 m; primer plano de 101 a 400 m; plano intermedio de 401 a 1600 m; y plano lejano de más de 1600 m).

Para la aplicación de esta metodología se lleva a cabo la utilización de herramientas geográficas tipo Buffer para la determinación de los rangos de escala visual según los insumos anteriormente mencionados, como resultado en la Tabla 2-38 se relaciona la representatividad de cada una de las escalas en el área de influencia.

Tabla 2-38 Escala visual del paisaje en el área de influencia

Rango	Escala visual	Área (Ha)	%
0 - 100 m	Inmediata	229,91	35,15%
100 - 400 m	Primer plano	382,81	58,53%
400 - 1600 m	Plano intermedio	41,34	6,32%
Total general		654,07	100 %

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

2.4.7.3.3 Integridad escénica

Teniendo en cuenta que la integridad escénica permite realizar un análisis de las unidades de paisaje relacionado la presencia de elementos extraños o discordantes, y sus características, su valoración se realizó a partir del análisis de: la cantidad de elementos discordantes, el tamaño de las discordancias, la correspondencia cromática y la forma del paisaje. La valoración de los criterios que componen la integridad escénica tuvo las siguientes consideraciones:

- Hay unidades de paisaje que por sus condiciones de intervención antrópica se consideraron en sí mismas elementos discordantes y que son aquellas relacionadas con: la red vial y territorios asociados y las zonas industriales.
- Los elementos discordantes que se encuentran en el área de influencia del proyecto se relacionan con: la existencia de viviendas, la red vial que fragmenta las unidades de paisaje, las torres y líneas eléctricas de transmisión existentes y demás elementos antrópicos de las unidades rurales.
- En ninguno de los casos, el tamaño de las discordancias superó el rango entre el 0 y 15% de las unidades de paisaje, teniendo en cuenta que algunos de los elementos discordantes se ubican de manera dispersa sobre las unidades de paisaje (viviendas) y en otros casos los elementos discordantes atraviesan dichas unidades, generando bajas correspondencias entre el paisaje y las discordancias presentes.
- La correspondencia cromática se relacionó principalmente con el contraste visual del tipo de unidad de paisaje asociado principalmente a los elementos discordantes más no a la naturaleza de la unidad de paisaje como diversidad de tonos en vegetación natural o semi natural.

2.4.7.3.4 Calidad visual del paisaje

La calidad del paisaje o belleza paisajística se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales. (BUREAU OF LAND MANAGEMENT, 1986) indica que la calidad escénica es una medida del atractivo visual de una extensión de terreno; dentro del proceso de inventario de los recursos escénicos se genera una clasificación basada en la “aparente calidad escénica”. Para la evaluación de la calidad visual del paisaje se utilizaron las dos variables anteriormente analizadas y su relación según lo dispuesto en la Tabla 2-39.

Tabla 2-39 Valoración de la calidad visual del paisaje

Atractivo escénico	Integridad escénica					Valor de interés
	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja	
Singular	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Alto
	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Medio
	Alta	Alta	Media	Media	Media	Bajo
Común o típico	Alta	Media	Media	Media	Media	Alto
	Media	Media	Media	Media	Baja	Medio
	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Bajo
Deteriorado	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Alto
	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Medio
	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Bajo

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Al relacionar el atractivo escénico, la integridad escénica y el valor del nivel de interés, se puede conocer la belleza escénica de cada unidad paisajística analizada. A partir de la valoración que se obtuvo de los tres elementos nombrados anteriormente se procedió a realizar el relacionamiento de las tres variables tal como se expuso en la metodología.

2.4.7.3.5 Fragilidad del paisaje

La fragilidad visual de las unidades de paisaje se determinó considerando los criterios presentados en la Tabla 2-40. Los cuales corresponden a los criterios descritos por Solari & Cazorla, 2009, en la cual evalúa la susceptibilidad del paisaje frente a diferentes perturbaciones externas.

Tabla 2-40 Factores de valoración de la fragilidad visual

Criterio de valoración	Condiciones	Puntaje
Pendiente (p)	Inclinado (pendiente $\geq 50\%$)	1
	Inclinado suave (pendiente 25-50%).	2
	Poco inclinado (pendiente 0-25%). En esta categoría se encuentra el 100 % del AI del proyecto.	3
Estabilidad geotécnica (e)	Restricción alta derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	3
Calidad Visual (r)	Baja Calidad Visual	1
	Media Calidad Visual	2
	Alta Calidad Visual	3
Complejidad estructura y altura de la vegetación (d)	Áreas abiertas sin o con poca vegetación, en esta categoría se incluyeron las unidades de paisaje relacionadas con las siguientes unidades homogéneas de cobertura: pastos, red vial y territorios asociados, zonas industriales y cultivos.	1
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, las cuales incluyeron las siguientes unidades homogéneas de cobertura: áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	2

