



ENEL COLOMBIA S.A. E.SP.

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE
TRANSMISIÓN A 115 kV”**

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

POR:



Bogotá, septiembre de 2024



ENEL COLOMBIA S.A. E.SP.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE
TRANSMISIÓN A 115 kV”
CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

POR:



INGEDISA
INGENIERÍA & DISEÑO

Bogotá, septiembre de 2024

3	Versión 3	J.Castellanos Y.Caleño	Ingedisa S.A	K. Martínez	26/08/2024
2	Versión 2	Ingedisa S.A	J. Yopasa	K. Martínez	29/12/2023
1	Versión solo con metodologías	Ingedisa S.A	J. Yopasa	G. Méndez	24/07/2023
0	Versión solo con metodologías	Ingedisa S.A.	M. Sánchez	G. Méndez	17/05/2023
Rev.	Descripción	Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha





  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 3

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
2 GENERALIDADES	10
2.1 ANTECEDENTES.....	11
2.1.1 Descripción y localización del proyecto.....	18
2.1.2 Trámites ante autoridades competentes y entidades.....	21
2.1.3 Identificación de áreas protegidas y/o ecosistemas estratégicos	24
2.1.4 Permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica	24
2.1.5 Trámite de solicitud de levantamiento de veda	25
2.1.6 Identificación y evaluación de superposición de proyectos en el área de influencia	25
2.1.6.1 Proyectos de infraestructura vial.....	26
2.1.6.2 Cruces identificados con corredores viales.....	29
2.1.6.3 Proyectos lineales de infraestructura eléctrica	33
2.1.6.4 Redes matrices acueducto	35
2.1.6.5 Infraestructura hidrocarburos.....	37
2.1.6.6 Infraestructura minera.....	39
2.1.6.7 Pistas aéreas.....	39
2.1.6.8 Proyecto poligonal de infraestructura residencial.....	41
2.2 ALCANCES	42
2.2.1 Alcance.....	42
2.2.2 Limitaciones y/o restricciones	42
2.3 METODOLOGÍAS.....	42
2.3.1 Área de influencia del proyecto.....	43
2.3.1.1 Área de influencia preliminar	44
2.3.1.2 Área de influencia definitiva	46
2.1.1 Metodología de caracterización ambiental del área de influencia	47
2.1.1.1 Medio abiótico	47
2.3.1.3 Medio biótico	123
2.1.1.2 Medio socioeconómico	218
2.1.1.3 Paisaje	235
2.1.1.4 Servicios ecosistémicos.....	255
2.3.2 Metodología de zonificación ambiental	278
2.3.2.1 Análisis de Sensibilidad e Importancia.....	279
2.1.1.5 Criterios para valoración cualitativa y cuantitativa.....	281
2.3.2.2 Incertidumbre.....	282
2.3.3 Metodología de demanda, uso, aprovechamiento y/ o afectación de los recursos naturales	282
2.4.3.1 Ocupación de cauce	283
2.4.3.2 Aprovechamiento forestal	285

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 4

2.3.3.3	Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad	288
2.3.4	Metodología de evaluación ambiental.....	289
2.4.3.3	Parámetros de calificación.....	290
2.4.3.4	Metodología para la evaluación de impactos residuales	296
2.4.3.5	Metodología para la evaluación de impactos sinérgicos y acumulativos	299
2.4.3.6	Cálculo del índice de importancia ambiental.....	299
2.3.4.1	Incertidumbre.....	300
2.3.5	Metodología de zonificación de manejo ambiental del proyecto	301
2.3.5.1	Incertidumbre.....	303
2.3.6	Metodología de plan de manejo ambiental	303
2.4.4	Metodología de programa de seguimiento y monitoreo.....	306
2.3.7	Metodología de gestión del riesgo	308
2.3.7.1	Análisis de riesgo	308
2.3.7.2	Reducción del riesgo	313
2.3.7.3	Manejo del desastre	314
2.3.7.4	Incertidumbre.....	314
2.3.8	Metodología del plan de desmantelamiento y abandono	314
2.3.8.1	Incertidumbre.....	315
2.3.9	Metodología del plan de inversión del 1%.....	315
2.3.10	Metodología de compensación biótica.....	316
2.3.10.1	Qué compensar	319
2.3.10.2	Cuánto compensar	319
2.3.10.3	Dónde compensar	320
2.3.10.4	Cómo compensar	320
2.3.11	Metodología de anexo cartográfico.....	321
2.3.11.1	Incertidumbre.....	322
2.3.11.2	Fase preliminar.....	322
2.3.11.3	Fase procesamiento de información	322
2.4	Cronograma de ejecución del estudio de impacto ambiental	326
2.5	Organización del estudio	327

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1 Localización del proyecto.....	20
Figura 2-2 Infraestructura vial en el área de influencia.....	28
Figura 2-3 Intersección del proyecto con infraestructura vial primaria o secundaria.....	30
Figura 2-4 Infraestructura férrea en el área de influencia	32
Figura 2-5 Redes eléctricas presentes en el área de influencia	34
Figura 2-6 Redes matrices del EAAB.....	36



  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 5

Figura 2-7 Redes de gasoductos presentes en el área de influencia	38
Figura 2-8 Pistas aéreas con relación al área de influencia del proyecto	40
Figura 2-9 Proceso general para la definición y delimitación del área de influencia del proyecto.....	44
Figura 2-10 Detalle del proceso metodológico para la definición del área de influencia preliminar.....	45
Figura 2-11 Esquema general del área de influencia preliminar.....	46
Figura 2-12 Jerarquización geomorfológica	56
Figura 2-13 Materiales, equipos y herramientas utilizados en campo	60
Figura 2-14 Estructura jerárquica de unidades geomorfológicas según metodología IGAC	62
Figura 2-15 Álgebra de mapas multitemáticos para estabilidad geotécnica	71
Figura 2-16 Realización del mapa de pendientes herramienta SLOPE.....	91
Figura 2-17 Curva de duración de caudales de corrientes	97
Figura 2-18 Patrones de drenaje erosionales	99
Figura 2-19 Patrones de drenaje deposicionales	99
Figura 2-20 Patrones de drenajes especiales	100
Figura 2-21 Patrones de drenaje individuales	101
Figura 2-22 Metodología identificación de fuentes de emisión atmosférica con procesamiento de imagen satelital.....	113
Figura 2-23 Puntos de monitoreo de aire	115
Figura 2-24 Puntos de monitoreo de ruido	120
Figura 2-25 Diagrama climático para la Clasificación de Zonas de Vida – Holdridge (1976)	125
Figura 2-26 Unidades de síntesis para la elaboración del mapa de ecosistemas.....	128
Figura 2-27 Parcelas para caracterización de vegetación secundaria y Arbustal de 0,01 ha	132
Figura 2-28 Parcelas para la caracterización de pastos arbolados	132
Figura 2-29 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles rectos, deformados, bifurcados e inclinados.....	134
Figura 2-30 Estimación de las alturas para la actividad de campo	135
Figura 2-31 Formato para la captura de información en la categoría fustal.....	137
Figura 2-32 Formato para la captura de información de la regeneración natural.....	137
Figura 2-33 Estratos del forófito	166
Figura 2-34 Esquema de la parcela para hábito terrestre y/o rupícola	169
Figura 2-35 Preparación de sobres de papel para depósito de muestras no vasculares	174
Figura 2-36 Ubicación puntos de muestreo para la caracterización de herpetofauna.....	188
Figura 2-37 Ubicación puntos de muestreo para la caracterización de aves	194
Figura 2-38 Ubicación puntos de muestreo para la caracterización de mamíferos.....	204
Figura 2-39 Ubicación puntos de muestreo de entrevistas para la caracterización de fauna	206
Figura 2-40 Agrupación de actores sociales a involucrar	220
Figura 2-41 Actividades metodología de socialización	229
Figura 2-42 Entrevista para la caracterización del paisaje – Pagina 1	241
Figura 2-43 Entrevista para la caracterización del paisaje – Pagina 2	242
Figura 2-44 Puntos de observación y/o análisis	243
Figura 2-45 El paisaje en sus componentes: Fenosistema y Criptosistema	245
Figura 2-46 Representación de la obtención de unidades de paisaje	246



  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 6

Figura 2-47 Rangos de distancia o alcance visual	248
Figura 2-48 Modelo de entrevista para la identificación de los servicios ecosistémicos por usuarios	264
Figura 2-49 Servicios ecosistémicos en áreas urbanas	270
Figura 2-50 Secuencia metodológica para definir zonificación ambiental.....	278
Figura 2-51 Esquema metodológico para el desarrollo de la solicitud de permiso de ocupación de cauce	283
Figura 2-52 Ejemplo ficha 1 para trámite ante SDA para cada individuo arbóreo.....	288
Figura 2-53 Plantilla de mapa para vista general del proyecto	324
Figura 2-54 Modelo de salidas gráficas para documento	325
Figura 2-55 Estructura de anexo cartográfico	326
Figura 2-56 Línea de tiempo del proyecto	327

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1 Respuesta a requerimientos presentados por la autoridad ambiental	10
Tabla 2-2 Marco normativo	12
Tabla 2-3 Localización del proyecto	18
Tabla 2-4 Relación de trámites ante autoridades competentes y entidades realizados para el presente estudio	21
Tabla 2-5 Red vial reportada por INVIAS	26
Tabla 2-6 Proyectos identificados por el IDU dentro del área de influencia del proyecto..	26
Tabla 2-7 Proyectos identificados por ANI dentro del área de influencia del proyecto	27
Tabla 2-8 Cruces del proyecto con vías	29
Tabla 2-9 Proyectos del sector de infraestructura férrea presentes en el área de influencia tipo lineal	31
Tabla 2-10 Infraestructura del sector eléctrico en el área de influencia	33
Tabla 2-11 Información de redes matrices de acueducto existentes en el área de influencia del proyecto	35
Tabla 2-12 Redes matrices proyectadas – sector proyecto lagos de torca.....	37
Tabla 2-13 Redes de gasoducto presentes en el área de influencia	37
Tabla 2-14 Fuentes de información para el componente geológico	48
Tabla 2-15 Criterios y niveles para el componente de Geología	50
Tabla 2-16 Asignación de los criterios para el componente de Geología	51
Tabla 2-17 Fuentes de información para el componente geomorfológico	55
Tabla 2-18 Documentos consultados en fase precampo.....	59
Tabla 2-19 Parámetros físicos y químicos evaluados en laboratorio.....	61
Tabla 2-20 Fórmula para el cálculo de fertilidad.....	63
Tabla 2-21 Clase por grado de fertilidad	63
Tabla 2-22 Resistencia a la penetración del suelo	63
Tabla 2-23 Servicios ecosistémicos del suelo	64
Tabla 2-24 Tipo de uso principal del suelo	65
Tabla 2-25 Categorías de uso del suelo	66
Tabla 2-26 Matriz de decisión para la valoración del conflicto de uso del suelo	67
Tabla 2-27 Clases de conflicto de uso del suelo	67
Tabla 2-28 Instrumentos de ordenamiento municipal consultados	68



  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 7

Tabla 2-29 Criterios o conjuntos difusos y niveles	68
Tabla 2-30 Valoración de criterios.....	69
Tabla 2-31 Resultado de estabilidad geotécnica por sumatoria de capas multitemáticas	71
Tabla 2-32 Asignación de los criterios para el componente de Geología	72
Tabla 2-33 Documentos consultados en fase precampo.....	73
Tabla 2-34 Características de las estaciones del IDEAM.....	77
Tabla 2-35 Estaciones climatológicas consideradas	79
Tabla 2-36 Clasificación Caldas.....	83
Tabla 2-37 Clasificación Lang.....	84
Tabla 2-38 Clasificación Caldas- Lang.....	84
Tabla 2-39 Clasificación del tamaño de las cuencas.....	87
Tabla 2-40 Características de las cuencas de acuerdo con el índice de alargamiento.....	89
Tabla 2-41 Clasificación de la densidad de drenaje	90
Tabla 2-42 Índice de sinuosidad (Ss) - Leopold	92
Tabla 2-43 Índice de sinuosidad (Ss) – Schumm	92
Tabla 2-44 Índice de sinuosidad (Ss) – Morisawa.....	92
Tabla 2-45 Clasificación de amenaza por inundación	102
Tabla 2-46 Rangos del índice de aridez.....	102
Tabla 2-47 Rangos de clasificación Índice de Retención y regulación Hídrica	103
Tabla 2-48 Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros in situ	105
Tabla 2-49 Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros in situ	106
Tabla 2-50 Metodología de técnicas analíticas	106
Tabla 2-51 Valoraciones Método “GOD”	111
Tabla 2-52 Puntos de monitoreo de aire	114
Tabla 2-53 Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire	116
Tabla 2-54 Atributos cualitativos e intervalos para el cálculo del Índice Bogotano de calidad del aire y riesgo en salud -IBOCA.....	117
Tabla 2-55 Punto de corte del ICA.....	118
Tabla 2-56 Puntos de monitoreo de ruido	119
Tabla 2-57 Puntos de aforo vehicular	122
Tabla 2-58 Fuentes de información a consultar en la fase precampo	123
Tabla 2-59 Área mínima cartografiable para distintas escalas	127
Tabla 2-60 Procesos para el muestreo forestal.....	130
Tabla 2-61 Parámetros estadísticos.....	131
Tabla 2-62 Características del porcentaje de abundancia relativa	139
Tabla 2-63. Características según la frecuencia relativa.	140
Tabla 2-64. Características según la dominancia relativa	141
Tabla 2-65. Características del índice de diversidad de Shannon.....	145
Tabla 2-66. Características del índice de riqueza de Margalef.....	146
Tabla 2-67 Categorías definidas para la clasificación de la regeneración natural	148
Tabla 2-68 Normatividad aplicable a especies en estado de veda grados de amenaza o endémicas	149
Tabla 2-69 Coberturas naturales y seminaturales analizadas	151
Tabla 2-70 Métricas analizadas a nivel de parche, clase de cobertura y paisaje.....	152
Tabla 2-71 Normatividad aplicable a especies en estado de veda grados de amenaza o endémicas	160
Tabla 2-72 Muestreo realizado para el habito epifito en los biomas del área del proyecto	163



  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 8

Tabla 2-73 Criterios para seleccionar forófitos para muestrear epífitas.....	165
Tabla 2-74 Muestreo realizado para el habito rupícola y/o terrestre área del proyecto...	169
Tabla 2-75 Documentación utilizada para la fase precampo	181
Tabla 2-76 Recorridos de reconocimiento.....	186
Tabla 2-77 Recorridos libres de observación	189
Tabla 2-78 Ubicación redes de niebla.....	191
Tabla 2-79 Ubicación trampas Sherman.....	195
Tabla 2-80 Ubicación trampas Tomahawk.....	198
Tabla 2-81 Ubicación redes de niebla.....	199
Tabla 2-82 Recorridos libres de observación	200
Tabla 2-83 Ubicación cámaras trampa	202
Tabla 2-84 Ubicación Entrevistas.....	205
Tabla 2-85 Bases de datos para la asignación de nombres comunes y clasificación taxonómica	207
Tabla 2-86 Cálculos esfuerzos de muestreo	209
Tabla 2-87 Fuente de información cartográfica consultada.....	217
Tabla 2-88 Información secundaria consultada– Medio socioeconómico	218
Tabla 2-89 Estructura de la ficha de caracterización territorial	221
Tabla 2-90 Estructura del formato “Permiso de ingreso a predios”.....	222
Tabla 2-91 Estructura del formato “Paz y salvo ingreso a predios”	223
Tabla 2-92 Insumos e instrumentos de recolección de información – Medio socioeconómico	225
Tabla 2-93 Relación de acercamientos actores de interes.....	226
Tabla 2-94 Implementacion ficha de caracterizacion	226
Tabla 2-95 Momentos de participación y socialización en el marco del EIA.....	228
Tabla 2-96 Gestión de espacios	230
Tabla 2-97 Herramientas de convocatoria a implementar con cada grupo de interés	230
Tabla 2-98 Ejecución espacios de participación y socialización.....	232
Tabla 2-99 Procedimiento metodológico para la caracterización del paisaje.....	235
Tabla 2-100 Listado de equipos y materiales.....	237
Tabla 2-101 Rangos de visibilidad y escalas visuales.....	248
Tabla 2-102 Método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980).....	248
Tabla 2-103 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual.....	250
Tabla 2-104 Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual (Yeomans, 1986)	251
Tabla 2-105 Escala de referencia para la estimación del CAV.....	251
Tabla 2-106 Indicador para la valoración de elementos discordantes	253
Tabla 2-107 Listado de equipos y materiales para el trabajo en campo.....	256
Tabla 2-108 Coberturas de la tierra	258
Tabla 2-109 Formato para registrar servicios ecosistémicos en la unidad de análisis....	259
Tabla 2-110 Formato beneficiarios de los servicios ecosistémicos por rango de sexo y edad	267
Tabla 2-111 Criterios para el análisis de la dependencia (del proyecto y las comunidades) y tendencia de los servicios ecosistémicos	268
Tabla 2-112 Clasificación de los SSEE según las condiciones del sector urbano (Zonas duras o zonas blandas). Metodología propuesta por Francesconi Latorre, Martínez Clavijo, & Díaz Forero (2014)	270





  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 9

Tabla 2-113 Análisis del estado y tendencia de los SSEE según TdR 17 y la Metodología general para la elaboración de Estudios Ambientales 2018	272
Tabla 2-114 Metodología adaptada para los estudios ambientales de INGEDISA de conformidad con los TdR 17, la metodología general para la elaboración de Estudios Ambientales 2018 y el modelo de almacenamiento de datos geográficos de ANLA	274
Tabla 2-115 Diligenciamiento base datos cartográficos de la ANLA	276
Tabla 2-116 Rangos de Sensibilidad ambiental	280
Tabla 2-117 Rangos de importancia ambiental	280
Tabla 2-118 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia (S/I)	281
Tabla 2-119 Rangos para el cálculo del carácter del impacto	290
Tabla 2-120 Rangos de extensión	290
Tabla 2-121 Rangos de magnitud	291
Tabla 2-122 Rangos de duración	292
Tabla 2-123 Rangos de periodicidad	292
Tabla 2-124 Rangos de Resiliencia	293
Tabla 2-125 Rangos de acumulación	293
Tabla 2-126 Rangos de sinergia	294
Tabla 2-127 Rangos de efecto	294
Tabla 2-128 Rangos de Reversibilidad	295
Tabla 2-129 Rangos de Recuperabilidad	295
Tabla 2-130 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación	296
Tabla 2-131 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo	297
Tabla 2-132 Sistema de clasificación para la importancia ambiental	298
Tabla 2-133 Clasificación para la valoración de la importancia neta	298
Tabla 2-134 Clasificación y rangos de los impactos de naturaleza negativa	299
Tabla 2-135 Clasificación y rangos de los impactos de naturaleza positiva	300
Tabla 2-136 Categorías de interacción entre zonificación ambiental e impactos relevantes	302
Tabla 2-137 Relación de la zonificación ambiental y las categorías de zonificación de manejo	302
Tabla 2-138 Descripción de las categorías de zonificación de manejo empleadas	302
Tabla 2-139 Atributos incluidos dentro de las medidas de manejo del PMA	304
Tabla 2-140 Formato para la presentación de las fichas que comprenden el Plan de Manejo ambiental	305
Tabla 2-141 Formato de ficha para el Plan de Seguimiento y Monitoreo	307
Tabla 2-142 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	309
Tabla 2-143 Criterios para la calificación de vulnerabilidad	310
Tabla 2-144 Criterios para definir el nivel de riesgo	311
Tabla 2-145 Definición del nivel de riesgo	312
Tabla 2-146 Rangos de aceptabilidad del riesgo	312
Tabla 2-147 Parámetros para el sistema de referencia magna Colombia CTM12	323
Tabla 2-148 Equipo consultor para el estudio de impacto ambiental	327


  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 10

2 GENERALIDADES

En atención a la respuesta de los requerimientos solicitados en la Reunión de Información Adicional en el desarrollo del trámite administrativo de licenciamiento ambiental del Expediente SDA 07-2024-153, se da la atención al requerimiento 1 en el presente capítulo, en la Tabla 2-1, se enuncia el requerimiento en acápite en el cual se realizó el complemento al igual que la página en la cual puede consultarse la información:

Tabla 2-1 Respuesta a requerimientos presentados por la autoridad ambiental

Requerimiento 1	Ajustes	Página
<p>Presentar los shapes y/o geodatabase, así como el Excel de coordenadas en formato único nacional, de tal manera que se pueda verificar el cruce con los elementos de la Estructura Ecológica Principal del Sistema Hídrico y Suelo Urbano, incluyendo los polígonos de maniobra, accesos de maquinaria, descripción de las actividades y las operaciones de izaje y tendido, justificando las razones por las cuales no se incluyó en el capítulo 7. Demanda uso, aprovechamiento y/o afectación a los recursos naturales.</p> <p>En caso de que se evidencie la aplicabilidad del permiso de ocupación de cauce, playas y/o lechos, se debe remitir la información técnica y documental relacionada en el formulario distrital versión 11, describiendo las actividades que se desarrollarán dentro de la Estructura Ecológica Principal del Sistema Hídrico y Suelo Urbano.</p>	<p>En el numeral 2.3.3 Metodología de demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales, 2.4.3.1 Ocupación de cauce, se presenta la metodología para la ocupación de cauce, reglamentada por el Decreto 1541 de 1978 y su Decreto modificatorio 2858 de 1981, la Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993 y el artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto Único Ambiental 1076 de 2015, emitidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.</p>	Pág. 282 a 285
	<p>En el numeral 2.1.1.1.12 Calidad del agua, se incluye la metodología de la caracterización de dos puntos objeto de análisis para el monitoreo de calidad del agua, requeridos para el permiso de ocupación de cauce.</p>	Pág. 106 y 107
	<p>En el numeral 2.1.1.1.1 Ecosistemas acuáticos se incluye el ajuste de la metodología de caracterización de la hidrobiota contemplando la ocupación de cauce del Drenaje Canal Guaymaral por medio de la Cercha. Allí se da claridad que para el proyecto fue aplicable este trámite.</p>	Pág. 213 a 215
	<p>En el numeral 2.1.1.2.3 Participación y socialización se presenta el complemento metodológico para el desarrollo de los lineamientos de participación relacionados con la solicitud de información adicional.</p>	Pág. 234
	<p>Teniendo en cuenta el ajuste sobre las áreas de intervención se ajusta la Tabla 2-72 Muestreo realizado para el habito epifito en los biomas del área del proyecto.</p>	Pág. 163

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 11

2.1 ANTECEDENTES

El proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus Líneas de Transmisión a 115 kV” hace parte de un banco de proyectos diseñado por parte de Enel-Colombia S.A. E.S.P para atender las necesidades de la población hacia el 2030, la subestación Guaymaral hace parte de las 5 subestaciones proyectadas para la localidad de suba, donde se evidenció la necesidad de conexión de nuevos usuarios previendo la alta creciente demanda de energía, promoviendo y contribuyendo el crecimiento industrial, comercial, económico y los sistemas de movilidad eléctrica como lo es el Regiotram del norte, SITP eléctricos y patios de carga, logrando un sistema de distribución más robusto que permite atender y brindar confiabilidad del servicio para las 174 mil familias.

Así las cosas, se concibe el proyecto denominado “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus Líneas de Transmisión a 115 kV”, el cual se desarrollará bajo los lineamientos estipulados en la Metodología de Estudios Ambientales presentada por el (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018) y dando respuesta a los requerimientos establecidos a través de los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA para proyectos de sistemas de transmisión eléctrica TdR-17 del (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA, 2018), los cuales fueron entregados a Enel-Colombia S.A. E.S.P. por la Secretaría Distrital de Ambiente a través del Radicado 2023EE119018 del 29 de mayo de 2023 (**ver Anexos, Cap. 2, Correspondencia**).

Desde el año 2022 se presentó un trazado de ruta y una ingeniería conceptual de la subestación totalmente diferente, donde se tenía un trazado de línea subterránea a 115 kV por 5.4 km, esta línea cruzaba por un área de sustracción de la Reserva Forestal Regional del Norte de Bogotá D.C. “Thomas Van der Hammen” la cual es una zona de reserva ambiental con un área de 1.395 hectáreas, declarada en el año 2011 y localizada en el borde norte bogotano en las localidades de Usaquén y Suba, entre la calle 201 y la calle 222, sin embargo, teniendo presente lo dicho anteriormente, Enel Colombia como compañía tomó la decisión de no intervenir dicha área protegida, y se planteó un redireccionamiento del trazado, pasando de 5.4 km a 1.27 km totalmente subterráneos desde la calle 222 hacia el sur por la calle 201 con este cruce se estaría bordeando la capa del humedal Torca Guaymaral y un tramo aéreo desde la calle 201 a la calle 215 (Conexión con la actual la línea de transmisión Torca – Autopista a 115 kV) con una longitud aproximada de 1,61 km localizada en el separador central de la autopista Norte, es importante aclarar que la Subestación no será de tipo convencional será tipo gis indoor con una capacidad de 80 MVA y un área aprox de 0,5 ha, este cambio obedece a que la subestación se armonice y se mimetice con el paisaje actual del área donde se proyecta construir la misma como una primera etapa, también, se tiene una (1) línea de transmisión aérea desde la calle 215 a la 245, la cual cuenta con una longitud de 3,28 km localizada en el separador central de la autopista Norte que constituye una etapa 2 del proyecto en mención.

En la Tabla 2-2 se presenta un resumen del marco legal vigente y aplicable al proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus Líneas de Transmisión a 115 kV” y aquellas asociadas al desarrollo del presente Estudio de Impacto Ambiental.







 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 12

Tabla 2-2 Marco normativo



Elemento base de regulación	Norma	Descripción
ESTUDIOS AMBIENTALES	Ley 23 de 1973, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.
	Decreto-Ley 2811 del 18 de diciembre de 1974, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
	Constitución Política de Colombia de 1991, Asamblea Constituyente de Colombia	CAPITULO 3 De los derechos colectivos y del ambiente y demás disposiciones constitucionales concordantes.
	Ley 99 de 1993, Congreso de la República de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 3570 del 27 de septiembre de 2011, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
	Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, Congreso de la República de Colombia	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
	Resolución 1402 del 25 julio de 2018, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales.
	Resolución 075 de 18 enero de 2018, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, para proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica y se toman otras determinaciones.
RECURSO HÍDRICO	Decreto 1541 de 1978, Presidencia de la República de Colombia	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973
	Ley 373 del 6 de junio de 1997, Congreso de la República de Colombia	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
	Resolución 957 del 31 de mayo de 2018, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la guía técnica de criterios para el acotamiento de rondas hídricas en Colombia y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 050 de 2018, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto número 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los Consejos Ambientales Regionales de las Macrocuenas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones.
	Resolución conjunta SDA-CAR 029 del 8 de febrero de 2023	A través de la cual, se realizó la actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) de los humedales Torca y Guaymaral.
ATMÓSFERA	Decreto 2107 de 1995, Ministerio del Medio Ambiente, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo)	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire
	Decreto 979 de 2006, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Ambiente, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo)	Por el cual se modifican los artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire
	Resolución 0627 de 2006, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Ambiente, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo)	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
	Resolución 910 de 2008 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 13



Elemento base de regulación	Norma	Descripción
		artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.
	Resolución 650 de 2010, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Ambiente, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Modificada por la Resolución 2154 de 2010 y 2254 de 2017	Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.
	Resolución 2154 de 2010, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Ambiente, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
	Resolución 2254 de 2017, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.
	Ley 1772 del 2019, Congreso de la República de Colombia	Por medio de la cual se establece la protección de los derechos a la salud y al medio ambiente sano estableciendo medidas tendientes a la reducción de emisiones contaminantes de fuentes móviles.
FLORA	Decreto 1383 del 17 de julio de 1940, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se adoptan medidas para la defensa y aprovechamiento de bosques.
	Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. Modificada por la Resolución 96 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Ambiente, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables.
	Resolución 213 del 1 de febrero de 1977, Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente	Por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre.
	Resolución 801 del 24 de junio de 1977, Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente	Por la cual se declara planta protegida una especie de flora silvestre y se establece una veda.
	RESOLUCIÓN 3158 DE 2021-Secretaría Distrital de Ambiente	Por la cual se actualizan e incluyen nuevos factores para el cálculo de la compensación por aprovechamiento forestal de árboles aislados en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá D.C. y se adoptan otras determinaciones
	Resolución 256 de 2018, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio de la cual se adopta el Manual de Compensaciones del Componente Biótico.
FAUNA	Decreto 1608 del 31 de julio de 1978, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
	Resolución 1912 de 2017, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.
ÁREAS PROTEGIDAS Y ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS	Ley 2 del 16 de diciembre de 1959, Congreso de la República de Colombia	Por la cual se establecen las “Zonas Forestales Protectoras” y “Bosques de Interés General”
	Acuerdo 0030 del 30 de septiembre de 1976, Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente	Por el cual se declaran y alindan unas áreas de reserva forestal y se delegan unas funciones.
	Ley 357 de 1997, Congreso de la República de Colombia	Por medio de la cual se aprueba la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas”,

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 14



Elemento base de regulación	Norma	Descripción
		suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971).
	Resolución 0755 del 01 de junio de 2012, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio de la cual se establecen determinaciones respecto al uso y funcionamiento de la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá y se modifica la Resolución 511 de 2012.
	Resolución 0138 del 31 de enero del 2014, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se realindera la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá y se toman otras determinaciones.
	Resolución 1628 del 13 de julio de 2015, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se declara y delimita las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.
	Resolución 1987 del 22 de octubre de 2018, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio de la cual se prórroga el término de duración de las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente establecidas mediante la Resolución 1814 de 2015, modificada por la Resolución 2157 de 2017 y se adoptan otras determinaciones.
	Resolución 0097 del 24 de enero de 2017, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se crea el Registro de Ecosistemas y Áreas Ambientales y se adoptan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2017. 6 p.
	Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 957 de 2019 CAR, CORPORINOQUIA y CORPOGUAVIO	Por la cual se aprueba el ajuste y actualización del POMCA río Bogotá.
	Ley 1930 de 2018, Congreso de la República de Colombia	Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.
BIODIVERSIDAD	Ley 165 de 1994, Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
	Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, 2012	Se define como el proceso por el cual se planifican, ejecutan y monitorean las acciones para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, en un escenario social y territorial definido y en diferentes estados de conservación.
	Decreto 3016 de 27 de diciembre 2013, Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible, Compilado por el Decreto 1076 de 2015.	Por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales.
	Resolución 00108 del 26 de enero de 2023, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones.
RESIDUOS	Resolución 02309 de 1986, Ministerio de salud. Modificada por la Resolución 5916 de 1994. Modificada por la Resolución 5916 de 1994	Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la parte 4a. del Libro 1o. del Decreto Ley No. 2811 de 1974 y de los Títulos I, II y XI de la Ley 09 de 1979, en cuanto a Residuos Especiales.
	Resolución 5916 de 1994, Ministerio de salud	Por la cual se suprime un procedimiento en materia de Residuos Sólidos Especiales de la Resolución 02309 de 1986.
	Decreto 1713 del 6 de agosto de 2002, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
	Decreto 838 de 2005, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 15



Elemento base de regulación	Norma	Descripción
		disposiciones.
	Ley 1259 del 19 de diciembre de 2008, Congreso de la República de Colombia	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 1299 de 22 abril de 2008, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el departamento de gestión Ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras Disposiciones.
	Decreto 3695 del 25 de septiembre de 2009, Ministerio del interior y de justicia	Por medio del cual se reglamenta la Ley 1259 de 2008 y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 1511 de 2010, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones.
	Ley 1466 del 30 de junio de 2011, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se adicionan, el inciso 2° del artículo 1° (objeto) y el inciso 2° del artículo 8°, de la Ley 1259 del 19 de diciembre de 2008, "por medio de la cual se instauró en el territorio nacional la aplicación del Comparendo Ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 472 de 2017, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	La cual reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición –RCD.
RESIDUOS PELIGROSOS	Decreto 1609 del 31 de julio de 2002, Congreso República de Colombia	Por el cual se reglamenta el transporte y manejo terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
	Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Desarrollado parcialmente por la Resolución del Min. Ambiente 1402 de 2006 – Sobre el Manejo de Residuos Peligrosos. Se debe realizar la correlación e identificación de los residuos que se generen en una obra civil frente a los elementos y características de los anexos I, II y III del Decreto, para establecer o no su peligrosidad de acuerdo con el mismo y en caso positivo proceder acorde con el mismo.
	Resolución 1446 del 5 de octubre de 2005, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se modifica parcialmente la resolución 415 de 1998 que establece los casos en los cuales se permite la combustión de aceite de desecho o usados y las condiciones técnicas para realizar la misma.
	Resolución 1402 de 2006, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se desarrolla parcialmente el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos
	Resolución 1362 de 2 de agosto de 2007, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27° y 28° del Decreto 4741 de diciembre 30 de 2005.
	Ley 1252 de 2018, Congreso de la República de Colombia	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
SUELOS	Ley 9 del 11 de enero de 1989, Congreso de la República de Colombia. Modificado por Ley 2079 de 2021 Adicionado por Ley 2044 de 2020	Por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones.
	Ley 388 del 28 de julio de 1997, Congreso de la República de Colombia	Reglamentada por los Decretos Nacionales 150 y 507 de 1999; 932 y 1337 de 2002; 975 y 1788 de 2004; 973 de 2005; 3600 de

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 16

Elemento base de regulación	Norma	Descripción
		2007; 4065 de 2008; 2190 de 2009; Reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 1160 de 2010. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones de Ordenamiento territorial.
	Decreto 2201 de 2003, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se reglamenta el artículo 10 de la Ley 388 de 1997. Art 1.: Los proyectos, obras o actividades considerados por el legislador de utilidad pública e interés social cuya ejecución corresponda a la Nación, podrán ser adelantados por esta en todo el territorio nacional, de manera directa o indirecta a través de cualquier modalidad contractual, previa la expedición de la respectiva licencia o del correspondiente instrumento administrativo de manejo y control ambiental por parte de la autoridad ambiental correspondiente.
	Decreto 3600 del 20 de septiembre de 2007, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Modificado por art. 6 de Decreto 4066 de 2008. Adicionado por art. 1 de Decreto 4066 de 2008	Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones.
SOCIOECONÓMICO	Ley 21 del 04 de marzo de 1991, Congreso de la República de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76ª. reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 1989.
	Ley 387 del 18 de julio de 1997, Congreso de República de Colombia	Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones”. Artículo 22. De la participación comunal en el ordenamiento del territorio.
	Ley 397 del 7 de agosto de 1997 Congreso de la República de Colombia. Adicionado por Ley 2070 de 2020- Modificado por Decreto 2106 de 2019-Adicionado por Ley 1882 de 2018-Reglamentado parcialmente por Decreto 2941 de 2009-Modificado por Ley 797 de 2003-Reglamentado parcialmente por Decreto 833 de 2002-Reglamentado parcialmente por Decreto 358 de 2000	Ley General de Cultura.
	Decreto 1320 del 13 de julio de 1998, Ministerio del Interior. Modificado por los Artículos 2o. y 3o. del Decreto 1540 de 2003	Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
	Ley 1185 del 12 de marzo de 2008, Congreso de la República de Colombia	Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 – Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones.
	Ley 1381 del 25 de enero de 2010 Congreso de la República de Colombia	Artículo 8. Derechos en las relaciones con la administración pública.
	Decreto 1066 del 26 de mayo de 2015, Congreso de la República de Colombia	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo del Interior.
	Decreto 1080 del 26 de mayo de 2015, Ministerio de Cultura	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura Por compilación del Decreto 264 de 1963, Decreto 833 de 2002 y decreto 763 de 2009 en lo referente a patrimonio arqueológico.
	Ley 1806 del 24 de agosto 2016 Congreso de la República de Colombia	Por la cual se expide el Código Nacional de Policía y Convivencia”. TÍTULO XII Del patrimonio cultural y su conservación CAPÍTULO 1 Protección de los bienes del patrimonio cultural y arqueológico.

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 17

Elemento base de regulación	Norma	Descripción
	Resolución 139 del 28 de junio de 2017, Instituto Colombiano de Antropología e Historia	Por la cual se establece el procedimiento del Registro Nacional de Arqueólogos.
	Decreto 1353 de 21 de julio de 2018, Congreso de la República de Colombia	Por el cual se adiciona el capítulo 10 al título V de la parte 2 del libro 2º del Decreto Único Reglamentario del Sector de Minas y Energía en lo relacionado con la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 2353 de 2019, Ministerio del Interior	Por el cual se modifica la estructura del Ministerio del Interior y se determinan las funciones de algunas dependencias
	Ley 2166 del 18 diciembre de 2021, Congreso de la República de Colombia	Por la cual se deroga la Ley 743 de 2002, se desarrolla el Artículo 38 de la Constitución Política de Colombia en lo referente a los organismos de acción comunal y se establecen lineamientos para la formulación e implementación de la política pública de los organismos de acción comunal y de sus afiliados, y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 555 de 2021- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.
OTROS	Decreto 1299 de 2008, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones
	Resolución 2182 de 2016, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos.
	Decreto 2157 de 2017, Congreso de la República de Colombia	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012.
	Decreto 2106 de 2019, Congreso de la República de Colombia. Modificado por Ley 2079 de 2021- Modificado por Ley 2050 de 2020	Por el cual se dictan normas para simplificar, suprimir y reformar trámites, procesos y procedimientos innecesarios existentes en la administración pública.
	Resolución 471 de 2020, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Modificada por la Resolución 529 del 2020 y modificada por la Resolución 197 del 2022	Por la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía.
	Resolución 839 del 28 de agosto de 2023, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se sustituye la Resolución número 0941 de 2009 en lo relacionado con el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR) y el Registro Único Ambiental (RUA), se adoptan el Protocolo para el monitoreo y seguimiento del SIUR para los sectores productivos y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y se toman otras determinaciones. (...) El Registro Único Ambiental (RUA), deberá ser diligenciado y actualizado por las personas naturales y jurídicas que, de acuerdo con la normativa ambiental vigente, requieran de licencia ambiental, plan de manejo ambiental, permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales para el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables, así como los generadores obligados a reportar en el Registro de generadores de residuos peligrosos.
SECTOR	Ley 142 de 1994, Congreso de la	Por la cual se establece el régimen de los servicios

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 18

Elemento base de regulación	Norma	Descripción
ELÉCTRICO	República de Colombia	públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones
	Ley 143 de 1994, Congreso de la República de Colombia	Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética.
	Ley 689 de 2001, Congreso de la República de Colombia	Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.
	Resolución 40492 del 24 de abril 2015, Ministerio de Minas y Energía.	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Por la cual se aclaran y corrigen unos yerros en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.
GESTIÓN DEL RIESGO	Ley 1523 de 24 abril de 2012, Congreso de la República de Colombia	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones
	Decreto 1974 del 11 de septiembre de 2013, Departamento Administrativo Presidencia de la República	Por el cual se establece el procedimiento para la expedición y actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo.
	Decreto 2157 de 20 de diciembre de 2017, Congreso de la República de Colombia	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco Decreto 2157 de 20 de diciembre de 2017 Presidencia de la República de Colombia.

Fuente: INGEDISA S.A., 2023



2.1.1 Descripción y localización del proyecto

El proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” se ubica en el área urbana de la ciudad de Bogotá, específicamente entre las localidades de Usaquén y Suba; en tal sentido, a continuación, en la Tabla 2-3 y la Figura 2-1 se presenta la localización de la infraestructura asociada al proyecto.

El proyecto se desarrollará en 2 fases, considerando que el tramo de la línea de transmisión aérea que, recorre el separador de la autopista norte desde la calle 215 hasta la calle 245, tendrá una función para la distribución de energía eléctrica con subestaciones y líneas de transmisión futuras, mientras que la infraestructura asociada a la fase 1 tiene como finalidad realizar la conexión con la línea existente Línea Autopista I -Guaymaral y Torca Guaymaral 115 kV.

Tabla 2-3 Localización del proyecto

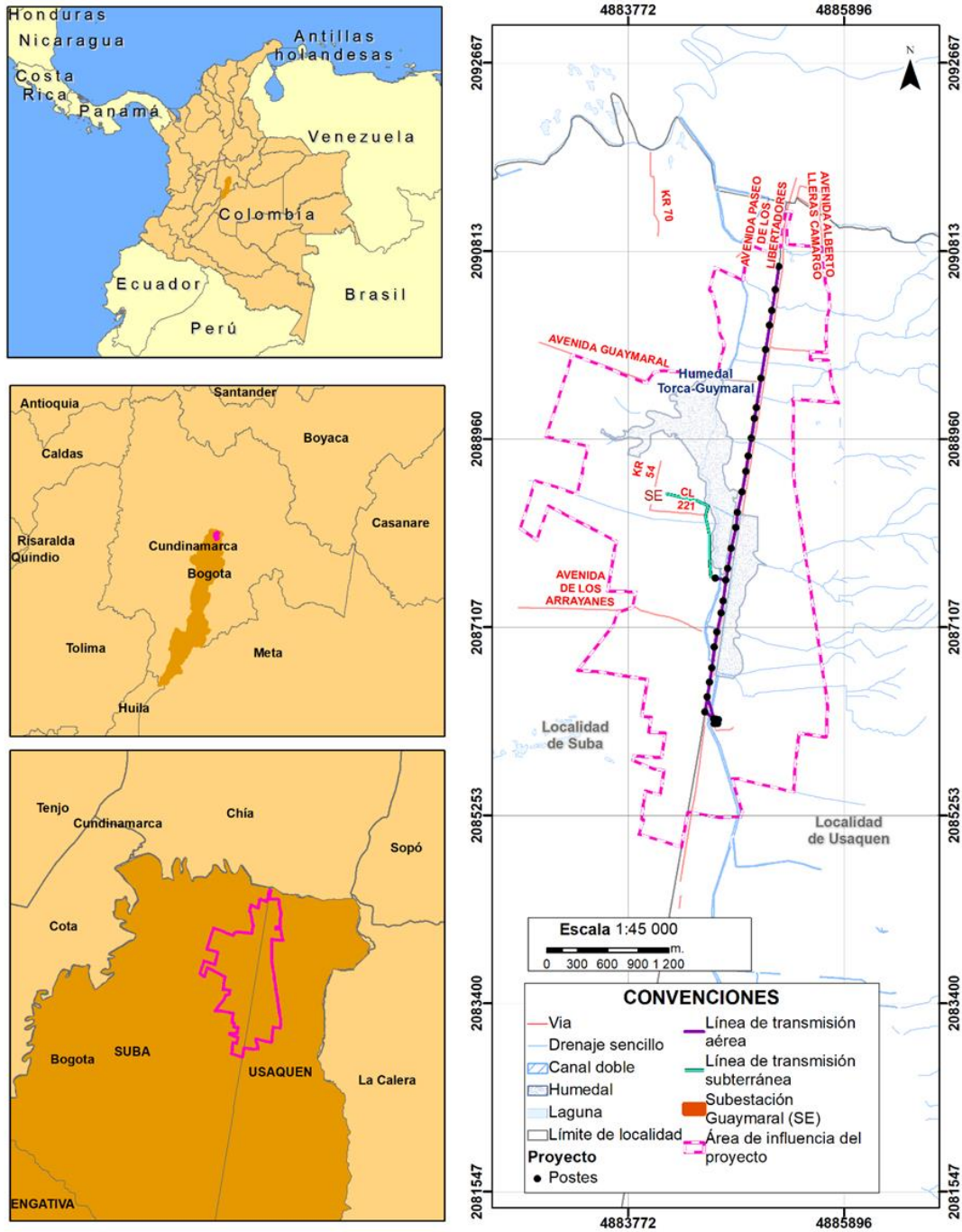
INFRAESTRUCTURA ASOCIADA	LOCALIZACIÓN	FASES	
		1	2
Subestación eléctrica (SE)	Localidad de Suba, barrio Casablanca Suba Urbano, específicamente sobre la calle 222 y la carrera 54.	X	
Línea de transmisión subterránea	Localidad de suba, barrio Casablanca Suba Urbano; este tramo de la línea de 1,27 km inicia su recorrido en la calle 215, continuando a través de 3 predios privados y a lo largo de la calle 222 o Av. El jardín donde se conecta con la subestación.	X	
Línea de transmisión aérea	En el límite entre las localidades de Suba y Usaquén. Este tramo de longitud aproximada de 1,61 km inicia específicamente en el poste “E899” de la línea existente Autopista I -Guaymaral y Torca Guaymaral 115 kV de 3 circuitos, es decir a la altura de la calle de 201, posteriormente recorre el separador de la autopista norte hasta la calle 215.	X	
Línea de transmisión aérea	En el límite de las localidades de Suba y Usaquén, inicia en la calle 215 y finaliza en la calle 245. Con una longitud de aproximadamente 3,13 km, el trayecto de línea se proyecta en el separador central de la Autopista Norte (Av. Libertadores).		X

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 19



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En la ruta **Anexos, cartográfico, Localización general** del presente Estudio de Impacto Ambiental, se encuentra un plano georreferenciado en coordenadas planas a escala 1:25.000 con las curvas de nivel, hidrografía, accidentes geográficos, asentamientos humanos y equipamientos colectivos.