Criterio de valoración	Condiciones	Puntaje
	Bosques y áreas semi naturales, en esta categoría se incluyeron las siguientes unidades homogéneas de cobertura relacionadas con los bosques	3
Actuación humana / accesibilidad (c)	Fuerte presencia antrópica, son áreas que están estrechamente relacionadas con las unidades homogéneas como pastos, red vial y territorios asociados, zonas industriales y cuerpos de agua artificiales.	1
	Presencia moderada, se consideraron en esta categoría las unidades de paisaje relacionadas con las unidades homogéneas de cobertura tales como: cultivos transitorios	2
	Casi imperceptible, en esta categoría se incluyeron las unidades homogéneas de cobertura relacionadas a continuación: bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3
Contrastes de color (v)	Elementos de bajo contraste, se relacionaron con aquellas unidades de paisaje en donde predominan las actuaciones antrópicas, especialmente las relacionadas con la red vial y los territorios artificializados.	1
	Contraste visual moderado, en esta categoría se relacionaron las unidades homogéneas de cobertura que tienen algún tipo de vegetación asociada pero sus contrastes no son fácilmente observables ya que las tonalidades tienden a ser homogéneas.	2
	Contraste visual alto, relacionados con los cuerpos de agua que permiten contrastar el color azul del cielo con los de las unidades homogéneas de cobertura	3

Fuente: Solari & Cazorla, 2009, Adaptado por SMAYD LTDA., 2022.

2.4.7.3.6 Capacidad de uso del paisaje

La determinación de la capacidad de uso del paisaje se determinó a partir de la superposición de las capas resultantes de calidad visual y la fragilidad visual.

2.4.7.3.7 Valoración social del paisaje

A continuación, se presentan los resultados de las entrevistas de percepción social del paisaje aplicadas en las veredas y municipios del área de influencia del proyecto las cuales permitieron que las comunidades expresaran sus percepciones referentes al valor paisajístico y la relación de este con su cultura e identidad local y regional. En total se aplicaron 9 encuestas de percepción social del paisaje a diferentes pobladores, trabajadores y visitantes periódicos en el área de influencia, cinco (5) de las encuestas se desarrollaron en el municipio de San Antonio del Tequendama y las cuatro (4) restantes en el municipio de Soacha.

2.4.7.3.8 Zonificación paisajística

Una vez definido todas las variables de análisis, descripción y percepción del paisaje se llevó a cabo la zonificación de paisaje en el área de influencia del proyecto a través de la implementación de herramientas de geo procesamiento espacial y teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Para el componente de percepción del paisaje se consideraron los resultados de la visibilidad, la calidad visual del paisaje, la fragilidad visual del paisaje, la integridad escénica y la percepción de las comunidades respecto a los sitios de interés paisajístico de tipo natural que se reportaron en las entrevistas de paisaje.

- b) Para la implementación de estos resultados en la zonificación ambiental del proyecto se definieron tres categorías planteadas, cada uno de los cinco factores de paisaje que se consideraron para la zonificación fueron calificados en una escala de 1 a 3, siendo 1 los rasgos de menor valor paisajístico y 3 los de mayor valor paisajístico; para estimar el valor paisajístico de los polígonos generados se empleó un promedio ponderado para determinar un resultado de la valoración de los cinco factores.
- c) La clasificación del valor paisajístico se clasificó en los siguientes rangos: bajo: entre 1,4 y 1,8 unidades; medio: entre 2,0 y 2,4 unidades; alto: entre 2,6 y 3 unidades.

2.4.8 Servicios ecosistémicos

A partir de lo establecido en la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (ANLA, 2018), se establece la necesidad de determinar una unidad de análisis a partir de la cual sea posible cuantificar y analizar los SSEE, la cual puede corresponder a un componente bien sea biótico, abiótico o socioeconómico. En este sentido y considerando los conceptos que enmarcan la definición del área influencia del proyecto, en donde se prevé serán visibles los impactos del proyecto dadas las condiciones sinérgicas de los ecosistemas identificados dentro del área de intervención, se establece que tanto la oferta como la demanda de los SSEE estarán limitadas al área de influencia biótica.