Figura 2-1 Localización del proyecto



Fuente: INGEDISA S.A., 2023



 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 21

2.1.2 Trámites ante autoridades competentes y entidades



Con la objetivo de realizar el análisis de la información secundaria, se realizó la solicitud de información socioambiental disponible a las diferentes autoridades y entidades gubernamentales a nivel distrital y regional; así las cosas, en la Tabla 2-4 se presenta la trazabilidad para los trámites realizados, vale la pena resaltar que los diferentes soportes de los radicados y sus respectivas respuestas recibidas pueden ser consultados en **ver Anexos, Cap. 2, Correspondencia**

Tabla 2-4 Relación de trámites ante autoridades competentes y entidades realizados para el presente estudio



N°	Entidad / autoridad	Descripción	N° radicado	N° respuesta
1	Secretaría Distrital de Ambiente-SDA	Solicitud de términos de referencia	2023ER61249	2023EE119018
2		Solicitud de información físico-biótico	2023ER105717	2023EE153193
3		Solicitud de información respecto a la aplicación del Decreto 555 de 2021	2023ER129079	2023EE157825
4		Solicitud de información sobre compensaciones del medio biótico	2023ER154670	No se obtuvo respuesta
5		Solicitud de información referente a medio biótico para complementar la solicitud anteriormente realizada, entre los cuales se solicitó información del humedal	2023ER154660	No se obtuvo respuesta
6		Solicitud de información sobre vedas	2023ER154684	No se obtuvo respuesta
7		Solicitud aclaración sobre aprovechamiento en rondas estimadas	2023ER183630	No se obtuvo respuesta
8	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Solicitud de información de proyectos de desarrollo y que estén en proceso de licenciamiento.	20236200489952	20232300400991
9	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Solicitud información físico-biótica para el EIA, y solicitud de aclaraciones sobre zonas de protección de puntos hidrogeológico	20231044480	20232038087
10		Solicitud información medio abiótico	-	01232000041
11	Alcaldía Local Suba	Solicitud información medio físico-biótico y socioeconómico	20236110105912	No se obtuvo respuesta
12	Secretaría Distrital de Movilidad-SDM	Solicitud de información obras viales y de espacio público	202361202205912	202322405289301
13	Secretaría Distrital de	Solicitud POT, Catastro de redes de servicio públicos domiciliarios,	1-2023-39828	1-2023-39828, 2-2023-17092

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 22

N°	Entidad / autoridad	Descripción	N° radicado	N° respuesta
	Planeación-SDP	Infraestructura dotacional, proyectos por ejecutar o en ejecución		
14	Aeronáutica Civil de Colombia - AEROCIVIL	Información relacionada con proyectos presentes y futuros de terminales aéreos y su infraestructura conexas que administra o adelanta la AEROCIVIL, específicamente la relacionada con los conos de aproximación que se podrían encontrar al interior del área de interés del proyecto	2023190010030038	No se obtuvo respuesta
15	Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH	Información relacionada con proyectos desarrollados o en proceso de titulación, en el sector de hidrocarburos (licencias ambientales o planes de manejo ambiental e información cartográfica de los proyectos)	20236410331212	No se obtuvo respuesta
16	Agencia Nacional de Infraestructura – ANI	Información relacionada con proyectos de infraestructura pública de transporte y/o proyectos de asociación público-privada existentes y futuros (licencias ambientales o planes de manejo ambiental e información cartográfica de los proyectos)	20234090547332	20236050200661
17	Agencia Nacional de Minería – ANM	Información relacionada con títulos mineros otorgados y en proceso de titulación (licencias ambientales o planes de manejo ambiental e información cartográfica de los proyectos)	20231002430132	20232200478661
18	CENIT Transporte y logística de hidrocarburos	Información relacionada con proyectos de líneas de poliductos, oleoductos, gasoductos, entre otros presentes o en proceso de licenciamiento (licencias ambientales o planes de manejo ambiental e información cartográfica de los proyectos)	-	CEN-VTP-3884-2023-E
19	Instituto Nacional de Vías – INVÍAS	Información relacionada con proyectos de red nacional de carreteras, terciaria, férrea marítima y fluvial, presentes o en proceso de licenciamiento (licencias ambientales o planes de manejo ambiental e información cartográfica de los proyectos)	47242	No se obtuvo respuesta
20	Vanti S.A E.S.P	Información relacionada con planos de las redes de gas natural existentes en el área de estudio	-	10153620-1441-2023
21	Parque Nacionales Naturales de	Solicitud información relacionada con áreas protegidas	20234600060302	20232400419501

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 23

N°	Entidad / autoridad	Descripción	N° radicado	N° respuesta
	Colombia-PNN			
22	Agencia Nacional de Tierras ANT	Información relacionada con la existencia o no de zonas de reserva campesina constituidas o en trámite, zonas de baldíos de la Nación, procesos de reclamación o restitución de tierras, consejos territoriales de comunidades afrodescendientes o indígenas.	20236200984832	20235008929491
23	Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE	Solicitud información asociada a fenómenos migratorios, necesidades básicas insatisfechas, crecimiento histórico de la población, índices de calidad de vida, crecimiento histórico de la población	20233130093122T	20231510018921T
24	Dirección local educación Suba	Numero de colegios por localidad y directorio	E-2023-76765	S-2023-194690
25	Instituto de la Participación y Acción Comunal-IDPAC	Solicitud información Juntas de Acción Comunal, organizaciones sociales, Infraestructura comunitaria	-	20233000063081
26		Solicitud Información y Instancias y mecanismos de participación de la población, Organizaciones comunitarias, Directorio de las Juntas de Acción Comunal, Organizaciones sociales, Infraestructura comunitaria localidades de Suba y Usaquén	20232110235812	20235200072191
27	Instituto de Desarrollo Urbano-IDU	Solicitud de información asociada a obras viales y de espacio público	20235260762112	20235260762112
28	Secretaría de Cultura, recreación y Deporte	Solicitud información de grupos socioculturales, fenómenos migratorios, bienes inmuebles declarados de interés cultural, áreas de uso cultural, prácticas culturales, redes culturales, intervenciones de tipo social	20237100074502	20233300086861
29	Secretaría Distrital General	Solicitud información asociada a población en situación de desplazamiento, instituciones que acompañan procesos de retorno reparación integral a la población víctima	1-2023-14092	2-2023-17092
30	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P.-EAAB	Información sobre cobertura y calidad de los servicios de acueducto y alcantarillado, registro de información piezométrica (piezómetros en el área de estudio o los más cercanos a esta) redes de infraestructura y fuentes de abastecimiento	E-2023-046424	2531001-2023-264 2541001- S-2023-132527 2541001-2023-1301, 25510-2023-00839
31	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos-	Información sobre cobertura de servicios públicos.	20237000265802	UAESP 20234000133941

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 24

N°	Entidad / autoridad	Descripción	N° radicado	N° respuesta
	UAESP			
32	Instituto Distrital de Recreación y Deporte IDR	Solicitud de información en el marco de las actividades Estudio de Impacto Ambiental – EIA para el proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”.	20232400235392, SDQS No 2423482023	20234200164701

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

2.1.3 Identificación de áreas protegidas y/o ecosistemas estratégicos

Para identificar la presencia de este tipo de áreas se consultó la información cartográfica a través de los principales geovisores ambientales como el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), el geovisor de Parques Nacionales Naturales (PNN), el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), la plataforma GeoNetwork I2D del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, la plataforma TREMARCTOS, así como la capa de áreas protegidas de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) disponible en la plataforma de datos abiertos y el Visor Geoambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).


También se determinó la presencia de otras áreas sensibles como los ecosistemas de la lista roja de Colombia, las áreas con prioridades de conservación CONPES 3680 de 2010 y las áreas de importancia ambiental que no se encuentran incluidas en el RUNAP, pero se consolidan en el Registro de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA). Igualmente se evaluó el traslape del proyecto con zonas de importancia internacional como el caso de las reservas de biosfera y los humedales Ramsar. También se consultó la cartografía temática del POMCA del río Bogotá y su zonificación ambiental.

Además, teniendo en cuenta la ubicación del proyecto dentro de la jurisdicción de Bogotá D.C., se hizo hincapié en lo estipulado por el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad en lo referente al Sistema de Áreas Protegidas del Distrito (Decreto distrital No. 555 del 29 de diciembre 2021 “Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá”), por medio de la consulta del visor geográfico de la Secretaría de Distrital de Ambiente (SDA) y la plataforma de la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA).

De esta manera, se identificaron las áreas de importancia nacional, regional y local que representarían una limitación o condicionante para el desarrollo del proyecto, con el fin de analizarlas en el proceso de selección de ruta y restricciones normativas, para finalmente acondicionar los diseños del proyecto en torno al cumplimiento de usos y normas estipuladas por las autoridades ambientales.

2.1.4 Permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica

Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A. desarrolló las actividades de campo para el presente estudio mediante dos (2) permisos para la recolección de Especímenes de Especies

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 25

Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales; Resolución 02145 expedida el 30 de diciembre de 2020 por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, y con la cual se realizaron actividades de caracterización durante el año 2022, dichas actividades cuentan con notificaciones de inicio ante la autoridad bajo el radicado: 2022088109-1-000 del 6 de mayo de 2022. Las actividades desarrolladas por INGEDISA a partir del año 2023, se enmarcan en el permiso de recolección otorgado mediante la Resolución 00108 expedida del 26 de enero de 2023, y bajo la cual se realizó en mayo de 2023, la notificación de inicio de actividades ante la ANLA, mediante radicado 2023059404-1-000 del 23 de marzo de 2023. En el Anexo Cap 2, Permiso de Colecta, se pueden consultar los soportes del permiso.

El permiso se enmarca dentro de las obligaciones enmarcadas en el Decreto 3016 de 2013 compilado en el Decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2015), específicamente con la Sección 2, Capítulo 9, Título 2, Parte 2, Libro 2 *“Toda persona que pretenda adelantar estudios en los que sea necesario realizar actividades de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica en el territorio nacional, con la finalidad de elaborar estudios ambientales necesarios para solicitar y/o modificar licencias ambientales o su equivalente, permisos, concesiones o autorizaciones deberá previamente solicitar a la autoridad ambiental competente la expedición del permiso que reglamenta el presente decreto.”*


2.1.5 Trámite de solicitud de levantamiento de veda

Teniendo en cuenta el cambio en la normatividad en tanto al trámite de levantamiento de veda, anteriormente gestionado y administrado por el ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible; donde en el mes de noviembre del año 2019, el gobierno nacional por medio del Decreto 2106, 2019, definió a las autoridades ambientales, como las nuevas encargadas de velar por la conservación de las especies en veda nacional, por medio de las licencias, permisos, concesiones o autorizaciones ambientales, en las cuales revisarán, aprobarán e impondrán las medidas de manejo para dichos taxones.

Por lo tanto, a partir de la caracterización de les especies de hábitos epifitos, litófitos y terrestres en el área del proyecto, particularmente con las del área de intervención se pretende proponer las medidas para las especies con dicha condición, con el fin de que sean evaluadas, aprobadas y sean ejecutadas en la posterior fase de construcción del proyecto.

2.1.6 Identificación y evaluación de superposición de proyectos en el área de influencia

El presente ítem se presenta con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 2041 de 2014 compilado en el Decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2015) , específicamente en el artículo 2.2.2.3.6.4 Superposición de proyectos *“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 licenciar demuestre que estos pueden coexistir e identifique además, el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta.”*

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 26

Para el efecto el interesado en el proyecto a licenciar deberá informar a la autoridad ambiental sobre la superposición, quien, a su vez, deberá comunicar tal situación al titular de la licencia ambiental objeto de superposición con el fin de que conozca dicha situación y pueda pronunciarse al respecto en los términos de ley.”

Así las cosas, a continuación, se presenta la identificación de los diferentes proyectos mineros, infraestructura: vial, férrea, hidrocarburos, aeroportuaria dentro del área de influencia; lo anterior con el propósito de evaluar posibles superposiciones con el proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”; para lo cual se llevó a cabo la revisión de información oficial y la consulta de información a través de trámites ante autoridades competentes y entidades.

2.1.6.1 Proyectos de infraestructura vial

Considerando la información remitida por el Instituto de Desarrollo Urbano -IDU mediante el radicado 20235260762112 del 26 de mayo de 2023, la Secretaría Distrital de Ambiente-SDA mediante el radicado 2023EE153193 del 07 de julio de 2023, la Agencia Nacional de Infraestructura-ANI mediante el radicado 20236050200661 del 08 de junio de 2023, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca mediante el radicado 20232038087 del 29 de mayo de 2023 y el Instituto Nacional de Vías-INVIA¹, así como la revisión del visor geográfico ambiental² y el geovisor ANISCOPIO³.

A partir de la información suministrada por las diferentes entidades nombradas anteriormente, fue posible determinar que el proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” presenta superposición en el área de influencia con 19 proyectos asociados a cruces con diferentes obras y/o proyectos asociados a la infraestructura vial, como se evidencia desde la Tabla 2-5 hasta Tabla 2-7 y la Figura 2-2.

Tabla 2-5 Red vial reportada por INVIA

NOMBRE RUTA	ADMINISTRADOR	CATEGORÍA	CÓDIGO TRAMO
Troncal Central	ANI	Primer Orden	45A04

Fuente: a partir de INVIA y ANI, adaptado por INGEDISA S.A., 2023



Tabla 2-6 Proyectos identificados por el IDU dentro del área de influencia del proyecto

PROYECTO	CONTRATO	ETAPA ACTUAL	ESTADO
Avenida Laureano Gómez (AK 9) desde Av. San José (AC 170) hasta AC 193 - Ajuste diseños y Construcción	IDU-1551-2017	Construcción	En ejecución
Convenio Lagos de Torca - Av. Boyacá entre Av. El Polo y Av. San Antonio	IDU-1437-2019	Estudios y Diseños	En ejecución
Convenio Lagos de Torca - Av. Boyacá entre Av. El Polo y Av. Guaymaral	IDU-1436-2019	Estudios y Diseños	En ejecución
Convenio Lagos de Torca - Av. Guaymaral	IDU-1435-2019	Estudios y Diseños	En ejecución

¹ INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Sistema de Información Vial. https://hermes2.invias.gov.co/Sistema_de_Informacion_Vial/. 2023

² SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Visor geográfico ambiental. <https://visorgeo.ambientebogota.gov.co/?lon=-74.088180&lat=4.661370&z=11&l=5:1.2023>

³ AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. ANISCOPIO. <https://sig.ani.gov.co/mapas/>. 2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 27

PROYECTO	CONTRATO	ETAPA ACTUAL	ESTADO
Convenio Lagos de Torca - Av. Villas y Av. Tibabita	IDU-1432-2019	Estudios y Diseños	En ejecución
Corredor Verde Carrera 7 de Cl. 93A a Cl. 200 y Patio Portal - Estudios y diseños	IDU-1336-2021	Estudios y Diseños	En ejecución
Convenio Lagos de Torca - Av. El Polo Costado Occidental - Estudios y diseños	IDU-1079-2019	Estudios y Diseños	Terminado
Avenida Boyacá desde Cl. 183 (Av. San Antonio) hasta Av. Guaymaral - Factibilidad y Estudios y diseños (Incluye Conexión Norte Autonorte por Av. Guaymaral)	IDU-1388-2017	Estudios y Diseños	Terminado
Convenio Lagos de Torca - Av. El Polo Costado Oriental y Av. Santa Bárbara	IDU-1301-2019	Estudios y Diseños	Terminado
Avenida San José (calle 170) desde la Av. Alberto Lleras Camargo (Carrera 7) hasta la carrera 92 y Autonorte desde Héroes hasta la Calle 193.	IDU-1394-2017	Factibilidad	Terminado

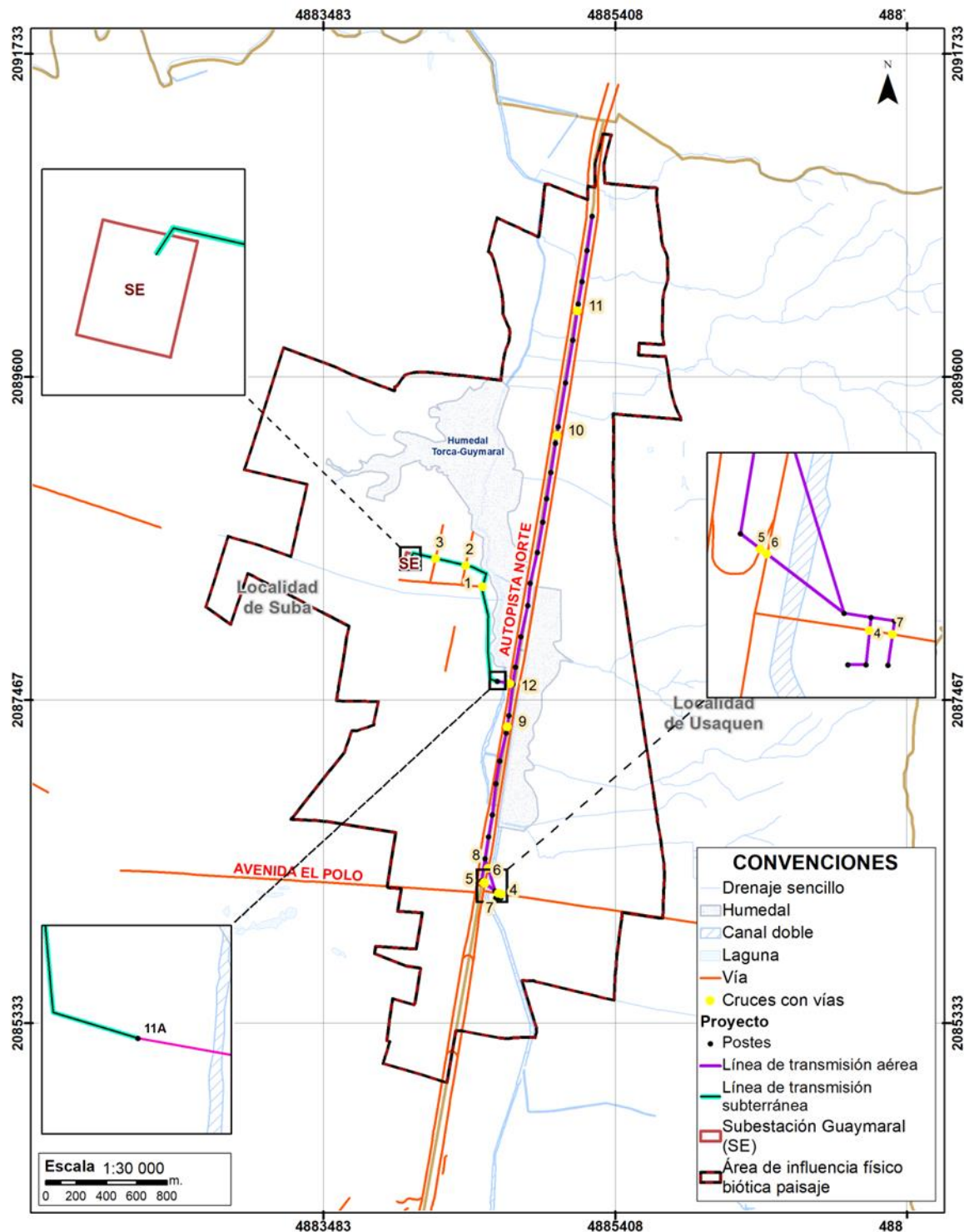
Fuente: a partir de IDU, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Tabla 2-7 Proyecto identificados por ANI dentro del área de influencia del proyecto



UNIDADES FUNCIONALES	FASE	ETAPA ACTUAL	COORDENADAS CTM-12	
			ESTE	NORTE
UF1 Carrera séptima Calle 245 (K0+000) hasta La Caro (K4+907).	Fase I	Construcción	4884543,9	2086261,69
UF2 Autopista Norte Calle 245 (K0+000) hasta La Caro (K4+180).	Fase I	Operación y mantenimiento	4884549,54	2086257,36
UF1 Calzada Oriental entre la Calle 215 (K2+600) y la Calle 245 (K5+830)	Fase II	Proceso de Licenciamiento Ambiental ante la ANLA	4884658,22	2086187,66
UF2 Calzada Oriental entre Calle 191 (K0+000) y Calle 215 (K2+600)	Fase II	Proceso de Licenciamiento Ambiental ante la ANLA	4884570,01	2086357,02
UF3 Calzada Occidental entre la Calle 215 (K2+600) y la Calle 245 (K5+830)	Fase II	Proceso de Licenciamiento Ambiental ante la ANLA	4884696,11	2087292,14
UF4 Calzada Occidental entre la Calle 191 (K0+000) y la Calle 215 (K2+600)	Fase II	Proceso de Licenciamiento Ambiental ante la ANLA	4885023,37	2089215,37
UF5 Construcción de dos retornos a desnivel en dos carriles cada uno, que conectan los dos carriles externos de las calzadas oriental y occidental de la Autopista	Fase II	Proceso de Licenciamiento Ambiental ante la ANLA	4885158,3	2090037,17
UF6 construcción de la Segunda Calzada y mejoramiento de la calzada existente de la Carrera Séptima entre la Calle 201 (K2+000) y la Calle 245 (K6+930) en la ciudad de Bogotá.	Fase II	Inicio del trámite licenciamiento ambiental.	4884714,71	2087575,76

Fuente: a partir de ANI, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-2 Infraestructura vial en el área de influencia



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 29

2.1.6.2 Cruces identificados con corredores viales

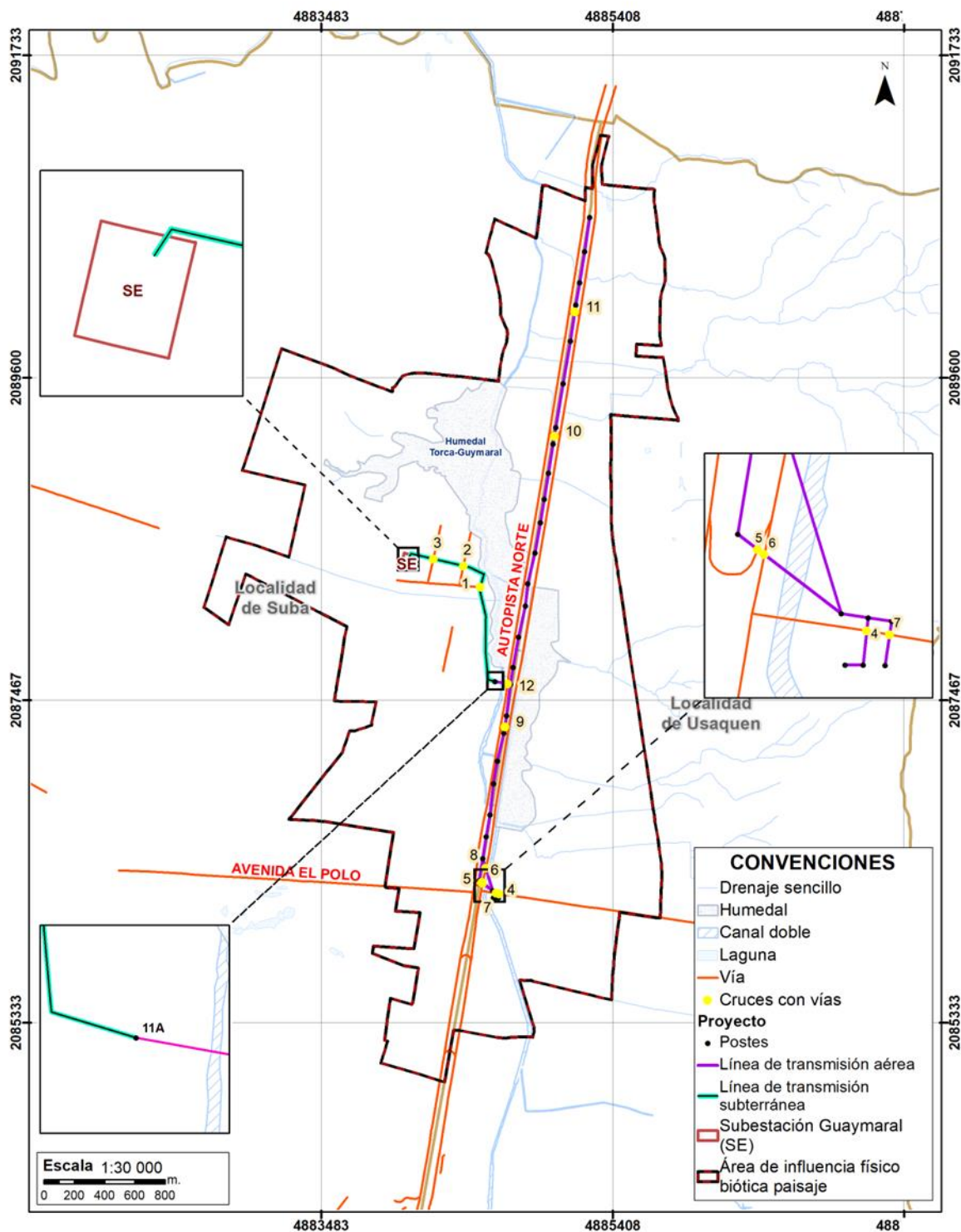
En la Tabla 2-8 y la Figura 2-3 se muestran los cruces con vías de la malla vial local y arterial y con vías primarias con un total de cinco (5), en donde el cruce con la avenida polo y la avenida paseo de los libertadores son aéreos conservando una distancia vertical mínima de 7.1 m, de acuerdo con lo definido en la normativa vigente de instalaciones eléctricas adicionalmente se respeta una distancia de 14m entre el centro de poste y el eje de vía de av paseo de los liberadores respetando la resolución 00950 del 2006 considerando está vía como de primer orden; Los cruces con las calles 221, carrera 52 y carrera 53 son cruces de carácter subterráneo, donde la profundidad mínima de acuerdo con los planes de ordenamiento territorial de Bogotá especifica una profundidad de 1 m desde la rasante de la vía hasta la parte superior del tubo. En el **Anexo capítulo 2, superposiciones**, se presenta el análisis de superposición respectivo y la coexistencia de los proyectos.

Tabla 2-8 Cruces del proyecto con vías


ID	NOMBRE VÍA	ADMINISTRADOR	TIPO DE CRUCE	COORDENADAS CTM-12	
				ESTE	NORTE
01	Calle 221	IDU	Subterráneo	4884534,12	2088215,51
02	Carrera 52	IDU	Subterráneo	4884422,38	2088356,47
03	Carrera 53	IDU	Subterráneo	4884224,5	2088402,02
04	Avenida el polo	Fidecomiso Lagos de Torca	Aéreo	4884638,4	2086191,04
05	Avenida paseo de los libertadores	Accesnorte	Aéreo	4884543,9	2086261,69
				4884549,54	2086257,36
				4884658,22	2086187,66
				4884570,01	2086357,02
				4884696,11	2087292,14
				4885023,37	2089215,37
				4885158,3	2090037,17
				4884714,71	2087575,76

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-3 Intersección del proyecto con infraestructura vial primaria o secundaria



Fuente: INVIAS y ANLA, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 31

De igual manera, considerando lo descrito por la ANI y el geovisor ANISCOPIO, y de acuerdo con lo verificado en campo (ver Fotografía 2-1), se identificó dentro del área de influencia del proyecto una línea férrea, no obstante, como se observa en la Figura 2-4 esta línea férrea no presenta cruce con el trazado y/o la infraestructura del proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”.

Fotografía 2-1 Línea férrea



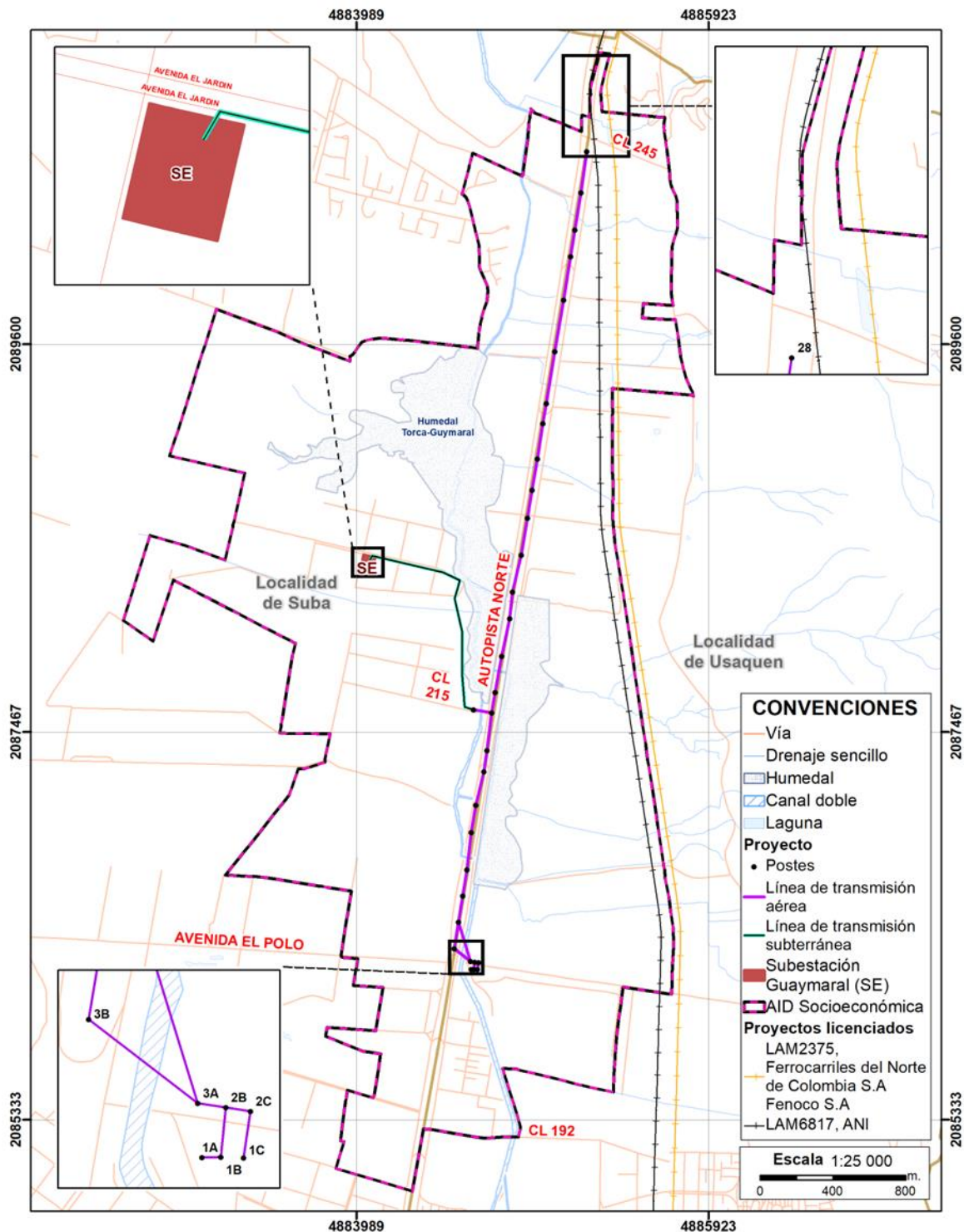
Localidad: Usaquén - Barrio: Torca I
Coordenadas: E 4885326,3012 N 2090705,1275
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Tabla 2-9 Proyectos del sector de infraestructura férrea presentes en el área de influencia tipo lineal



Concesión férrea	Operario	Tipo de contrato
Contrato de obra Bogotá-Belencito-Dorada-Chiriguaná	ANI	Obra Pública

Fuente: a partir de ANI, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-4 Infraestructura férrea en el área de influencia



Fuente: A partir de ANI adaptado por INGEDISA S.A, 2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 33

2.1.6.3 Proyectos lineales de infraestructura eléctrica

Dentro del área de influencia del proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” se identificó la Línea de Transmisión Torca – Noroeste a 230 kV en doble circuito perteneciente a ISA Intercolombia, de acuerdo con lo reportado por el SIAC⁴ (ver Tabla 2-10 y Fotografía 2-2), adicionalmente se encuentran las líneas Torca – Castellana a 115 kV, Torca – Autopista II a 115 kV, Torca – Suba la cual se encuentra desconectada y la línea Torca – Autopista I a 115 kV cuyo operador actual es ENEL COLOMBIA S.A E.SP. Se prevé que los 2 circuitos que irán hacia Guaymaral provengan de la LT Torca – Autopista I, en el que, se realizará la apertura del circuito sobre la calle 201.

Tabla 2-10 Infraestructura del sector eléctrico en el área de influencia

Operador	Expediente	Proyecto	Nivel de tensión	Estado
Interconexión Eléctrica S.A E.S.P. ISA	LAM1261	Repotenciación Línea Torca-Bacatá a 230 kV	230kV	Archivado
ENEL COLOMBIA S.A E.S.P	N.A	LT Autopista 1 – Torca	115kV	Activo
ENEL COLOMBIA S.A E.S.P	N.A	LT Autopista 2 – Torca	115kV	Activo
ENEL COLOMBIA S.A E.S.P	N.A	LT Castellana – Torca	115kV	Activo
ENEL COLOMBIA S.A E.S.P	N.A	LT Suba – Torca	115kV	Desconectada

Fuente: A partir de SIAC, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-2 Línea Torca-Noreste a 230 kV



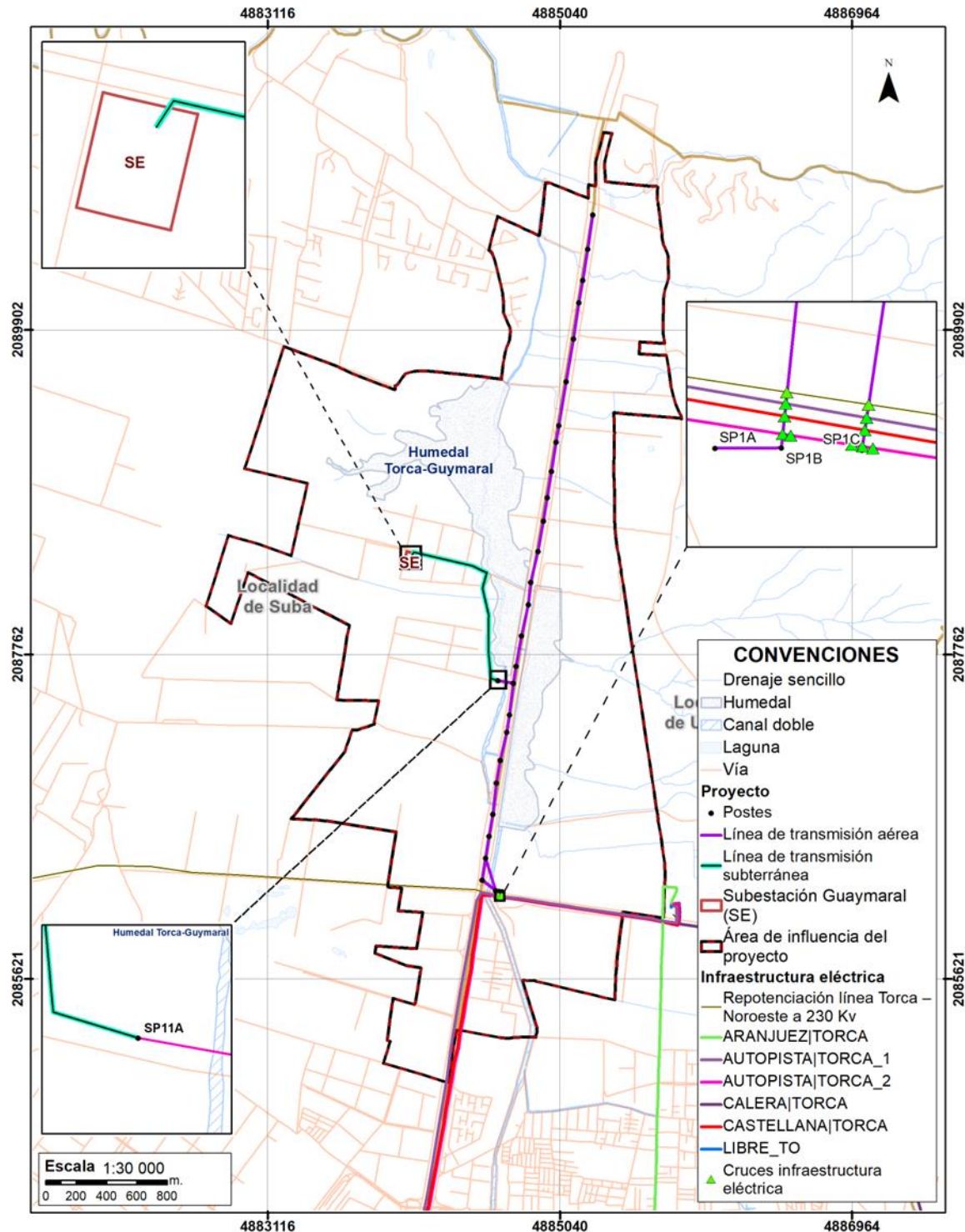
Localidad: Suba - Barrio: Casablanca Suba Urbano


Coordenadas: E 4884441,9807 N 2086205,1394

Fuente: A partir de SIAC, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

⁴ SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA COLOMBIA -SIAC. Visor SIAC.
<https://mads.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=027a9ff6df9248a9b7fca8515ea46c14.2023>

Figura 2-5 Redes eléctricas presentes en el área de influencia



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 35

2.1.6.4 Redes matrices acueducto

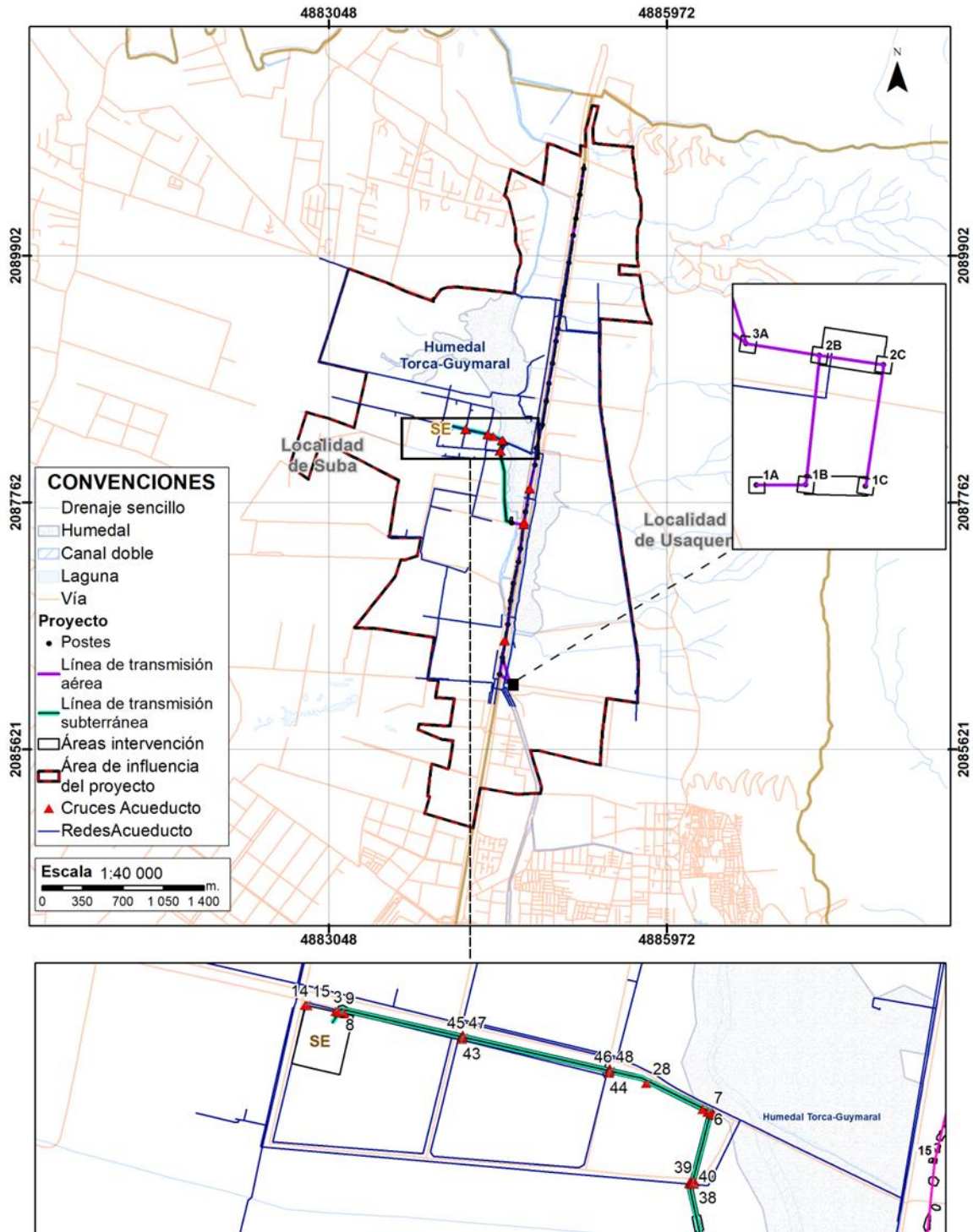
Partiendo de la información suministrada por la Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá – EAAB-ESP a través del radicado 2541001- S-2023-132527 2541001-2023-1301 del 8 de junio de 2023, relaciona información de las redes de matrices de acueducto que se relacionan en la Tabla 2-11 y la Figura 2-6.