Se utilizó esta área de influencia para determinar las características de los SSEE, así mismo, se determina que es la unidad de cobertura de la tierra la determinante para la oferta de los servicios ecosistémicos, sin desestimar las relaciones bióticas que se establecen en la determinación del ecosistema, por su parte la demanda tomará como referencia la unidad territorial, considerando que a partir de la composición demográfica de estas es posible aproximar la demanda de los SSEE. En la Tabla 2-22 se presenta la clasificación de las coberturas del AI biótica de la solicitud de Modificación No. 2.

Tabla 2-41 Clasificación de sensibilidad a la fragmentación de las coberturas en el área de influencia

Código	COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	Oferta SSEE
1211	Zonas industriales	12,68	2,16%	No
1221	Red vial y terrenos asociados	0,51	0,09%	No
211	Otros cultivos transitorios	15,58	2,65%	Si
231	Pastos limpios	152,95	26,06%	Si
232	Pastos arbolados	55,64	9,48%	Si
233	Pastos enmalezados	9,17	1,56%	Si
3111	Bosque denso alto	51,61	8,79%	Si
3112	Bosque denso bajo	24,04	4,09%	Si
3152	Plantación de latifoliadas	200,86	34,22%	Si
3231	Vegetación secundaria alta	57,81	9,85%	Si
3232	Vegetación secundaria baja	5,46	0,93%	Si
514	Cuerpos de agua artificiales	0,69	0,12%	Si
Total general		587,00	100%	

3 Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Si bien en el área de influencia existen diferentes coberturas de tipo antrópico, la mayoría de coberturas son ofertantes de algún tipo de servicio asociado a la cobertura vegetal ya sea de tipo herbáceo, arbustivo o arbóreo. Las coberturas agrícolas presentan un mínimo de cobertura vegetal asociado a pastos o cultivos generando la oferta limitada de algunos servicios, así mismo las coberturas de mayor desarrollo vegetal como bosque denso alto, bosque denso bajo, vegetación secundaria alto y vegetación secundaria baja son las unidades de análisis que tienen la potencialidad de ofertar servicios ecosistémicos en el área de influencia.

Los fuertes procesos de transformación de los ecosistemas naturales han llevado a la introducción de especies foráneas como Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Acacia Gris (*Acacia melanoxylon*), Acacia Negra (*Acacia decurrens*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), entre otras (POMCA, 2017). Estas especies son de común presencia en zonas rurales o suburbanas en el área de estudio, donde confluyen actividades pecuarias, agrícolas y plantaciones forestal productoras - protectoras. Los procesos de transformación debido al avance de la frontera agroindustrial, la extensión de las ciudades y los monocultivos son algunos de los procesos que amenazan la biodiversidad en la sabana de Bogotá (Calderon, 2017).

3.1.1.1 Etapa Pre-campo

La caracterización de los servicios ecosistémicos se realizó de manera conjunta con los actores que intervienen en los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, ya que son ellos quienes se benefician directa e indirectamente de los servicios prestados por los ecosistemas. Es por esto, que la metodología expuesta para la caracterización de información primaria y línea base va dirigida hacia los actores primarios, correspondientes a la comunidad residente o turista dentro del área de estudio.

En ese sentido, la información primaria obtenida de la comunidad es importante para la caracterización específica de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, como el caso de los alimentos, el agua, la leña, la madera, entre otros, ya que son los beneficiarios directos de estos recursos, además el estado y la calidad de estos recursos, objetivo principal del análisis de este componente.

Además de lo anterior, es importante identificar la dinámica que gira en torno a los servicios ecosistémicos culturales, como el caso del aprecio estético o espiritual que brinda un determinado ecosistema, además de identificar las zonas de importancia paisajística para la comunidad asentada dentro del área de influencia del Proyecto.

Por cuanto, se desarrolló la recopilación de la información de línea base del presente estudio con información primaria y secundaria de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico, en el área de influencia del Proyecto, dentro del cual se incluyó la identificación de las coberturas de la tierra, características socioeconómicas, características físicas, entre otros elementos, con el propósito de contextualizar el área de estudio para identificar los servicios ecosistémicos que actualmente se generan a partir del uso actual de los recursos naturales: bióticos, abióticos, así como los sitios de interés local.

Se realizó la clasificación de los servicios ambientales basándose en la metodología de Ecosistemas del Milenio (Reid, 2005) y se analizaron los resultados estableciendo las funcionalidades provistas por los ecosistemas existentes dentro del territorio analizado. Por lo anterior, los bienes y servicios ambientales son entendidos en este documento como el producto de las interrelaciones que se generan entre los componentes abiótico, biótico y socioeconómico y la integración de estos con su entorno. Cabe indicar que la percepción de los bienes y servicios pueden corresponder a interpretaciones relativas de la información compilada y analizada.