Tabla 2-11 Información de redes matrices de acueducto existentes en el área de influencia del proyecto



Diámetro	Localización según planchas eaab	Observaciones
60"	Red matriz acueducto existente denominada “Tibitoc – Usaquén”. Esta red se encuentra ubicada a lo largo de la Avenida carrera 9, paralela a la línea férrea del norte	Tibitoc – Usaquén RMAC-002
60"	Red matriz acueducto existente denominada “Tibitoc – Usaquén”. Es pertinente indicar que la tubería ha sido rehabilitada por problemas geotécnicos puntuales en diferentes sectores.	Tibitoc – Usaquén N° Obra 20101 N° Obra 19509 RMAC-239
78"	Red matriz acueducto existente denominada “Tibitoc – Casablanca”. Es pertinente indicar que la tubería original de Ø78" fue rehabilitada e informamos que para el sector de consulta la tubería se encuentra reforzada, es pertinente indicar que esta red se encuentra sobre el separador donde se plantea realizar la intervención y/o línea del proyecto.	Tibitoc – Casablanca Sector 2 N° Obra 19132
16"	Red matriz acueducto existente denominada “Línea Avenida Guaymaral”. Esta red se encuentra ubicada sobre el corredor vial de la calle 235 en el costado occidental de la Autopista Norte y se interconecta con la tubería Tibitoc – Casablanca.	Línea Avenida Guaymaral N° de Obra 19160 RMAC-235
60"	Red matriz acueducto existente denominada “Interconexión Puente Piedra”. Esta red se encuentra ubicada sobre el corredor vial de la calle 232 e interconecta las redes “Tibitoc – Casablanca” y “Tibitoc – Usaquén”.	Interconexión Puente Piedra RMAC-220

Fuente: A partir de EAAB, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-6 Redes matrices del EAAB



Fuente: a partir de EAAB, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 37

Por otra parte, dentro de su plan de expansión de redes de acueducto, tiene contemplado la proyección de las líneas matrices de acueducto que se relacionan para el proyecto Ciudad Lagos de Torca, para lo cual se debe tener en cuenta la siguiente información.

Tabla 2-12 Redes matrices proyectadas – sector proyecto lagos de torca

Costado	Línea	Observaciones
Costado occidental autopista norte	Ø27”	Sobre la Calle 191 (Av. Tibabita) desde Calle 193 (Makro) con AK 45 (Autopista Norte) hasta la AK 55 (Av. Las Villas), y sobre la AK 55 (Av. Las Villas) entre la Calle 191 (Av. Tibabita) y la Calle 183.
	Ø16”	Sobre la AC 201 (Av. El Polo) desde Calle 200 (Escuela Colombiana de Ingeniería) con AK 45 (Autopista Norte) hasta la AK 55 (Av. Las Villas), y continuando sobre la AK 55 (Av. Las Villas) hasta la Calle 191 (Av. Tibabita), empatando con la red matriz proyectada de 27”.
Costado oriental autopista norte	Ø24”	Sobre la AC 201 (Av. El Polo) interconectando las redes matrices Tibitoc-Casablanca de 72” y Tibitoc-Usaquén de 60”
	Ø16”	Sobre la Calle 235 (Av. Guaymaral) interconectando las redes matrices Tibitoc-Casablanca de 72” y Tibitoc-Usaquén de 60”

Fuente: A partir de EAAB, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

2.1.6.5 Infraestructura hidrocarburos

Teniendo en cuenta la información recopilada a través de la Agencia Nacional de Hidrocarburos en el Geovisor y la información suministrada por CENIT-Transporte y Logística de Hidrocarburos a través del radicado CEB-VTP-3884-2023-E del 4 de septiembre de 2023 (ver **Anexos, Cap. 2, Correspondencia**) fue posible determinar que no se encuentra infraestructura de hidrocarburos en el área de influencia del proyecto.

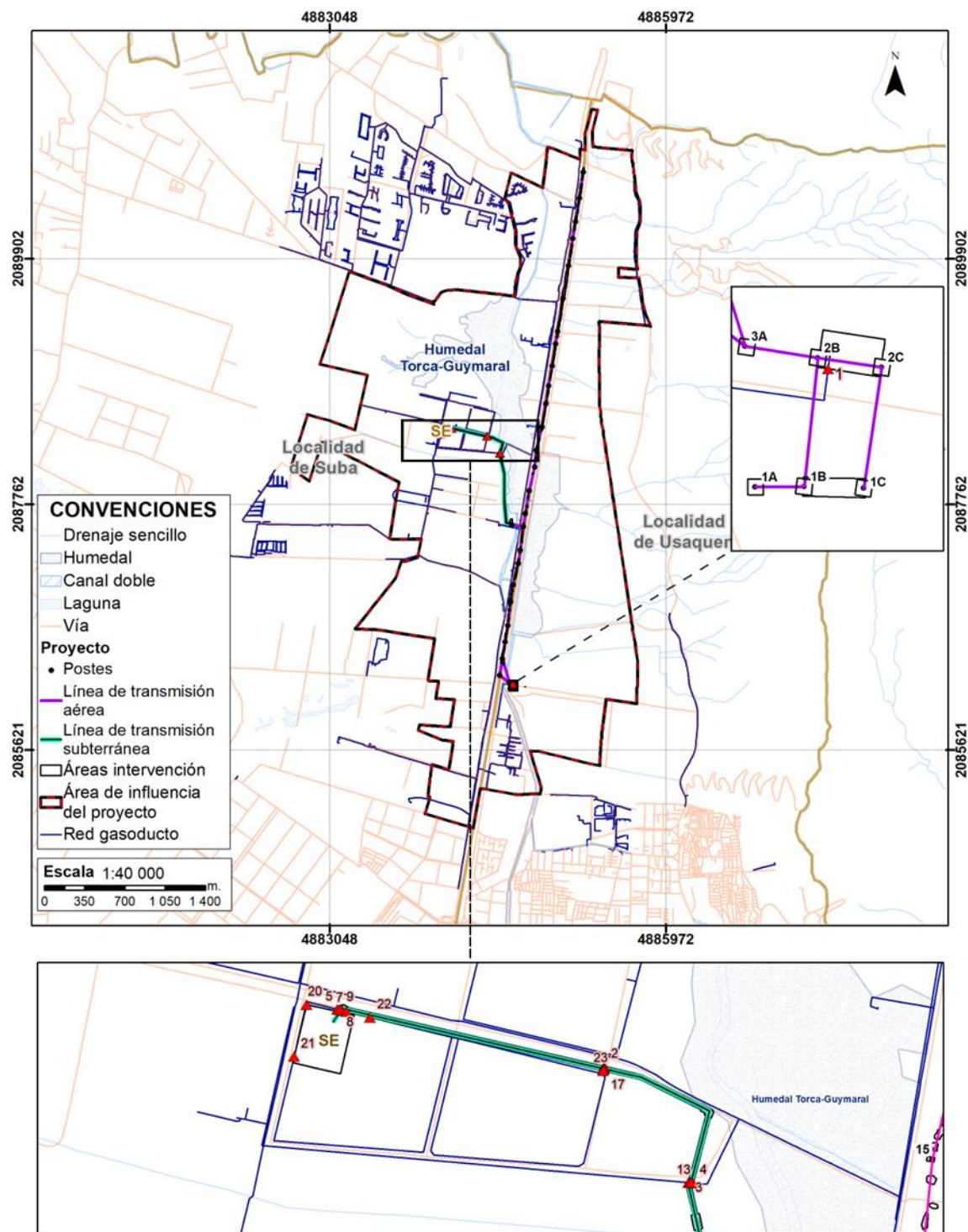
Adicionalmente, a partir de la información suministrada por VANTI S.A a través del radicado 10153620-1441-2023 del 05 de junio de 2023 se identificó la red de distribución de gas natural domiciliaria dentro del área de influencia del proyecto (ver Tabla 2-13 y Figura 2-7).

Tabla 2-13 Redes de gasoducto presentes en el área de influencia



Tipo de red	Tipo de gasoducto	Nombre tramo	Habilitada	Diámetro (in)
Acero	Redes Distribución	Calle170-Chia 1	Si	14
Acero	Redes Distribución	Derivación industrial CAFAM	Si	4
Polietileno	N.R	N.R	Si	4
Polietileno	N.R	N.R	Si	1
Polietileno	N.R	N.R	Si	3
Polietileno	N.R	N.R	Si	2

Fuente: a partir de Vanti S.A, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-7 Redes de gasoductos presentes en el área de influencia



Fuente: a partir de VANTI S.A, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 39

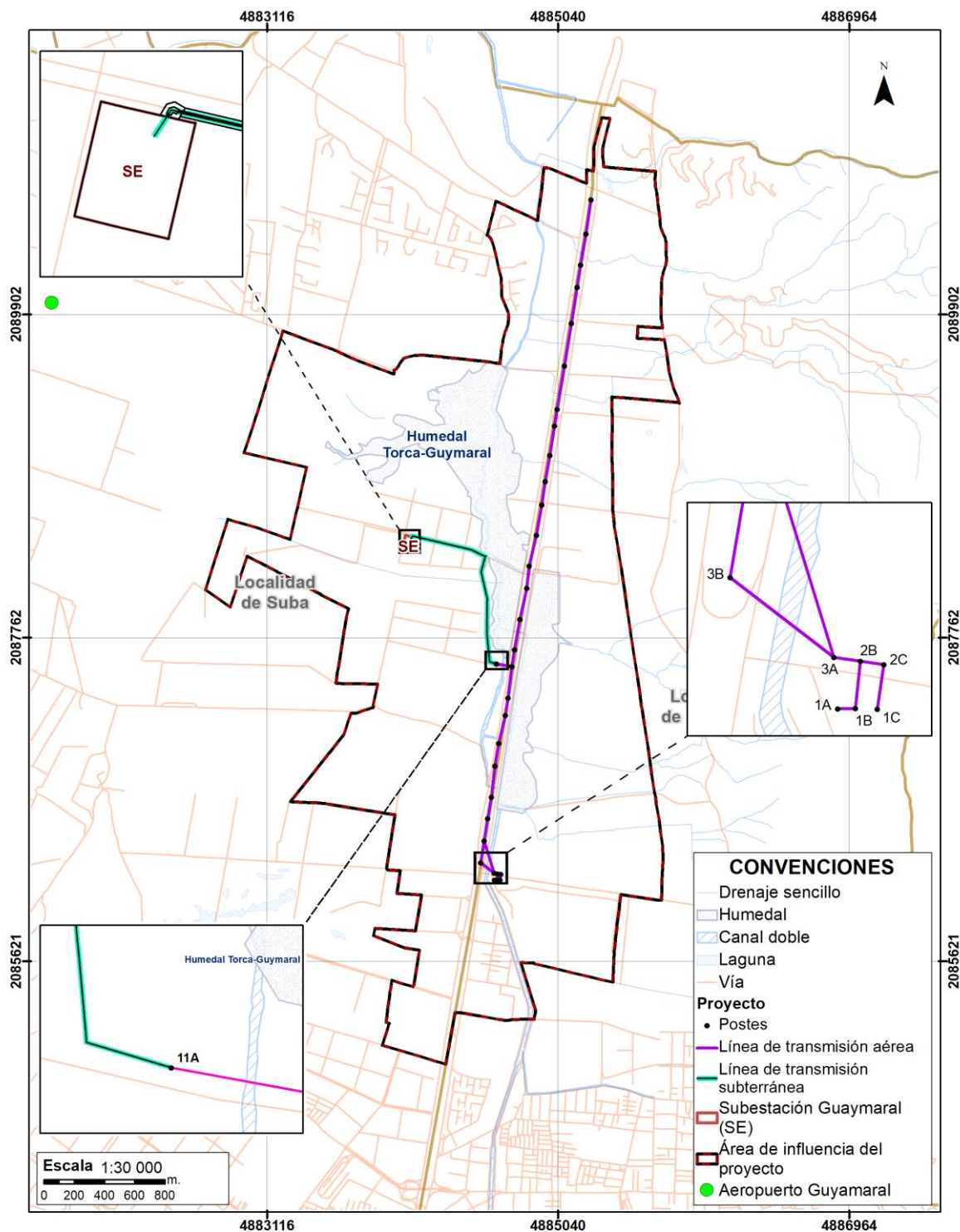
2.1.6.6 Infraestructura minera

Con la finalidad de determinar si en el área de influencia del proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” fue tomada en cuenta la información reportada por la Agencia Nacional de Minería (ANM, 2021), a través de su geovisor y el radicado 20232200478661 del 16 de mayo de 2023 y la información reportada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA en el radicado 20232300400991 del 06 de septiembre de 2023, no se identificó infraestructura minera en el área de influencia del proyecto.


2.1.6.7 Pistas aéreas

Considerando la información disponible en el geovisor aniscopio de la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI, y como se observa en la Figura 2-8 no se encuentran pistas aéreas dentro del área de influencia definitiva del proyecto, así las cosas, el aeropuerto Guaymaral, siendo este el mas cercano, se encuentra a 1.536,06 metros del área de influencia y a 2.797,68 metros del área de intervención.

Figura 2-8 Pistas aéreas con relación al área de influencia del proyecto



Fuente: a partir de ANI, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 41

2.1.6.8 Proyecto poligonal de infraestructura residencial

El Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - “Ciudad Lagos de Torca” establecido en el decreto 088 de 2017 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C, estipulado como el proyecto para la Bogotá del futuro y, que tiene como objetivo restablecer el vínculo entre el desarrollo y el medio ambiente, para así generar espacios que le permitan a todos los ciudadanos acercarse con respeto a la naturaleza en una ciudad en la que se garantizará de manera anticipada la infraestructura pública necesaria para generar el desarrollo ordenado de vivienda, comercio y servicios públicos, se superpone con el proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”.

En este sentido, se realizó solicitud de información al Fideicomiso con el fin de identificar los sitios precisos donde se presentará la superposición con la infraestructura eléctrica proyectada, así las cosas, en la respuesta el Fideicomiso (ver **Anexo capítulo 2, superposiciones**) indica:


“de acuerdo a lo establecido en el artículo 169 del decreto 088 de 2017 y sus modificaciones, la ejecución de las obras de carga general de Ciudad Lagos de Torca, se realizará de manera gradual, teniendo en cuenta la habilitación general del suelo sometido al tratamiento de desarrollo dentro del ámbito del mismo, gradualidad dividida en 5 operaciones, para lo cual la sección mencionada sobre el Parque Metropolitano Guaymaral, hace parte de la operación 5.

En el momento, este Fideicomiso se encuentra ejecutando lo correspondiente a algunas obras correspondientes a cargas generales de la operación 1, junto con algunas obras de malla vial arterial o redes de servicios públicos de otras operaciones, para dar viabilidad a los diferentes desarrollos que se vienen dando dentro del plan zonal. Aun no se tienen asegurados recursos para la ejecución de obras diferentes a las mencionadas anteriormente.

Por lo anterior, aun no se tienen los recursos para la ejecución del Parque Metropolitano Guaymaral en este sector y así mismo no se ha dado inicio a la etapa de adquisición predial del suelo de carga general destinado para el Parque Metropolitano Guaymaral en la zona objeto de consulta.

Dentro de la gestión predial del Plan Zonal Norte, el Subcapítulo I del decreto 088 de 2017, establece que es posible que los propietarios de los predios destinados a la ejecución del Parque Metropolitano Guaymaral, puedan llevar a cabo aporte voluntario de suelos, vinculados al Reparto Equitativo de Cargas y Beneficios del Plan Zonal Norte. Sin embargo, ninguno de los propietarios de los predios ubicados en el sector del parque objeto de consulta, ha adelantado algún tipo de aporte de estos suelos y si esto no se lleva a cabo de manera voluntaria por los mismos, será en el momento en que se tengan los recursos para la ejecución de la obra, donde se deberán contemplar los recursos para la adquisición predial y adelantar dicha gestión.

Por todo lo mencionado anteriormente, aun no se están adelantando procesos de adquisición predial en este sector del Parque y así mismo, no es posible determinar

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 42

la temporalidad en que se pueda contar con la disponibilidad de suelo sobre esta zona objeto de consulta.”

En dicho contexto, el diseño “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” se mantiene, con la salvedad de que, se deberán realizar mesas de trabajo con el Fideicomiso Lagos de Torca con el fin de evitar la afectación de uno o ambos proyectos.

2.2 ALCANCES

2.2.1 Alcance

El proyecto denominado “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”, contempla la construcción una línea de transmisión que se desarrollaría en 2 fases la primera que se desarrollaría entre la calle 2012 y la calle 215 y una segunda fase que se ejecutaría en un futuro acorde con la expansión de Enel Colombia S.A E.S.P entre la calle 215 y la calle 245. Por otra parte, con respecto a la línea de transmisión subterránea de 1,26 km, la cual realizará la conexión entre la subestación Guaymaral y la línea de transmisión aérea, esta se construirá a través de zanja abierta y llevará exclusivamente los circuitos 2 circuitos que conectan con la subestación Guaymaral.

Finalmente, la subestación Guaymaral será tipo GIS 100% Indoor, que a diferencia de las subestaciones eléctricas tradicionales será de dos niveles y constará de una edificación con todos los equipos eléctricos como bahías de línea, bahías de transformación, transformadores de AT/MT, celdas de MT, equipos y gabinetes de control, protecciones y comunicaciones, el proyecto brindará la confiabilidad eléctrica mediante el refuerzo de la infraestructura actual, logrando un sistema de distribución más robusto que permite atender la creciente demanda de energía, promoviendo y contribuyendo el crecimiento industrial, comercial, económico y los sistemas de movilidad eléctrica.


El presente estudio de impacto ambiental da cumplimiento a los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA para proyectos de sistemas de transmisión eléctrica TdR-17 del (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA, 2018).

2.2.2 Limitaciones y/o restricciones

A la fecha el EIA se ha desarrollado sin novedades, es decir, no se presentaron limitaciones ni restricciones que impidieran su ejecución. Por otro lado, cabe indicar que, las metodologías que requerían procesamiento de datos numéricos presentan los lineamientos utilizados para el manejo de incertidumbres.

2.3 METODOLOGÍAS

La elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “*Subestación Eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV*”, comprende las actividades generales de levantamiento de información en campo, procesamiento de datos y elaboración de informes, considerando, el análisis estructurante de los medios y sus componentes: Abiótico, Biótico, Socioeconómico, sumado a estos, el componente de Paisaje, como bien

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 43

se estructura en el planteamiento de la presente metodología. En la ejecución de los trabajos en sus diferentes fases, se tuvieron en cuenta los siguientes documentos:

- Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR 17 de 2018.
- Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales establecidos en el año 2018.
- Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia – 2018

Una vez definidas las etapas y las actividades para la elaboración del proyecto, dando cumplimiento a los documentos anteriormente nombrados, en el presente numeral se desarrolló la siguiente información:

- Las metodologías completas y detalladas utilizadas para la elaboración de cada uno de los componentes del EIA, incluyendo los procedimientos de recolección, procesamiento y análisis de información.
- Las memorias de cálculo, grado de incertidumbre de cada una de ellas, así como los períodos a los que corresponde el levantamiento de información para cada componente y medio.
- Las técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio.

2.3.1 Área de influencia del proyecto



La definición de área de Influencia para el proyecto, se realizó a partir de un proceso iterativo de acuerdo con lo establecido en la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia emitidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2018)⁵, y los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA para Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17⁶, adoptados bajo la Resolución 0075 del 18 de enero de 2018 acogidos de acuerdo con lo expuesto por la Secretaría Distrital de Ambiente a través del radicado 2023EE119018 del 29 de mayo de 2023.

Para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA del proyecto “*Subestación Eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV*” se definió un procedimiento que permitió establecer áreas de influencia preliminares para cada uno de los medios, de acuerdo con los potenciales impactos significativos del proyecto, que se manifiestan sobre los diferentes componentes que los conforman y, con base a la caracterización ambiental del territorio, se desarrolla la evaluación ambiental para posteriormente validar los impactos con carácter significativo que determinan la delimitación definitiva del área de influencia del proyecto.

El contexto general del proceso que se lleva a cabo para la definición y delimitación del área de influencia preliminar y definitiva del proyecto se presenta en la Figura 2-9, teniendo

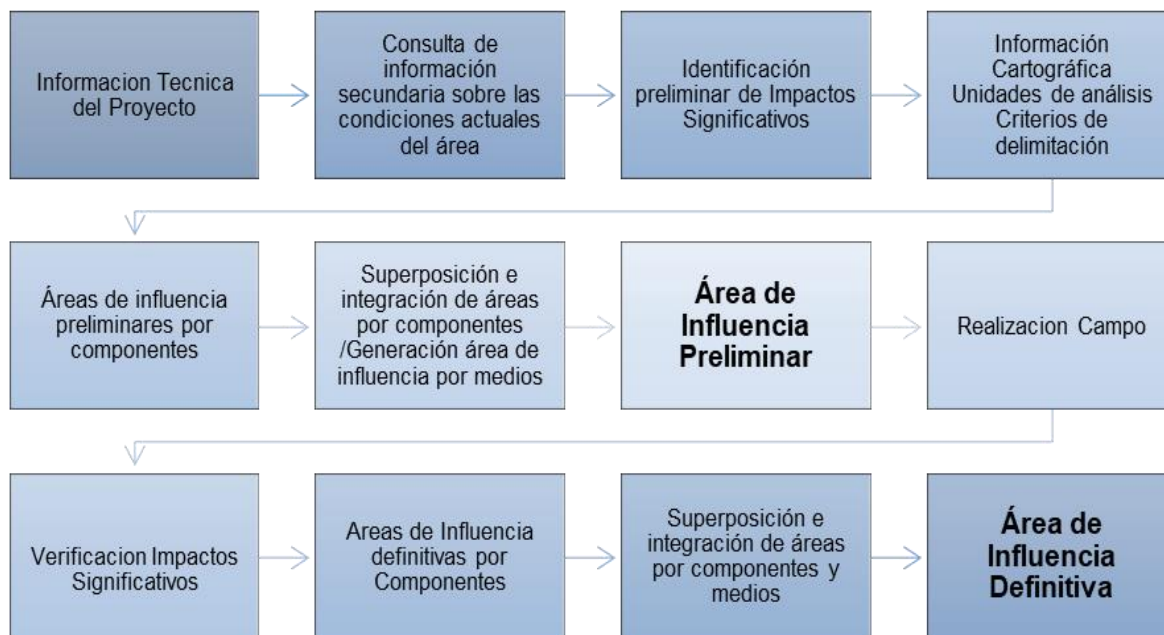
⁵ AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES (ANLA). Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia emitidos. Bogotá: [s.n.], 2018. 45 p.

⁶ AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES (ANLA). Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA para Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17. [s.l.]: [s.n.], 2018. 131 p.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 44

en cuenta, que ésta determina el marco espacio-territorial de investigación, descripción y análisis para el estudio:

Figura 2-9 Proceso general para la definición y delimitación del área de influencia del proyecto



Fuente: A partir de ANLA, 2018⁷⁷ adaptado por INGEDISA, 2023


2.3.1.1 Área de influencia preliminar

Esta etapa, se inició con la identificación de los impactos significativos y los componentes asociados en cada uno de los medios abiótico, biótico, socioeconómico y componente de paisaje, posteriormente, se procedió a delimitar el área de manifestación del impacto por cada componente de acuerdo con las áreas de intervención del proyecto, las unidades de análisis de cada uno de ellos y la información secundaria relacionada, para establecer criterios de delimitación, tales como: buffer (Como un área cartográfica que puede contener la magnitud de un impacto), límites naturales, límites artificiales, actividades e infraestructura existente, entre otros.

Las áreas de influencia preliminares delimitadas por cada componente son superpuestas con el objeto de integrar en primera instancia el área de influencia preliminar de cada medio, así mismo, se superponen áreas por medio para obtener el área de influencia preliminar del proyecto.

Es importante aclarar, que la etapa de campo de recolección de información se reconoce como un conjunto de acciones y actividades encaminadas a obtener de forma directa, como datos e información de un área de un lugar en un tiempo determinado. A partir de ello, se obtienen características y particularidades, que permiten ajustar el área preliminar

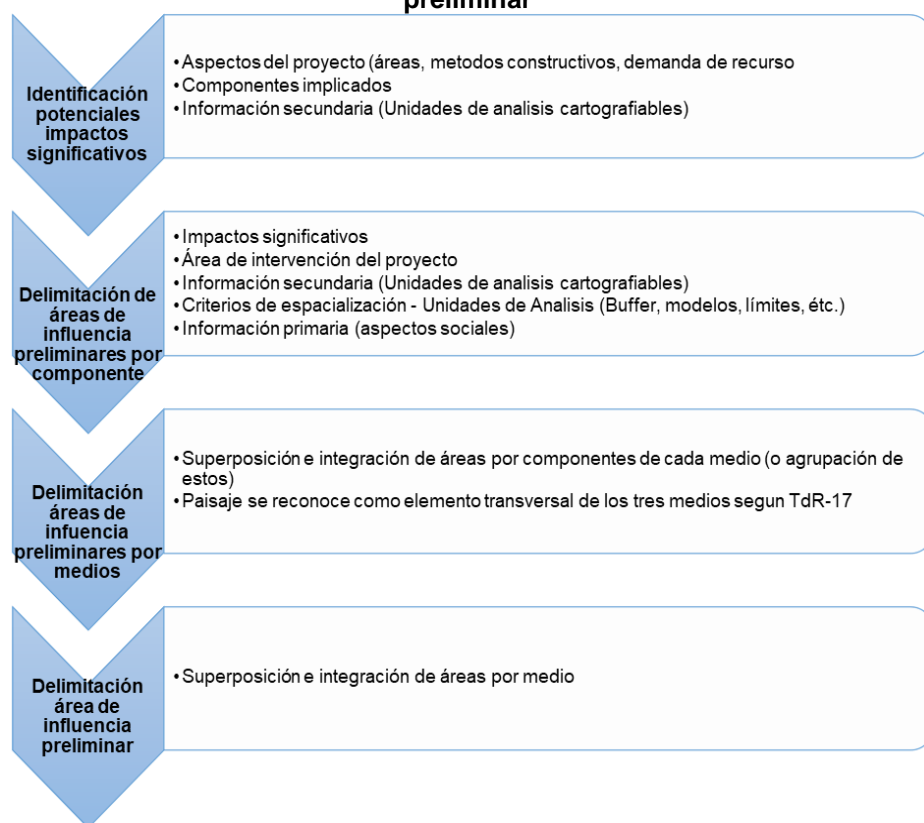
⁷⁷ Ibidem

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 45

inicialmente definida, para luego, mediante aspectos como: límites geográficos, vegetación, especies, fenómenos naturales, personas, actividades económicas, entre otras, observados encontrada en campo, con mayor precisión se delimite un área, donde se manifiesten los impactos significativos del proyecto. Con base en los hallazgos de campo, se realizó un ajuste a las áreas preliminares de los componentes ambientales y así se obtuvo las áreas de influencia definitivas por cada medio y/o componente.

La Figura 2-10 detalla el proceso para la definición del área de influencia preliminar, la cual, parte de la identificación de los impactos potencialmente significativos asociados a las actividades requeridas para las etapas y actividades del proyecto, los métodos constructivos, la demanda de recursos necesaria y el análisis de información secundaria sobre las condiciones actuales del área (Información cartográfica y documental de estudios o emitida por entes de interés local, regional o nacional, imágenes capturadas por sensores remotos, etc.).

Figura 2-10 Detalle del proceso metodológico para la definición del área de influencia preliminar



Fuente: INGEDISA, 2023

El esquema de superposición e integración de áreas preliminares y el área de influencia preliminar del proyecto se presenta en la Figura 2-11.


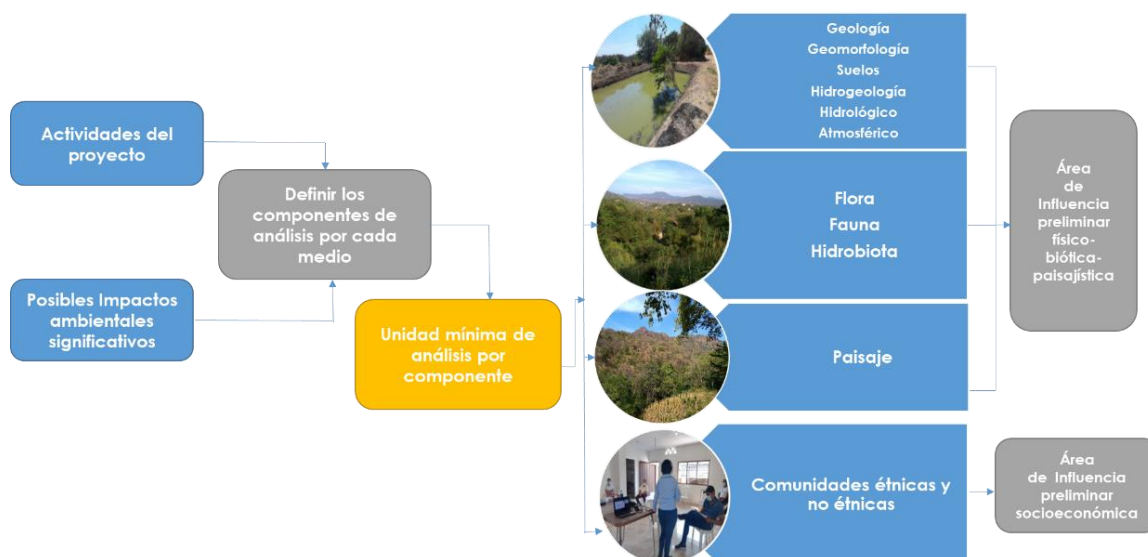
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 46

Figura 2-11 Esquema general del área de influencia preliminar



Fuente: INGEDISA, 2023.

Se precisa qué, la calificación de impactos significativos en la etapa de precampo se fundamentó con los resultados de la revisión del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá Aprobado mediante Decreto distrital 555 de 2021⁸, Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá, Aprobado mediante Resolución 957 de 2019⁹, Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C., Tomás Van der Hammen (especialmente los resultados presentados en el capítulo 5. Síntesis Ambiental)¹⁰, emitido por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2012, y el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Torca-Guaymaral (2023)¹¹. Adicionalmente, la consulta de cartografía base proveniente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), así como el análisis y recopilación de información y estudios realizados por entidades públicas y privadas sobre la zona que conforma el área de influencia, para los diferentes componentes que conforman los medios abiótico, biótico, socioeconómico y paisaje.

2.3.1.2 Área de influencia definitiva


Con la información obtenida de campo (poscampo), se realizó la calificación de la significancia del impacto (ver Capítulo 8 Evaluación ambiental). La información procesada en la etapa poscampo, permitió tener un mayor detalle en cuanto a las características de los elementos ambientales que podrían ser afectados durante el desarrollo y operación del

8 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ. Decreto 555 de 2021 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. Inicio | Sede Electrónica - Secretaría General (30, diciembre, 2021). Disponible en Internet: <<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=119582>>.

9 CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR. Resolución 957 de 2019. POMCA río Bogotá 2019 (2, abril, 2019). Disponible en Internet: <<https://www.car.gov.co/vercontenido/3691>>.

10 CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR. Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. - THOMAS VAN DER HAMMEN. 5. SÍNTESIS AMBIENTAL (2012). Disponible en Internet: <<https://www.car.gov.co/uploads/files/5acba9e9491d9.pdf>>.

11 Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -Universidad Nacional de Colombia & Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-Secretaría Distrital de Ambiente. Plan de Manejo Ambiental del Humedal Torca - Guaymaral: 2023. (2009). Disponible en Internet: <https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dln_download&p=15044>.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 47

proyecto. El procesamiento de información otorgó la posibilidad de predecir con una mayor exactitud los cambios en el parámetro en cada componente, y esto a su vez, permitió realizar una adecuada valoración de los posibles impactos ambientales (**Ver Anexos, Cap 8, Matriz EA_CP**), la cual fue elaborada considerando aspectos como las características del medio, las actividades del proyecto y los posibles cambios ocasionados.

A partir de los resultados obtenidos en la evaluación ambiental (capítulo 8), se identificaron los impactos que presentan interacciones (actividad e impacto) de alta significancia, es decir, los que cumplen los criterios establecidos, esto, a su vez, permitió la identificación de los componentes que presentan interacciones significativas, los cuales representan especial importancia, puesto que, sobre ellos se realizó el análisis y se definen los criterios que permiten la definición y delimitación de área de influencia definitiva, mediante el ajuste o validación de las áreas preliminares.

La identificación y definición de los componentes que se incluyen en el área de influencia se fundamenta en los impactos que durante la evaluación presentaron una valoración significativa (moderados, severos o críticos), para lo cual, se emplean matrices correlaciones de evaluación las cuales son calificadas con la información que se cuenta en el momento y la experticia del profesional o especialista temático. Las calificaciones utilizadas en el área de influencia definitiva se realizaron con información procesada de campo Y que presentan un mayor nivel de detalle.

Luego de establecer las áreas de influencia definitivas por componente, se realizó la unión o superposición de estas, con la finalidad de obtener un área definitiva por medio y finalmente un área de influencia definitiva del proyecto. En el Capítulo 4 Área de influencia, numeral 4.1 Consideraciones técnicas, se describen a profundidad, los detalles del proceso llevado a cabo para la determinación de las áreas de influencia preliminares y definitivas.



A continuación, se detalla la metodología para la caracterización de los componentes de los diferentes medios para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo con las características del proyecto *“Subestación Eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”*

2.1.1 Metodología de caracterización ambiental del área de influencia

2.1.1.1 Medio abiótico

2.1.1.1.1 Geología

El módulo de geología tiene como objetivo describir las características de los materiales que constituyen el subsuelo del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva. La estructuración de la línea base del componente geológico del presente Estudio de Impacto Ambiental, se direccionó por lo dispuesto en las metodologías y términos de referencia de

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 48

la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)^{12 13}, y descripciones específicas del componente, resultando en las siguientes etapas y actividades.

- **Fase precampo**

La presente fase se centró en la recolección de información existente del área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar; comprendió los ámbitos desde el nivel regional a local direccionados por la delimitación geográfica, a partir de coordenadas proyectadas; se partió de información de base abierta al público que permitió definir los criterios de búsqueda específicos del componente, planos y memorias explicativas, también lineamientos clave como vías de acceso, drenajes, bases topográficas, entre otras. Desde la percepción técnica, fueron planteados los puntos relevantes a visitar durante la caracterización primaria de la siguiente fase (Campo); se establecieron las definiciones de la evolución de la cuenca en la que se encuentra el área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar, o su geología histórica, con el fin de planear la movilización en campo respecto a esta configuración. Esta etapa comprendió las siguientes actividades:

- Acotamiento geográfico del área de interés para la consulta de información existente y solicitud de información oficial ante entidades correspondientes, por medio de la revisión de cartografía base, imágenes satelitales y fotografías aéreas en software de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Recopilación de información oficial por parte de las entidades líderes en el módulo como lo son el Servicio Geológico Colombiano (SGC), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), y la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA); así mismo, información secundaria como estudios antecedentes y académicos. La Tabla 2-14, relaciona las fuentes de información consultadas para el componente geológico.


Tabla 2-14 Fuentes de información para el componente geológico

Información consultada	Autor y año
Geología de la Plancha 228 Santafé de Bogotá Noreste. Escala 1:100.000	SGC, 2008
Geología de la Plancha 228 Bogotá Noreste	SGC, 2015
POMCA Río Bogotá	CAR, 2019
Geología de la Sabana de Bogotá	SGC, 2005
Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales de Torca y Guaymaral	SDA, 2022
Fase I. Actualización de los estudios conceptuales del contrato EAB- ESP 1-02-25500-0626-2009, incluyendo la topografía detalle necesaria para el ajuste al plan vial arterial vigente, que sirvan de base para definir las alternativas técnicas y económicas para el desarrollo de la Ciudad Lagos de Torca	Fideicomiso Lagos de Torca, 2020

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

12 COLOMBIA. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá: ANLA. 2018. 228 p.

13 COLOMBIA. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA para proyectos de Sistemas de transmisión de energía eléctrica – TdR – 17. Bogotá: ANLA. 2018. p. 34-35

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 49

- Descripción de las unidades geológicas regionales a partir del planteamiento de la secuencia estratigráfica, correlación con otras unidades en diferentes regiones, litología, edad, origen, espesor y tipo de contactos entre unidades.
- Exposición de la cartografía geológica regional referente al área de interés.
- Planteamiento de puntos de interés para caracterización primaria en campo.



• **Fase de campo**

Esta etapa consistió en el levantamiento de información geológica primaria, se realizó el recorrido dentro del área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar los días 16 y 26 de mayo de 2023, visitando los puntos de interés geológico (afloramientos, contactos, zonas de tectónica representativa) proyectados en la fase anterior (precampo), comprobando y acotando la información de las fuentes consultadas preliminarmente (ver Tabla 2-14). El objetivo principal de esta fase fue verificar la presencia de las unidades geológicas y su disposición y comportamiento estratigráfico en afloramientos naturales existentes o depósitos asociados; se direccionó por las siguientes actividades:

- Corroboración de la información, obtenida en la etapa previa (precampo), por medio de recorridos *in situ* del área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar, definida en el Capítulo 4 Área de influencia del presente estudio, complemento y detalle de las características litológicas planteadas y descarte de aquellas que no tienen relevancia.
- Identificación litológica macroscópica de unidades geológicas presentes, cualidades como: composición, dureza, color, grado de alteración física y/o química, patrones texturales y a nivel general su disposición y continuidad estratigráfica.
- Registro fotográfico de los materiales identificados con escala de referencia macro (martillo geológico, personas y/o elementos de dimensiones considerables dentro del panorama captado) y más a detalle, en caso de que sea posible, descripción granulométrica; cada fotografía fue georreferenciada con sus respectivas coordenadas en el sistema geográfico nacional CTM12.

• **Fase poscampo**

En la etapa poscampo se procesó y correlacionó la información primaria y secundaria, y se procedió a la elaboración del documento técnico en donde se expusieron las características geológicas del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva detalladamente, actualizando la información de la fase inicial y concluyendo en los parámetros más significativos según el objetivo del estudio de impacto ambiental. El resultado se expresó en productos cartográficos y demás constituyentes, la descripción composicional de los materiales de las unidades geológicas; se resaltan en general las actividades enunciadas a continuación:

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 50

- Planteamiento de las propiedades geológicas relevantes y pertinentes a los objetivos del estudio, detalladas con el control de campo de la fase anterior.
- Cartografía geológica de las unidades a escala local (1:25000 o menor), por medio de SIG, respetando la nomenclatura estipulada por el SGC o planteando un sistema de fácil entendimiento en caso de no tenerla; el manejo de la paleta de colores de las unidades cartografiadas también acorde a la autoridad geológica nacional según las edades de las unidades descritas y en afinidad a la cartografía regional; en la tabla de atributos del mapa se diligenciaron los campos requeridos por la GDB de la ANLA.

• Incertidumbre

Para temáticas descriptivas, netamente cualitativas como la geología, se adopta la lógica difusa como una alternativa teórico-matemática que permite describir de manera numérica la información que, por naturaleza, se considera ambigua y subjetiva, y los criterios dependen de la experticia profesional y nivel de dicción de los resultados. El método determina los aspectos en los que se diferencian dos (2) conjuntos considerando la distancia relativa de Hamming, la sumatoria de diferencias entre conjuntos sobre el número de criterios evaluados (ver Fórmula).

Ecuación 2-1 Cálculo de incertidumbre del componente de Geología

$$Inc_{Geología} = \frac{1}{n} \sum |A(x) - B(x)|$$

Fuente: Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

$Inc_{Geología}$: Incertidumbre del componente de Geología

n : Número de criterios



$A(x)$: Valoración del criterio dentro del contexto

$B(x)$: Nivel máximo del criterio

Considerando un conjunto de criterios, dentro del componente de geología, representados por $A = \{a, b, c, d, \dots\}$, se establece el conjunto difuso $0 < B < 1$ medible o calificable de forma subjetiva niveles o puntajes esperados sobre A. Los criterios evaluados y niveles de referencia son presentados en la Tabla 2-15.

Tabla 2-15 Criterios y niveles para el componente de Geología

Criterios (A)		Niveles (B)		
		0 1		
Información secundaria	Temporalidad (a)	>10 año	5 - 10 años	<5 años
	Escala (b)	General: 1:100.000 1:500.000	Semidetallado: 1:50.000	Semidetallado: 1:25.000 Detallado: 1:10.000 o mayor
Información primaria	Acceso (c)	Sin acceso	Acceso parcial	Con acceso
Metodologías y protocolos (d)		Adaptadas de investigaciones	Mixtas	Emitidas o avaladas por los Entes rectores

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 51

Criterios (A)	Niveles (B)		
	← 0 1 →		
	académicas, científicas u otras fuentes		nacionales

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Para el componente geológico el criterio de temporalidad de la información secundaria se establece en un rango inferior a 5 años, el criterio de escala de detalle de la información corresponde a escalas semi detalladas y detalladas, se tuvo acceso completo para el levantamiento de información primaria en los sitios de intervención y parcial en la extensión del área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar, con respecto a metodologías y protocolos se establecen en niveles mixtos. En la Tabla 2-16 se presenta la valoración de cada criterio dentro del contexto del proyecto para el componente de Geología.

Tabla 2-16 Asignación de los criterios para el componente de Geología

Criterios		Descripción	Nivel
Información secundaria	Temporalidad	<5 años	1
	Escala	Semidetallado: 1:25.000 Detallado: 1:10.000 o mayor	1
Información primaria	Acceso	Con acceso a las áreas de intervención del proyecto y acceso parcial en el área de influencia físico-biótica-paisaje	0,8
Metodologías y protocolos		Las metodologías y protocolos aplicados corresponden a la experticia profesional y los insumos emitidos por el SGC, igualmente los términos de referencia del MADS.	0,7

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

A continuación, se muestra el cálculo de la incertidumbre para el componente de Geología.

$$Inc_{Geología} = \frac{1}{4} (|1 - 1| + |1 - 1| + |0,8 - 1| + |0,7 - 1|) = 0,12$$


Teniendo en cuenta que el rango de valoración de la incertidumbre se encuentra entre 0 y 1, siendo 0 incertidumbre baja y 1 incertidumbre alta, la incertidumbre del componente de Geología es baja.