Para el desarrollo del presente documento, se realizaron tres etapas de análisis, la primera correspondiente al levantamiento de información secundaria en pre-campo, la segunda correspondiente al levantamiento de información primaria de campo y la tercera, a la recopilación y análisis de la línea base e información obtenida en campo; las cuales se detallan a continuación:

3.1.1.2 Etapa de Campo

Para la determinación de la dependencia de la comunidad respecto a los bienes y servicios ecosistémicos que se establecen dentro del territorio, se desarrollaron encuestas de tipo consultiva-descriptiva para identificar la dependencia de las comunidades a los servicios ecosistémicos y la tendencia de los servicios ecosistémicos para el levantamiento de la información primaria, tanto con pobladores como turistas (entendidos estos últimos, como aquella población fluctuante no residente dentro del área).

En la encuesta se realizaron preguntas asociadas a los cuatro servicios de análisis: Aprovechamiento, Suministro (Soporte), Regulación y Culturales, relacionados con recursos naturales tales como: coberturas naturales, coberturas antrópicas y recursos hídricos, así como su percepción respecto al desarrollo del Proyecto y su alteración, beneficio o mantenimiento de los actuales bienes y servicios identificados.

Para la recopilación de información de manera clara y eficiente, se utilizó en la encuesta relación al servicio con descripciones largas y cortas, como: cultivos comestibles (descripción larga) y cultivos (para descripción corta), con el fin determinar si las comunidades identificaron claramente los servicios ecosistémicos de la zona y poder determinar la dependencia por parte de las comunidades a estos mismos.

3.1.1.3 Etapa poscampo

Para comprender de manera integral los bienes y servicios del territorio, se verificó la información compilada en los medios biótico, abiótico y socioeconómico del presente Estudio de Impacto Ambiental, con el propósito de establecer las características del área de influencia del proyecto. Posteriormente se analizaron las actividades proyectadas para el desarrollo del Proyecto en las cuales se verían afectados los servicios ecosistémicos, durante la fase constructiva y operativa del mismo, así como aquellos impactos de mayor relevancia para establecer la dependencia del Proyecto a los bienes y servicios identificados y la tendencia de estos.

Finalmente, fueron comparados los resultados obtenidos en la matriz de impactos con y sin Proyecto respecto a los resultados obtenidos por medio de la tabulación de las encuestas realizadas por los pobladores, con el fin de determinar la dependencia del Proyecto, la dependencia de las comunidades respecto a los bienes y servicios identificados previamente y la tendencia de estos con el desarrollo del Proyecto. Así mismo, se relacionaron los posibles usuarios de estos, partiendo de la información compilada en el medio socioeconómico del estudio.

3.1.1.3.1 Dependencia e importancia por parte de la comunidad a los servicios ecosistémicos

Después de haber obtenido los datos en campo, se procedió a tabular los resultados en una hoja de cálculo, en donde se lista cada uno de los servicios ecosistémicos identificados por la comunidad y realizando la correlación entre el ecosistema que los proporcionan. En esta hoja de cálculo también se agregan los comentarios realizados por la comunidad, en cuanto al estado, calidad, disponibilidad y grado de dependencia frente a cada servicio identificado. Esto con el fin de determinar el grado de importancia y dependencia de cada uno de los servicios ecosistémicos para la comunidad.

Con los resultados ya tabulados, se procedió a la descripción de cada servicio ecosistémico, haciendo referencia a sus características y dinámicas en la zona de estudio, realizando la triangulación correspondiente entre los datos obtenidos de los diferentes actores evaluados y de los recorridos en campo. Este análisis pretenderá espacializar los servicios ecosistémicos más dependientes a la comunidad, con el fin de obtener mapas o figuras, donde se represente espacialmente la importancia de cada servicio en cada ecosistema caracterizado.

Dentro de la hoja de cálculo, la dependencia Alta fue calificada con 3, media fue calificada con 2, baja calificada con 1 y en los casos en que la comunidad no pudo relacionar el servicio ecosistémico mediante la anterior calificación, no se tuvo en cuenta ya que no afecta la valoración final de la dependencia. Teniendo en cuenta lo anterior, se estableció la sumatoria de cada una de las respuestas. Así mismo, se determinó que aquellos impactos con mayores valoraciones correspondieron a los que la comunidad relacionó como dependientes.

3.1.1.3.2 Relación y dependencia del Proyecto con los servicios ecosistémicos

Con el fin de evaluar el posible impacto generado por las actividades asociadas a un Proyecto sobre los servicios ecosistémicos de un determinado lugar, es importante que primero se defina las características específicas del Proyecto, siendo primordial las obras a construir y su ubicación espacial definitiva en el área intervenir, esto con el fin de determinar dónde y cuanta área de un ecosistema se va a ver afectado. En esta etapa es importante tener claro que recursos y en qué cantidad se necesitarían para implementar el Proyecto específico, contando con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento como el agua, recursos forestales, y los posibles efectos sobre los servicios de regulación y culturales.

Así mismo, se realizó un análisis con base en la evolución de impactos para definir de qué manera va a repercutir el proyecto sobre los servicios ecosistémicos y un análisis de dependencia de las comunidades y el proyecto frente a los bienes y servicios identificados, partiendo de la conceptualización y cualificación establecida en los términos de referencia TdR-17 (Resolución 0075 de 2018 del MADS) como se presenta a continuación:

a. Dependencia de las comunidades de los servicios ecosistémicos:

- **Dependencia alta:** Los medios de subsistencia de la comunidad dependen directamente del servicio ecosistémico.
- **Dependencia media:** La comunidad se beneficia del servicio ecosistémico, pero su subsistencia no depende directamente del mismo.
- **Dependencia baja:** La comunidad se beneficia del servicio ecosistémico, pero su subsistencia no depende directa ni indirectamente del mismo; existen múltiples opciones para el aprovechamiento del servicio ecosistémico.

b. Dependencia del proyecto de los servicios ecosistémicos:

- **Dependencia alta:** Las actividades que hacen parte integral y central del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico
- **Dependencia media:** Algunas actividades secundarias asociadas al proyecto dependen directamente del servicio ecosistémico, pero podría ser reemplazado por un insumo alternativo.
- **Dependencia baja:** Las actividades principales o secundarias no dependen directamente del servicio ecosistémico.

c. Tendencia de los servicios ecosistémicos:

- **Tendencia creciente:** La proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es ascendente.
- **Tendencia estable:** La proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico se mantiene en el nivel registrado actualmente.
- **Tendencia decreciente:** La proyección del comportamiento del estado del servicio ecosistémico es descendente.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, R.; RÍOS, B.; RIERADEVALL, M.; PRAT, N. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos (C.E.R.A) y su aplicación en dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*. 28(1):35-64.
- Aguilera, F. (2009). Valoración de escenarios futuros a través de la conectividad del paisaje. *Observatorio Medioambiental*, ISSN: 1139-1987. Vol. 12, 17-36. 18p.
- Aguilera, F. (2010). Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana en el Área Metropolitana de Granada. AGUILERA, F. (2010). Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana. *Anales de Geografía*, ISSN: 0211-9803 2010, vol. 3, num 2 9-29. 12p.
- Andrade, G. (2011). ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD EN COLOMBIA Y SUS AMENAZAS. CONSIDERACIONES PARA FORTALECER LA INTERACCIÓN CIENCIA-POLÍTICA. Bogotá D.C.: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- ANLA. (2018). Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá.
- Angulo, A. et al. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Bogotá: Conservation International. 299 p.
- Aranda Sánchez, J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres en México (No. 599 A7.).
- Bernal, M. H., Páez, C. A., Vejarano, M. A. 2005. Composición y distribución de los anfibios de la cuenca del
- Bogaert, J., Bamba, I., Koffi, K. J., Sibomana, S., Djibu, J.-P. K., Champluvier, D., & Visser, M. N. (2008). *Fragmentation of Forest Landscapes in Central Africa: Causes, Consequences and Management*. In R. Laforcezza, G. Sanesi, J. Chen, & T. R. Crow (Eds.).
- Buzai, G. (2004). Memorias del primer seminario argentino de geografía cuantitativa. *GEPAMA*, Publicación Especial de Fronteras ISSN 1667-3999.
- Calderon, A. (2017). *EPIFITARIO UN JARDÍN DENTRO DEL BOSQUE*. Bogotá, D.C.: FOTOSÍNTESIS COLOMBIA.
- Cárdenas, A. (2017). Canoas, un lugar único. *Aprendizaje Interactivo Ltda*, 14 p.
- Castrejón. (2022). Bosques Transformados ¿cómo responden las especies a los cambios? *UNAM*.
- Catalyud, T., & Velarde, D. (2015). EL ANÁLISIS DE LA TRANSFORMACIÓN ESPACIAL DEL PAISAJE: APROXIMACIÓN. *Universidad Politécnica de Madrid*, C/Hiedra 173. 28109 Alcobendas, Madrid.
- Colwell, R.K. 2010. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples Versión 8.2.0.
- Convención Sobre El Comercio Internacional De Especies Amenazadas De Fauna Y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III de la CITES. 2016, 46 p.
- Consultoría Colombiana, S. (2016). Concesión Ruta del Cacao. *Agencia Nacional de Infraestructura*, Contrato No APP-013. Pag. 4.
- deMaynadier, P., & Hunter, M. (1997). Effects of silvicultural edges on the distribution and abundance of amphibians in Maine. *Conservation Biology*, 12: 340-352.

Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersonal - DAICMA. En línea <<http://www.accioncontraminas.gov.co/estadisticas/Paginas/victimas-minas-antipersonal.aspx>>. Citado en 01 de febrero de 2018

- Eliano, G., Somma, D., & Quintana, R. (2010). Análisis y evaluación del proceso de fragmentación de hábitat en un sector de Yungas argentinas. *RASADEP- Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 1: 67-76.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. . *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 487-515.
- Forman, R. (1998). Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions. *Cambridge University Press*, 143-156.

Gallina Tessaro, S., & López González, C. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC México. 390p.

García, Q. F., & Abad, S. (2014). Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia). *Observatorio Medioambiental*, vol. 17 253-298.

Gustafson, E. (1998). Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art. *Ecosystems*, 143 - 156 p.

Heyer, W. R. et al. Eds. 1994. Measuring and monitoring biological diversity-standard methods for amphibians. Smithsonian Institute Press, Washington, DC., 364 p.

Higuera, D., & Reyes, M. (2010). EL CASO DE LOS BOSQUES DE NIEBLA DE LA FALLA DEL TEQUENDAMA: CUNDINAMARCA - COLOMBIA. *GRUPO DE ESTUDIOS EN ECONOMÍA POLÍTICA Y MEDIO AMBIENTE*.

Hilty, S. L., Brown, W. L., & Brown, B. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press.

IAvH. (2003). *Indicadores de fragmentación de los ecosistemas en áreas de interés*. Bogotá, Colombia,: Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad, Unidad de Sistemas de Información Geográfica.

IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Bogotá, D.C., 72p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Solicitud de información En línea <<http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>>. Citado en 18 de diciembre de 2017

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Solicitud de información En línea <<http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>>. Citado en 18 de diciembre de 2017

International Union For Conservation Of Nature And Natural Resources. IUCN Red List of Threatened Species. [Online]. Version 2018-1 Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>

- Jesse L. The, Cristiane L. The, Michael A Johnson, Oleg Shatalov. 1998-2016 Lakes Environmental Software.
- Kattan, G. H. (2002). Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. Págs. 561-590 en M. R. Guariguata & G. H. Kattan (eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. *Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica*.
- Linsley, R. K., & Paulus. (1988). Hidrología para ingenieros. Mexico: Editorial McGraw - Hill . Interamericana S.A.
- Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, Á. M., & Castro-Herrera, F. 2010. Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana*, 11(1 y 2).
- Lynch, J.D. 2006. The amphibian fauna in the Villavicencio region of eastern Colombia. *Caldasia* 28(1):135-155.
- Mallarach, J. (2004). Análisis y diagnóstico de la conectividad ecológica y paisajística en el sector sur del Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz. Centro de Estudios Ambientales. *Ayuntamiento de Vitoria Gasteiz*, Inédito.
- Matteucci, D. (2003). El paisaje visto por un ecólogo. *Contextos, revista de la facultad de arquitectura, diseño y urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.*, No. 12. P. 68 - 73.
- McGarical, K. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Report PNW-GTR-351 . USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR*, 1995. p 22.
- MinAmbiente y ANLA. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá.
- Magurran, A.E. 1998. Ecological Diversity and its Measurement. Croom Helm, London., 179 p.
- Matteucci y Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía No. 22 OEA
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad de Licencias Ambientales. (2018). Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ANLA. (2018). Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental -EIA. Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. S.f. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Colombia.
- Ministerio de Minas y Energía. Decreto 1258 del 17 de junio de 2013. Artículo 3. República de Colombia.
- Monsalve, G. (1995). Hidrología en la ingeniería. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia. 2015. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.
- Moreno, C. E. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, vol. 1, CYTED, ORCYTUNESCO & SEA, Zaragoza, España. 2001.
- Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. 2012. Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF Colombia, Bogotá DC, Colombia, 708.