2.1.1.1.2 Geología estructural/Tectónica

Las características geológicas estructurales pretenden exponer la afectación de las unidades geológicas, por lineamientos de origen tectónico o producto de la dinámica interna de la tierra. Las fases mencionadas, a continuación, comprenden las actividades que fueron ejecutadas para cumplir tal objetivo.

• Fase precampo

Esta fase inició con la delimitación geográfica del área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar, a partir de sus coordenadas proyectadas, con el fin de sintetizar la búsqueda de información pertinente. Consistió en la consulta de fuentes de información geológica (ver Tabla 2-14) que brindaron datos de lineamientos tectónicos a nivel regional y local, se apoyó en fotointerpretación de imágenes satelitales adquiridas para el proyecto, resaltando como

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”</p>	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 52


factor indicador los trazos de patrones visibles planimétricamente y a su vez se seleccionaron los puntos de interés para una caracterización primaria. Las actividades de esta etapa fueron:

- Acotamiento geográfico del área de interés para la consulta de información existente, por medio del estudio de cartografía base, imágenes satelitales y fotografías aéreas en software de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Recopilación de información oficial por parte de las entidades líderes en el módulo como lo son el Servicio Geológico Colombiano (SGC), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA); así mismo, información secundaria como estudios antecedentes y académicos, en concordancia con la geología general del componente anterior.
- Descripción del comportamiento estructural regional a través de la exposición de los terrenos geológicos o bloques tectónicos del país.
- Acotamiento de la información regional a nivel geológico estructural con la descripción de lineamientos más puntuales como fallas y pliegues.
- Fotointerpretación de lineamientos estructurales, de ser existentes, con su descripción de las direcciones predominantes y densidad de estos.
- Planteamiento de puntos de interés para caracterización primaria en campo.

• Fase de campo

Esta etapa registró toda la información respectiva a la geología netamente estructural del área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar, durante la salida de campo, adelantada desde los días 16 a 26 de abril de 2023; se apoyó en la verificación de la información antecedente con la clasificación y las medidas de datos de rumbo y buzamiento de estratos en afloramientos circundantes, fallas con disposiciones significativas y orientaciones predominantes de los materiales; las actividades enunciadas, a continuación, representan la esencia de esta fase:

- Corroboración de la información obtenida en la etapa previa por medio de recorridos *in situ* del área de influencia preliminar, complemento y detalle de las características planteadas y descarte de aquellas que no tienen relevancia.
- Medición de datos estructurales de afloramientos, si los hay, como dirección e inclinación de flancos de pliegues, fallas y diaclasas.
- Registro fotográfico de los pliegues y fracturas con escala de referencia macro, cada fotografía georreferenciada y orientada con respecto al Norte.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 53

- **Fase poscampo**

A partir del análisis de la información secundaria, su correlación, y corroboración con la información primaria, se procedió a la estructuración del capítulo técnico de geología estructural y tectónica; se organizó con los datos levantados en la etapa de campo para concluir la relevancia del componente con los objetivos específicos del EIA. El resultado del trabajo para esta etapa fue el complemento de la cartografía geológica con el trazo de los lineamientos que influyen en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva, también hizo parte de los resultados el análisis de los planos de fallas representativos, conforme se evidenció en el área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar, posteriormente acotados a la definitiva. Las actividades, a continuación, exponen el desarrollo de esta fase:

- Planteamiento de las propiedades geológicas estructurales relevantes y pertinentes a los objetivos del estudio, detalladas con el control de campo de la fase anterior.
- Complemento de la cartografía geológica con el trazo de los lineamientos de fallas sobre las unidades estratigráficas afectadas, a su vez, los datos de rumbo y buzamiento corroborados en la fase de campo en concordancia con la simbología propuesta por el SGC para estos efectos; en la tabla de atributos del mapa se diligenciaron los campos requeridos por la GDB de la ANLA.


- **Incertidumbre**

Al igual que en el componente de Geología, y como temática complementaria, se aplica el mismo análisis desde la teoría difusa para la estimación de la incertidumbre; la incertidumbre para el componente de Geología Estructural es baja, con un resultado del 0,12, al igual que el componente de Geología.

2.1.1.1.3 Sismicidad

El componente sísmico se estructuró de principio a fin con la información disponible por las autoridades competentes y su orientación hacia los objetivos del proyecto, se complementó interdisciplinariamente con el componente de geología estructural y tectónica. El propósito de esta única fase fue plantear las características de la amenaza natural sísmica en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva; a pesar de que los sismos no son predecibles, su dominio en caso de ocurrencia puede ser zonificado por niveles gracias a la relación de parámetros como la tectónica y la disposición fisiográfica de la Tierra. Las siguientes actividades se resaltaron durante el desarrollo de la caracterización sísmica:

- Acotamiento geográfico del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva para la consulta de información existente, por medio del estudio de cartografía base, imágenes satelitales y fotografías aéreas en software de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Recopilación de información oficial dispuesta por la entidad nacional encargada en el módulo, el Servicio Geológico Colombiano (SGC), la Red Sismológica Nacional

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 54

de Colombia (RSNC), y el Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Torca y Guaymaral¹⁴

- Análisis de la sismicidad histórica local y su relación con la generación de inestabilidad, según la cercanía de los epicentros.
- Presentación de la localización geográfica del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva con respecto a la zonificación de amenaza sísmica nacional tenida en cuenta por la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).
- Descripción de la zona de amenaza sísmica sobre la que se encuentra el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva cómo un detonante en la generación de procesos de remoción en masa e intensidades registradas.
- Asociación de la actividad sísmica con los lineamientos geológicos estructurales.

• Incertidumbre

La incertidumbre en el componente de Sismicidad, al igual que Geología, es analizada desde la lógica difusa; se evalúa desde un único criterio al desarrollarse en su totalidad con información oficial nacional y local. La incertidumbre ya es considerada en la evaluación de oficialización de dicha información, por tal motivo la incertidumbre para el presente componente es nula.

2.1.1.1.4 Geomorfología



El componente geomorfológico tuvo como finalidad definir los patrones de forma o relieve del terreno, a partir de cualidades geométricas y exposición de agentes modeladores que originen tales geoformas, procesos dinámicos. La estructuración de la línea base de geomorfología del presente EIA, se direccionó por la “Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales” de la Autoridad Nacional de Licencias ambientales-ANLA¹⁵ del año 2018, los “Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA para proyectos de Sistemas de transmisión de energía eléctrica – TdR – 17”¹⁶ remitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente-SDA (Radicado No. 1202380000693). Por otra parte, se adoptó lo estipulado por Carvajal¹⁷ y el SGC en la “Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia”, como un direccionamiento para definir las unidades principales de análisis del componente, resultando en las siguientes etapas y actividades:

¹⁴ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Actualización del Plan de Manejo Ambiental humedales de Torca y Guaymaral. 2023

¹⁵ COLOMBIA. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá: ANLA. 2018. 228 p.

¹⁶ COLOMBIA. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA para proyectos de Sistemas de transmisión de energía eléctrica – TdR – 17. Bogotá: ANLA. 2018. p. 36-39.

¹⁷ CARVAJAL PERICO, José Henry. Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Bogotá: SGC, 2012. 86 p.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 55

• Fase precampo

La fase de fuentes de información para el componente geomorfológico, consistió en el filtro de lo general a lo particular para aterrizar información oficial y secundaria al área de interés; abarcó la descripción de cómo la fisiografía nacional influye directamente en el área de estudio, restringida por la localización geográfica desde coordenadas proyectadas, los factores que definen el relieve colectivamente dejan patrones visibles en bases cartográficas como la topografía e imágenes satelitales, a su vez, develando puntos de interés para levantamiento de información primaria y permitiendo el planteamiento de una jerarquía geomorfológica. Las actividades llevadas a cabo en esta fase fueron:


- Acotamiento geográfico del área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar para la consulta de información existente, por medio del estudio de cartografía base, imágenes satelitales y fotografías aéreas en software de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Recopilación de información oficial por parte de las entidades líderes en el módulo como lo son el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR); así mismo, información secundaria como estudios antecedentes y académicos. La Tabla 2-17, relaciona las fuentes de información consultadas para el componente geomorfológico.

Tabla 2-17 Fuentes de información para el componente geomorfológico

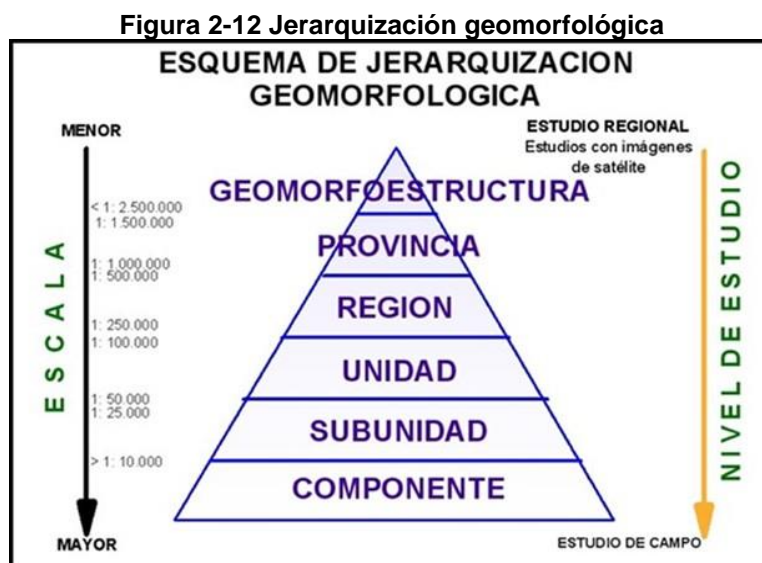
Información consultada	Autor y año
Geología de la Plancha 228 Santafé de Bogotá Noreste. Escala 1:100.000	SGC, 2008
Geología de la Plancha 228 Bogotá Noreste	SGC, 2015
Mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa Plancha 228 Santafé de Bogotá Noreste. Escala 1:100.000.	SGC, 2018
Memoria explicativa del mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa Esc 1:100.000 Plancha 228 – Santafé de Bogotá Noreste	SGC, 2018
POMCA Río Bogotá	CAR, 2019
Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Torca y Guaymaral	SDA, 2022
Fase I. Actualización de los estudios conceptuales del contrato EAB-ESP 1-02-25500-0626-2009, incluyendo la topografía detalle necesaria para el ajuste al plan vial arterial vigente, que sirvan de base para definir las alternativas técnicas y económicas para el desarrollo de la Ciudad Lagos de Torca	Fideicomiso Lagos de Torca, 2020

Fuente: INGEDISA S.A., 2023.

- Descripción fisiográfica regional.
- Fotointerpretación de la disposición natural del relieve influyente en el área de interés y los agentes modeladores.
- Selección de puntos de interés para caracterización primaria en campo.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 56

- Planteamiento de la jerarquización geomorfológica con base en la “Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia” establecida por Carvajal (2012) como insumo del SGC. Esta clasificación permite definir componentes, unidades o subunidades geomorfológicas según la escala cartográfica de trabajo que se lleve a cabo y a partir de sus características morfogenéticas, morfométricas y morfodinámicas. La Figura 2-12 presenta el esquema de jerarquización de escalas macro a locales, que consienten en precisar patrones de forma regionales y puntuales directamente para el área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar.




Fuente: Carvajal¹⁸, 2012.

- Descripción de las geomorfoestructuras y provincias geomorfológicas que por la ubicación geográfica del proyecto influyeron en la caracterización.

• Fase de campo

La fase de campo consistió en el levantamiento de información geomorfológica directa, recopilada durante el recorrido *in situ*, llevado a cabo los días 16 y 26 de junio de 2023, en la extensión del área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar. El componente geomorfológico viene de la mano del componente geológico ya que cada unidad de este último tiene características geométricas que influyen en la disposición natural del terreno, las geoformas obedecen a la interacción dinámica de factores litológicos y tectónicos. La determinación de información en esta etapa se ciñó por tres criterios, morfogénesis, morfometría y morfodinámica, que se centraron respectivamente en el origen, dimensiones y agentes modeladores de una geoforma; las actividades enunciadas, a continuación, representaron el desarrollo de la fase de campo:

¹⁸ Ibid. p 27.


	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”</p>	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 57

- Corroboración de la información obtenida en la etapa previa por medio de recorridos *in situ* del área de influencia preliminar, complemento y detalle de las características planteadas y descarte de aquellas que no tuvieron relevancia.
- Relación de las unidades geológicas con unidades geomorfológicas por sus características de forma, extensión y disposición en el área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar.
- Evidencia del ambiente de origen de las diferentes geoformas en la zona de interés.
- Inventario de procesos morfodinámicos.
- Registro fotográfico panorámico que permitió visualizar la expresión del relieve del área, cada fotografía georreferenciada y orientada.

• **Fase poscampo**

La redacción técnica para el componente de geomorfología incluyó la conclusión de cada criterio descriptivo de las geoformas, morfogénesis, morfometría y morfodinámica, apoyándose de recursos cartográficos detallados de cada ámbito mencionado. La descripción de la evolución de las geoformas en el tiempo también hace parte de la caracterización, especialmente en la exposición de los agentes modeladores; se enlistan las actividades para desarrollar esta fase de estudio.

- Descripción y presentación gráfica de las regiones geomorfológicas como un patrón de origen de las unidades (Morfogénesis).
- Referencia de las unidades geomorfológicas acordes a las expresiones del relieve de las unidades geológicas.
- Cartografía geomorfológica de las unidades a escala local por medio de SIG, respetando la nomenclatura estipulada por el SGC; el manejo de la paleta de colores de las unidades cartografiadas también acorde a la autoridad geológica nacional, según los ambientes morfogenéticos de las unidades descritas; en la tabla de atributos del mapa se diligenciaron los campos requeridos por la GDB de la ANLA.
- Análisis multitemporal como insumo para la caracterización morfodinámica a partir de la fotointerpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales recientes (adquiridas para desarrollar la cartografía base del proyecto) y antiguas (mínimo 10 años de diferencia con respecto a las recientes), haciendo la respectiva superposición para concluir variaciones en el relieve.
- Generación del mapa de pendientes del terreno por medio de procesamiento digital del modelo de elevación con ayuda de SIG y su verificación con lo caracterizado en campo.

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”</p>	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 58

- Los procesos morfodinámicos significativos se presentaron en fichas de caracterización puntual para cada uno, que describieron su geometría, composición material, tipo, medio de generación, temporalidad, entre otras.
- Generación del mapa de los procesos morfodinámicos existentes descritos, a escala detallada (1:10000 o menor) sobre la base topográfica o una imagen de buena resolución del área de influencia.

• **Incertidumbre**

La incertidumbre en el componente geomorfológico es igual a la del componente geológico, analizado desde la teoría de la lógica difusa por su subjetividad en la consulta y levantamiento de información. Se tienen temporalidades y escalas de la información secundaria menores a 5 años y grados de detalle mayores a 1:25.000 respectivamente, la información primaria fue obtenida con acceso dentro de los lineamientos de los sitios de intervención del proyecto y parcial en el marco del área de influencia físico-biótica-paisaje; por último, las metodologías y protocolos son mixtas, ceñidas a la experticia profesional, el apoyo en estudios antecedentes y académicos, y fuentes oficiales de información por entes rectores a nivel nacional.



2.1.1.1.5 Suelos y usos del suelo

La caracterización del componente de suelo como parte del proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”, se realizó con base en los requerimientos y lineamientos de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) (Radicado No. 1202380000693) y los Términos de referencia para la elaboración del EIA para proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica - TdR-17, los cuales plantean la aplicación de metodologías de caracterización de suelos establecidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC y/o fuentes de información oficial del área analizada.

El objeto radica en la identificación de las características de los suelos del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva del proyecto, y los diferentes usos que determinan la existencia o ausencia de conflicto de uso frente a sus características naturales y potencialidades de uso incluido el uso normativo establecido en el marco del ordenamiento territorial y ambiental.

En este sentido, el proceso de la caracterización se abordó a través de la consulta y análisis de información secundaria y primaria en tres fases (precampo, campo y poscampo), que permitieron en primera instancia, la identificación de los suelos, su distribución, características, estado, uso principal o potencial y el servicio que actualmente presta al ecosistema; adicionalmente, se realizó la identificación del uso actual del suelo en función de las coberturas de la tierra y del uso permitido del suelo a través de la consulta del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D. C., 2021¹⁹ y el Plan de Ordenación de la Cuenca

¹⁹ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Decreto 555. Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.2021

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 59

Hidrográfica del Río Bogotá, 2019²⁰; y finalmente, la identificación del conflicto de uso del suelo existente en el área. En complemento, se realizó la consulta a la Secretaría de Planeación de Bogotá D. C en relación con uso permitido para el predio de la subestación, Entidad que se pronunció mediante Radicado No. SDP No 1-2022-14951.

• Fase Precampo

En la fase precampo, se realizó la recopilación y la revisión de información secundaria de importancia para la caracterización de suelos, generada por fuentes oficiales como: el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM; Alcaldía de Bogotá, y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR. La revisión incluyó material cartográfico y documental de geología, geomorfología, clima, pendientes, coberturas de la tierra, usos del suelo, hidrología, entre otros. En la Tabla 2-18 se muestran los documentos consultados. De igual forma, se realizó la identificación y la revisión de las metodologías y procedimientos existentes para el desarrollo de las temáticas requeridas.

Tabla 2-18 Documentos consultados en fase precampo

Título	Autor	Año
Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	2019
Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá.	Alcaldía de Bogotá.	2021
Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Torca y Guaymaral	Secretaría Distrital de Ambiente- SDA y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR	2022

Fuente: INGEDISA S.A., 2023


Con base en la información secundaria identificada se consolidó un mapa preliminar de suelos, sobre el cual, se proyectaron puntos de verificación, caracterización y muestreo de suelos que permitieron el desarrollo de la fase de campo.

• Fase de Campo

Durante la fase de campo, desarrollada el 10, 11 y 26 de mayo, y 6 de junio de 2023, se realizó el levantamiento de información primaria, en función de la información secundaria identificada para el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva. El proceso consistió en la verificación de unidades geomorfológicas, formas de terreno, observaciones de suelo de verificación y/o caracterización a través de calcatas, identificación de edafotaxones, toma de muestras de suelos para análisis de laboratorio, verificación de usos del suelo y registro fotográfico.

Inicialmente, se realizó el reconocimiento visual y la identificación de las áreas de intervención del proyecto (área de subestación y sitios de estructuras) y el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva. Posteriormente, se realizó la identificación de factores geológicos, geomorfológicos, climáticos, características de los suelos, verificación y corrección de unidades geopedológicas. La caracterización y monitoreo de suelos, se realizaron conforme a los lineamientos establecidos en la Metodología para el

20 CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. 2019

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 60

Levantamiento de suelos, M40100-01/14²¹, según las especificaciones y/o requerimientos de los términos de referencia emitidos por la autoridad ambiental para este proyecto.

Los puntos de verificación y muestreo se definieron teniendo en cuenta las unidades de suelos que serán intervenidas por el proyecto y sobre las cuales se generarán actividades de excavación. De acuerdo con la información secundaria la ejecución del proyecto generará intervención directa sobre suelos alterados previamente, los cuales se verificaron y muestrearon sobre el área de servidumbre establecida por el proyecto (ver Capítulo 3. Descripción del proyecto).

A continuación, en la Figura 2-13 se presentan los materiales, equipos y herramientas utilizados en campo.

Figura 2-13 Materiales, equipos y herramientas utilizados en campo





Fuente: INGEDISA S.A., 2023

La información levantada en campo se registró en el formato que se presenta en el **Anexos, Cap. 2, Formato de campo, Suelos**, el cual incluyó registro de la ubicación geográfica de los puntos de muestreo, tipo de muestreo, y variables geomorfológicas, climáticas y edáficas relevantes para el proyecto. In situ se desarrollaron pruebas químicas para establecer la existencia de cenizas volcánicas, la cual, se realizó con fluoruro de sodio (NaF) y la prueba con peróxido de hidrógeno (H₂O₂) tendiente a identificar la existencia de materia orgánica en el perfil de suelo.

De igual forma, se efectuó la revisión de las coberturas de la tierra actuales desde la óptica de los usos que se evidencian al momento de la visita de verificación. El punto de partida es el mapa preliminar de coberturas de la tierra suministrado por el medio biótico. Paralelamente, se observó la relación de uso del suelo y servicio ecosistémico presente, aunado al estado de conservación o degradación de los suelos.

²¹ IGAC. Metodología Levantamiento de suelos (M40100-01/14V2), Bogotá, 2014.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 61

▪ **Muestreo de suelos**

El muestreo se realizó sobre las áreas de intervención directa y por horizonte identificado, recolectando un (1) kg de suelo por muestra para garantizar la cantidad suficiente para el procesamiento en laboratorio. Las muestras se recolectaron en bolsas plásticas las cuales se sellaron herméticamente para garantizar la sanidad e integridad de la muestra; posteriormente, las muestras fueron rotuladas con un código de identificación. Finalmente, una vez terminado el muestreo, las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de Agrosavia para el análisis de los parámetros físico y químicos que se muestran en la Tabla 2-19.