- Navarro, J. F Y J Muñoz. 2000. Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. Multimpresos. Medellín. 136 pp.
- Painter, L., Rumiz, D., Guinart, D., Wallace, R., Flores, B., & Townsend, W. 1999. Técnicas de investigación para el manejo de Fauna Silvestre. In Un manual del curso dictado con motivo del III congreso internacional sobre el manejo de Fauna silvestre en la Amazonía. Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Pizarro, R., & Novova, P. (1986). Elementos técnicos de hidrología. Instructivos técnicos. Chile: Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura.
- POMCA. (2017). *Actualización POMCA del Río Bogotá*. Bogotá: CONTRATO DE CONSULTORÍA N°. 1412 DE 2014:.
- Primack, R. (1998). *Essentials of conservation biology*. 659 p.: 2ed. Sianeaur.
- Rabinowitz, A. R. 2003. Manual de capacitación para la investigación de campo y la conservación de la vida silvestre (Traducción al español). Wildlife Conservation Society.
- Renjifo, L., et al. Libro rojo de aves de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia, 2015. 562 p.
- Renjifo, L.M. et al. 2014. Libro rojo de aves de Colombia. Vol. 1. Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 465 p.
- río Coello (Tolima), Colombia. Colombia Actualidades Biológicas 82 (27): 87-92
- Rodriguez-Mahecha, J.V. et al. (Eds.). 2006. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Bogotá: Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo. 430 p.
- Roy, A., Shanthala, B., & Devi Debnath, B. M. (2010). Geospatial model for identification of potential ecological corridor in Orissa. . *Special issue on Biodiversity and Landscape Ecology. Journal of the Indian Society of Remote Sensing*.
- Rueda-Almonacid, J.V. et al. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libro Rojo de Especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 2004. 384 p
- Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, Ministerio de Minas y Energía, Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2013-2027.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G, Gast, F, Mendoza, H, Ospina, M, Umaña, A. M. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 236 p.
- Vargas, G. (2008). *Fragmentación y conectividad de ecosistemas en el sector del proyecto geotérmico Miravalles y sus alrededores. 1975 - 2007*. p. 87.: Revista científica Redalyc.
- Wales, B. (1972). Vegetation analysis of North and South edges in a mature oakhikory forest. *Ecological Monographs*, p. 451 - 471.
- Benzing, D.H. (1995). *The physical mosaic and plant variety in forest canopies*. Selbyana 16.

- Canadian Environmental Assessment Agency (CEAA), 1999 en Department of Environmental Affairs and Tourism (DEAT). (2004). *Cumulative Effects Assessment, Integrated Environmental Management, Information Series 7*. Pretoria.
- Cetzal-Ix et al. (2013). *Anatomía foliar comparada y sistemática del clado-Trichocentrum con énfasis en Cohniella (Asparagales: Orchidaceae)*.
- Echeverry, M. y Harper, G. (2009). *Fragmentación y deforestación como indicadores del estado de los*. Obtenido de http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev58/rna_58Art_11pag78-88.pdf
- ECOPETROL S.A. . (2015). *Guía para la identificación y evaluación de impactos ambientales*. Bogotá.
- Fahrig L. (2003). *Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity*. Carleton University.
- Fernandez, C. (2010). *Guía Metodológica Para La Evaluación Del Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Forman. (1995). *Land mosaics- The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, Great Britain: Cambridge University Press.
- Gentry, A.H., & Dodson, C.H. (1987). *Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*.
- Gradstein, R. (2003). *A Protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests*.
- IDEAM. (2010, 2014). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá: Institutot de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-.
- IDEAM. (2012). *CATÁLOGO DE PATRONES DE COBERTURAS DE LA*. Bogotá.
- IFC. (2012). *Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social*.
- Johansson, D. (1974). *Ecology of vascular epiphytes in west African rain forest*.
- Kattan GH, Murcia C. (2003). *A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation*. Berlín: Bradshaw GA, Marquet PA.
- MEA. (2003). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad de Licencias Ambientales. (2018). *Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ANLA. (2018). *Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental -EIA. Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2017). *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*. Bogotá.
- Ministerio de Minas y Energía - UPME. (2013). *Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2013-2027*.
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). *Objetivos de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)*.
- Mohammed Badii & J. Landeros. (2007). *Cuantificación de la fragmentación del paisaje y su relación con Sustentabilidad*.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo en México.
- Primack et al. 1998, Kappelle et al. 1999 en Arias, E. (2008). *Las redes de conectividad como base para la planificación de la conservación de la biodiversidad: propuesta para Costa Rica*. Costa Rica.
- Sugden & Robins. (1979). *Aspects of the Ecology of Vascular Epiphytes in Colombian Cloud Forests, I. The Distribution of the Epiphytic Flora*.
- Whittaker, R.H. (1975). *Communities and Ecosystems*. New York: MacMillan Publishing Co.
- Zimmerman, J.K. & I.c. Olmsted. (1992). *Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (tintal) in Mexico*. Biotropica .
- ZOTZ, G. & BADER, M. (2011). *Sampling vascular epiphyte diversity – species richness and community structure*. Ecotropica.

Fauna

- Aguilera, F. (2009). Valoración de escenarios futuros a través de la conectividad del paisaje. *Observatorio Medioambiental*, ISSN: 1139-1987. Vol. 12, 17-36. 18p.
- Aguilera, F. (2010). Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana en el Área Metropolitana de Granada. AGUILERA, F. (2010). Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana. *Anales de Geografía*, ISSN: 0211-9803 2010, vol. 3, num 2 9-29. 12p.
- ANLA. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá.
- Bogaert, J., Bamba, I., Koffi, K. J., Sibomana, S., Djibu, J.-P. K., Champluvier, D., & Visser, M. N. (2008). *Fragmentation of Forest Landscapes in Central Africa: Causes, Consequences and Management*. In R. Laforzezza, G. Sanesi, J. Chen, & T. R. Crow (Eds.).
- BUREAU OF LAND MANAGEMENT (BLM). (1 de Enero de 1986). *Visual resource Management System*. Recuperado el Noviembre de 2019, de Bureau of Land Management Visual resource Management: <http://blmwyomingvisual.anl.gov/vr-overview/blm/>
- BUREAU OF LAND MANAGEMENT. (1 de Enero de 1986). *Visual resource Management System*. Recuperado el Noviembre de 2019, de Bureau of Land Management Visual resource Management: <http://blmwyomingvisual.anl.gov/vr-overview/blm/>
- Buzai, G. (2004). Memorias del primer seminario argentino de geografía cuantitativa. *GEPAMA*, Publicación Especial de Fronteras ISSN 1667-3999.
- Calderon, A. (2017). *EPIFITARIO UN JARDÍN DENTRO DEL BOSQUE*. Bogotá, D.C.: FOTOSÍNTESIS COLOMBIA.
- Catalyud, T., & Velarde, D. (2015). EL ANÁLISIS DE LA TRANSFORMACIÓN ESPACIAL DEL PAISAJE: APROXIMACIÓN. *Universidad Politécnica de Madrid, C/Hiedra 173*. 28109 Alcobendas, Madrid.
- Consultoría Colombiana, S. (2016). Concesión Ruta del Cacao. *Agencia Nacional de Infraestructura*, Contrato No APP-013. Pag, 4.
- EIA - TCE. (2019). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV, proyecto UPME 07-2016*. Colombia: GEOMA SAS.
- Eliano, G., Somma, D., & Quintana, R. (2010). Análisis y evaluación del proceso de fragmentación de hábitat en un sector de Yungas argentinas. *RASADEP- Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 1: 67-76.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. . *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 487-515.
- Forman, R. (1998). Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions. *Cambridge University Press*, 143-156.
- García, Q. F., & Abad, S. (2014). Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia). *Observatorio Medioambiental*, vol. 17 253-298.
- Gustafson, E. (1998). Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art. *Ecosystems*, 143 - 156 p.
- IAvH. (2003). *Indicadores de fragmentación de los ecosistemas en áreas de interés*. Bogotá, Colombia, : Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad, Unidad de Sistemas de Información Geográfica.
- IAvH. (2017). *Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC)* . Bogotá: IAvH.

- IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000.* . Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Kattan, G. H. (2002). Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. Págs. 561-590 en M. R. Guariguata & G. H. Kattan (eds.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica.*
- Mallarach, J. (2004). Análisis y diagnóstico de la conectividad ecológica y paisajística en el sector sur del Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz. Centro de Estudios Ambientales. *Ayuntamiento de Vitoria Gasteiz*, Inédito.
- Matteucci, D. (2003). El paisaje visto por un ecólogo. *Contextos, revista de la facultad de arquitectura, diseño y urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.*, No. 12. P. 68 - 73.
- McGarical, K. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Report PNW-GTR-351 . USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station*, Portland, OR, 1995. p 22.
- MinAmbiente y ANLA. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales.* Bogotá.
- Montoya, E. P. (2003). *Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el valle de Zapotitlán de las salinas.* Puebla México: Universidad Autónoma de México.
- Muñoz, P. A. (2014). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 139-156.
- POMCA. (2017). *Actualización POMCA del Río Bogotá.* Bogotá: CONTRATO DE CONSULTORÍA N°. 1412 DE 2014:.
- REFOCOSTA. (2022). *Información adicional - Fauna. Caracterización del área de influencia.* Colombia: REFOCOSTA.
- Roy, A., Shanthala, B., & Devi Debnath, B. M. (2010). Geospatial model for identification of potential ecological corridor in Orissa. . *Special issue on Biodiversity and Landscape Ecology. Journal of the Indian Society of Remote Sensing.*