Tabla 2-19 Parámetros físicos y químicos evaluados en laboratorio

Parámetro	Método	Técnica
Determinación de pH	GA_R_046 versión 5 de 2019-10-02	Potenciómetro
Bases intercambiables (Ca, Mg, K y Na)	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	Extracción Acetato de Amonio 1M, pH 7.00. Cuantificación: Espectrofotometría de Absorción Atómica
Saturación de bases		Cálculo
Fósforo disponible	GA-R-048, versión 05 de 2019-10-02	Extracción Bray II; Cuantificación: espectrofotometría UV-VIS
Carbón Orgánico	GA-R-119 V2 2019-09-20	Espectrofotometría UV-VIS
Textura	IGAC 2006	Bouyoucos
Capacidad de Intercambio Catiónico Real (CIC)	NTC 5268 modificada, acetato de amonio 1M	Volumetría
Nitrógeno total	EPA 351,3 modificada FOSS	Volumetría
Conductividad eléctrica	NTC 5596:2008	Extracción: Relación 1:5 suelo-agua. Cuantificación Potenciometría
Relación absorción de sodio (RAS)	NTC 5167. modificada a suelos Hanson et al., 1993 NTC 5349 modificada, extracto de pasta saturada	Cálculo Espectrofotometría Absorción Atómica
Porcentaje de saturación de sodio		
Acidez intercambiable – pH menor 5,5	NTC 5263 modificada, extracción con KCl en suelos con pH menor de 5,5	Volumetría
Densidad aparente	IGAC 2006	Cilindro de volumen conocido
Densidad real	IGAC 2006	Picnómetro
Humedad a diferentes tensiones (0-33-1500 kPa)	IGAC 2006	Cámaras de Presión


Fuente: a partir de (Agrosavia, 2023)²², adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Los resultados de laboratorio pueden ser consultados en el **Anexos, Cap. 5.1, Resultados de Laboratorios de suelos.**

• **Fase Poscampo**

En la fase poscampo, se realizó el análisis de la información primaria y secundaria, y la

²² Laboratorio de Suelos de Agrosavia. Parámetros físicos y químicos evaluados en laboratorio. Informe N° 39 FS23 (15559-15564) e Informe No. QAS23-004726. Bogotá, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 62

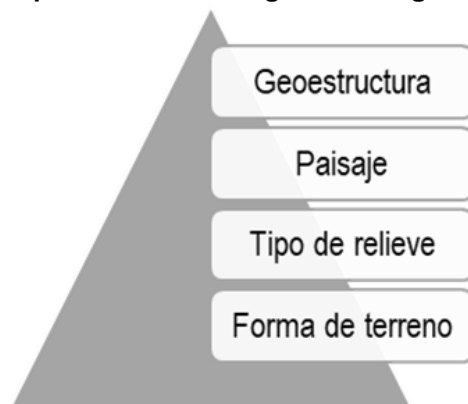
consolidación de los mapas finales de suelos, uso principal o potencial, uso actual, conflictos de uso y uso normativo del suelo. Se realizó la respectiva memoria técnica que condensa la información secundaria, primaria y resultados de laboratorio; además del diligenciamiento de Base de datos geográfica que soporta la información cartográfica de la temática.

A continuación, se describen los procedimientos y metodologías aplicadas para el desarrollo de los diferentes temas que permitieron la descripción de los suelos en función de los requerimientos de los Términos de referencia para el proyecto.

▪ **Unidades de suelos**

La consolidación del mapa de suelo se realizó a través de la identificación de las unidades de suelos finales, las cuales, condensan información del sistema geomorfológico jerarquizado de Zinck 2012²³ (ver Figura 2-14), clima ambiental, clasificación taxonómica y criterios que definen fases como pendiente y erosión. La codificación de las unidades cartográficas de suelos – UCS, se construyó a partir de los criterios anteriormente mencionados generando un código de tres letras mayúsculas (geomorfología, clima y taxonomía), una letra minúscula entre a y g que simbolizan la pendiente y opcionalmente, un número arábigo entre 1 y 3 que simboliza la erosión en el caso de presentarse en la unidad de suelos.

Figura 2-14 Estructura jerárquica de unidades geomorfológicas según metodología IGAC





Fuente: a partir de (IGAC²⁴, 2017), (adaptado de Zinck, 2012); adaptado por INGEDISA S.A., 2023

▪ **Estado del suelo**

Con base en la información primaria y secundaria, se realizó el análisis de la fertilidad, compactación y degradación del suelo (erosión y salinidad), con el fin de determinar el estado del suelo. Para ello, se recurrió a las metodologías y parámetros establecidos por el Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por salinización,

²³ IGAC. Metodología: Elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamiento de suelos M40700-02/17-V1. p. 4. Bogotá. 2017.

²⁴ Ibid. p. 4.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2 VERSIÓN: 00 PÁG. 63
--	---	---

2017²⁵ y Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión, 2015²⁶.

La fertilidad, se identificó mediante la metodología planteada por el IGAC, en el Instructivo Códigos para los Levantamientos de Suelos (I40100-06/14. V1)²⁷, en los primeros 50 cm de profundidad del perfil. En la Tabla 2-20 se presentan las fórmulas para cálculo de fertilidad según el tipo de suelos.

Tabla 2-20 Fórmula para el cálculo de fertilidad

Ft	Fertilidad total
F1	Fertilidad 0 – 25 cm
F	Fertilidad 25 – 50 cm
K	0,285
X ₁	Salinidad y/o sodio 0-25 cm
X ₂	Salinidad y/o sodio 25-50 cm
1.	Fertilidad en suelos normales $[FT=(0,7F_1 + 0,3F_2) * K]$
2.	Fertilidad en suelos salinidad y/o sodio $FT=K * [(0,7 (F_1 - X_1) + 0,3 (F_2 - X_2))]$

Fuente: a partir de (IGAC, 2014)²⁸ ; adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Los resultados del cálculo de fertilidad se interpretaron y clasificaron por grado de acuerdo con los rangos de la Tabla 2-21.

Tabla 2-21 Clase por grado de fertilidad

Clase	Rango
Muy baja	≤ 3,6
Baja	3,7 – 5,1
Media	5,2 – 6,7
Alta	6,8 – 8,3
Muy alta	≥ 8,4

Fuente: a partir de (IGAC, 2014)²⁹, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

La resistencia a la penetración del suelo se identificó a través de mediciones con penetrómetro de bolsillo sobre los horizontes analizados, dichas lecturas se clasifican en las clases de resistencia que se muestran en la Tabla 2-22.

Tabla 2-22 Resistencia a la penetración del suelo

Clase	Lectura (mpa)*
Extremadamente baja	< 0,01
Muy baja	0,01 a < 0,1
Baja	0,1 a < 1,0
Moderada	1,0 a < 2
Alta	2,0 < 4,0
Muy alta	4,0 < 8,0

*Mega pascales

Fuente: a partir de (IGAC, 2014)³⁰; adaptado por INGEDISA S.A., 2023

²⁵ IGAC. Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por salinización, Bogotá, 2017.


²⁶ IGAC. Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión, Bogotá, 2015.

²⁷ IGAC. Instructivo Códigos para los Levantamientos de Suelos (I40100-06/14, V1), Bogotá, 2014.

²⁸ IGAC. Instructivo Códigos para los Levantamientos de Suelos (I40100-06/14, V1). Bogotá. 2014. p. 64.

²⁹ Ibid. p. 43.

³⁰ Ibid. P.45.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 64

▪ Servicios ecosistémicos que ofrece el suelo

Los suelos, como parte de los ecosistemas y de los agroecosistemas, prestan importantes funciones o servicios, a nivel ambiental y social (apoyo a las actividades sociales y económicas de las personas)³¹.

En este sentido, la identificación de los servicios ecosistémicos que el suelo del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva ofrece a las comunidades que habitan este territorio, se realizó con base en la función puntual del suelo que contribuye en la generación de los tres tipos de servicios ecosistémicos que se describen en la Tabla 2-23.

Tabla 2-23 Servicios ecosistémicos del suelo

Servicio ecosistémico		Servicio del suelo
Tipo	Descripción	
Aprovisionamiento o abastecimiento	Son aquellos referidos a la cantidad de bienes o materias primas que un ecosistema ofrece, como alimentos, fibra, combustible, madera, agua.	Almacenamiento y aportes nutricionales a las plantas.
Regulación	Son los beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, inundaciones, control de plagas, polinización, dispersión de semillas, control de erosión, purificación del agua, control de enfermedades.	Capacidad de retención del agua Control de la erosión
Soporte	Son aquellos necesarios para la producción de todos los otros servicios de los ecosistemas de producción primaria, ciclo de nutrientes, provisión de hábitats, producción de oxígeno en atmósfera y agua.	Usos del suelo Capacidad de enraizamiento del suelo en función de la resistencia del suelo a ser penetrado

Fuente: a partir de (MONTICO, S., DI LEO, N., BONEL, B. y BERARDI, J., 2021)³²; adaptado por INGEDISA S.A., 2023

La identificación de cada servicio requirió del análisis del estado o calidad de este mediante la identificación de la fertilidad, la capacidad de almacenamiento de agua, identificación de niveles de erosión, usos del suelo y resistencia a la penetración del suelo de cada una de las unidades de suelos identificadas y en las que aplique el análisis.

▪ Capacidad de uso del suelo



La vocación de uso del suelo representa la clase de mayor uso que una unidad de suelo está en capacidad natural de soportar, incluyendo sus características de sostenibilidad evaluada sobre una base biofísica³³. Metodológicamente, se consideró la evaluación y valoración técnica de las unidades de tierras, homogéneas en características de clima, suelos, geología, geomorfología, entre otras, permitiendo definir unidades de clases agrológicas y uso principal recomendado.

La clasificación agrológica es de tipo interpretativa y se basa en los efectos de las

³¹ BURBANO, Hernán. El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. Revista Ciencias Agrarias, 33(2):117-124. 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58>.

³² MONTICO, S., DI LEO, N., BONEL, B. y BERARDI, J. Servicios ecosistémicos provistos por los suelos en una cuenca de Santa Fé, Argentina. Cuadernos del Curiham, 27. 2021. p. 2

³³ IGAC. Conflictos de uso del territorio colombiano, Unidades de vocación de uso de las tierras. Bogotá: 2012. 55p.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 65

combinaciones de clima y características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deterioro, las limitaciones para el uso, la capacidad de producir cosechas y los requerimientos de manejo de los suelos. Las características permanentes de los suelos hacen referencia a las pendientes, textura, profundidad efectiva, permeabilidad, capacidad de retención de humedad y condición de drenaje natural.

La clasificación agrológica se desarrolló con base en la Metodología para la Clasificación de las Tierras por su Capacidad de uso³⁴, la cual clasifica los suelos en 8 clases agrológicas, a las cuales, se les debe identificar los limitantes de uso. De igual forma, esta metodología agrupa las clases agrológicas en tres (3) grandes grupos:

- Grupo de tierras con capacidad para ser utilizadas en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo y semi intensivo (clases agrológicas 1 a 4).
- Grupo de tierras que pueden ser utilizadas de forma restringida en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales (clases agrológicas 5, 6 y 7).
- Tierras que deben ser usadas solo en preservación, conservación y ecoturismo (clase agrológica 8).

Factores como la pendiente (p), erosión (e), suelo (s), humedad (h) y clima (c), identificados como limitantes de uso, permitieron la clasificación de las clases agrológicas por subclases, las cuales, se simbolizan con la letra minúscula asociada a la limitante. Así, la subclase se simboliza con el número arábigo de la clase agrológica y máximo dos limitantes (las más severas), por ejemplo: 6p clase agrológica 6 con limitante de uso por pendiente.

Posteriormente, con base en la información y clasificación de las clases agrológicas se identificó el uso principal o potencial, el cual se considera es el uso deseable que coincide con la función específica del suelo y no genera deterioro del recurso. Dicha clasificación se realizó teniendo en cuenta las categorías de tipos de usos del suelo definidos por la Resolución 2182 de 2016³⁵ que se muestran en la Tabla 2-24.

Tabla 2-24 Tipo de uso principal del suelo

Uso principal	Nomenclatura
Cultivos transitorios intensivos	CTI
Cultivos transitorios semi-intensivos	CTS
Cultivos permanentes intensivos	CPI
Cultivos permanentes semi-intensivos	CPS
Sistemas agrosilvícolas	AGS
Sistemas agrosilvopastoriles	ASP
Sistemas silvopastoriles	SPA
Pastoreo intensivo	PIN
Pastoreo semi-intensivo	PSI
Pastoreo extensivo	PEX
Sistema forestal productor	FPD
Sistemas forestales protectores	FPR
Áreas para la conservación y/o	CRE

³⁴ IGAC. Metodología para la Clasificación de las Tierras por su Capacidad de uso. Bogotá: 2014.

³⁵ MADS. Resolución 2182 “Por el cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”, 2016.

Uso principal	Nomenclatura
recuperación de la naturaleza, recreación	
Cuerpos de Agua Naturales	CA

Fuente: a partir de (MADS, 2016)³⁶; adaptada por INGEDISA S.A., 2023.

▪ **Uso actual del suelo**

El uso actual de suelo enmarcado dentro de las actividades que el hombre realiza sobre el mismo se identificó a partir del mapa de coberturas de la tierra, generado por el proyecto, a partir de las coberturas naturales o antrópicas evidenciadas en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva. Dicho mapa, se elaboró con base en la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia, Escala 1:100.000³⁷, a la escala indicada para las actividades que comprenden el presente Estudio de Impacto ambiental junto con el Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Torca y Guaymaral³⁸.

Las coberturas fueron clasificadas por su funcionalidad en las categorías de usos y tipos de uso del suelo definidas en la Resolución 2182 de 2016³⁹, que se muestran en la Tabla 2-25.

Tabla 2-25 Categorías de uso del suelo

Grupo de uso	Tipo de uso	Nomenclatura
Agricultura	Cultivos transitorios intensivos	CTI
	Cultivos transitorios semi-intensivos	CTS
	Cultivos permanentes intensivos	CPI
	Cultivos permanentes semi-intensivos	CPS
Agroforestal	Sistemas agrosilvícolas	AGS
	Sistemas agrosilvopastoriles	ASP
	Sistemas silvopastoriles	SPA
Ganadería	Pastoreo intensivo	PIN
	Pastoreo semi-intensivo	PSI
	Pastoreo extensivo	PEX
Forestal	Sistema forestal productor	FPD
	Producción-protección	FPP
Conservación	Sistemas forestales protectores	FPR
	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación	CRE
	Protección	CPR
Infraestructura	Residencial	IRS
	Servicios	ISR
	Recreacional	IRC
	Comercial	ICM
	Industrial	IIN
	Transporte	ITR
Minería	Metales, radiactivos	MMR

³⁶ Ibid.

³⁷ IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá D.C: 2010.

³⁸ EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales de Torca y Guaymaral, 2022.

³⁹ MADS. Resolución 2182 “Por el cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”, 2016.

Grupo de uso	Tipo de uso	Nomenclatura
	Minerales energéticos	MME
	Piedras preciosas	MPP
	Materiales de construcción	MMC
	Minerales no metálicos	MNM
Sitios de disposición de materiales de desecho	Disposición de materiales sólidos	DMS
	Disposición de materiales líquidos	DML
Cuerpos de Agua Naturales	Cuerpos de Agua Naturales	CA

Fuente: a partir de (MADS, 2016)⁴⁰; adaptado por INGEDISA S.A., 2023

▪ Conflictos de uso del suelo

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 ambiental⁴¹.

La evaluación de la concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso del suelo se realizó mediante la elaboración una matriz de decisión que permitió confrontar las unidades de Uso principal o potencial vs el Uso actual del suelo (ver Tabla 2-26). Cada una de las unidades de Uso actual se valoró en relación con el uso principal, con base en la matriz y categorías de conflicto de uso (ver Tabla 2-27) establecidas en el Estudio Zonificación del Conflicto de Uso del Suelo de Colombia⁴².

Tabla 2-26 Matriz de decisión para la valoración del conflicto de uso del suelo

En Elaboración	En Elaboración	En Elaboración

Fuente: a partir de (IGAC-CORPOICA, 2002)⁴³; adaptada por INGEDISA S.A., 2023

Tabla 2-27 Clases de conflicto de uso del suelo

Tipo de conflicto de uso	Nomenclatura
Subutilización Severa	S3
Subutilización Moderada	S2
Subutilización Ligera	S1
Sin conflicto de uso	A
Sobreutilización Ligera	O1
Sobreutilización Moderada	O2
Sobreutilización Severa	O3

Fuente: a partir de (IGAC-CORPOICA, 2002)⁴⁴; adaptada por INGEDISA S.A., 2023



⁴⁰ MADS. Resolución 2182 “Por el cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”, 2016.

⁴¹ IGAC-CORPOICA. Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del País. Capítulo IV: Uso adecuado y conflictos de uso de las tierras en Colombia. Bogotá: 2002.

⁴² Ibid. p. 22

⁴³ Ibid. p. 22.

⁴⁴ Ibid. p. 24-26.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 68

▪ Uso normativo del suelo

El uso normativo del suelo se abordó a partir de la consulta e identificación de las categorías de clasificación del suelo y/o categorías de manejo que establecieron los instrumentos de ordenamiento municipal y ordenación ambiental. En la Tabla 2-28 se presentan los documentos consultados.

Tabla 2-28 Instrumentos de ordenamiento municipal consultados

Instrumento	Autor	Año
Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.	Alcaldía de Bogotá D.C.	2021

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En complemento, para el predio donde se proyecta la construcción de la Subestación se solicitó a la Secretaría de Planeación de Bogotá la certificación de uso del suelo, la cual fue entregada al proyecto mediante Radicado No.SDP No 1-2022-14951 del 258 de marzo de 2022 (**Anexos, Cap. 2, Certificado de uso del suelo**).

• Incertidumbre

La incertidumbre en el proceso de caracterización del componente de suelos se fundamentó en la valoración de cuatro aspectos dentro del contexto de desarrollo del estudio. Este planteamiento se realizó a partir de los principios de la Teoría difusa⁴⁵, a través de la cual se establecen conjuntos difusos o criterios, que se valoran en términos de pertenencia al conjunto. Posteriormente, a partir de la fórmula de distancia de Hamming⁴⁶, se identificó la incertidumbre, enmarcada en una escala entre 0 y 1.

$$Inc_{Suelos} = \frac{1}{4} \sum |A(x) - B(x)|$$

IncSuelos: Incertidumbre de suelos

A(x): Valoración del criterio dentro del contexto

B(x): Nivel máximo del criterio

En la Tabla 2-29 se muestran los criterios o conjuntos difusos y los diferentes niveles que se pueden presentar en este caso.



Tabla 2-29 Criterios o conjuntos difusos y niveles

CRITERIO	SUBCRITERIO	NIVELES		
		0	1	
Información secundaria	Temporalidad	>10 año	5 - 10 años	<5 años
	Escala	General: 1:100.000 1:500.000	Semidetallado: 1:50.000	Semidetallado: 1:25.000 Detallado: 1:10.000 o mayor

⁴⁵ CASTIBLANCO, Fabian. La incertidumbre y la subjetividad en la toma de decisiones: una revisión desde la lógica difusa. En Lámina 14. Manizales: Programa de Contaduría – Universidad de Manizales, enero – diciembre, p. 116 - 140. 2013. [Consultado: 19 de julio de 2023]. Disponible en

<https://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/Lumina/article/download/1086/1191/4644>

⁴⁶ Ibid., p. 135.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 69

CRITERIO	SUBCRITERIO	NIVELES		
		0	1	
Información primaria	Acceso	Sin acceso	Acceso parcial	Con acceso
Metodologías y protocolos		Adaptadas de investigaciones académicas, científicas u otras fuentes	Mixtas	Emitidas o avaladas por los Entes rectores nacionales

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En cuanto a la temporalidad y escala de la información secundaria, usada para la descripción de suelos, se contó con información de estudios publicados en un rango inferior a 5 años y escalas semidetalladas (1:25.000) y detalladas (1:10.000), tales como: Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá, publicado en 2019; Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, publicado en 2021; y Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Torca y Guaymaral, publicado en 2022.

El acceso a la información primaria, en las zonas de intervención del proyecto fue al 100%, mientras, a nivel de área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva la recolección se realizó a partir de recorridos de identificación, específicamente, de usos del suelo, desde áreas de acceso público.

Finalmente, las metodologías y procedimientos aplicados en el desarrollo de la caracterización de suelos corresponden a las establecidas y avaladas por los Entes rectores en el tema como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi; el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; La Alcaldía Mayor de Bogotá y las Autoridades Ambientales.

En la Tabla 2-30 se muestra la valoración de cada criterio dentro del contexto del proyecto para el componente de suelos.

Tabla 2-30 Valoración de criterios


Criterio	Subcriterio	Componente suelos	
		Descripción	Nivel
Información secundaria	Temporalidad	<5 años	1
	Escala	Semidetallado: 1:25.000 Detallado: 1:10.000 o mayor	1
Información primaria	Acceso	Con acceso a las áreas de intervención del proyecto y acceso parcial en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva	0,8
Metodologías y protocolos		Las metodologías y protocolos aplicados corresponden a los emitidos por IGAC, IDEAM, MADS. Avalados por la Autoridad Ambiental.	1

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

A partir de las anteriores valoraciones se aplicó la ecuación de Hamming⁴⁷, obteniendo un resultado de 0,05.

$$Inc_{Suelos} = \frac{1}{4} |1 - 1| + |1 - 1| + |0,8 - 1| + |1 - 1| = 0,05$$

⁴⁷ Ibid., p. 135.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 70

Teniendo en cuenta que el rango de valoración de la incertidumbre se encuentra entre 0 y 1, siendo cero incertidumbre baja y 1 incertidumbre alta, la incertidumbre del componente de suelos es baja.

2.1.1.1.10 Geotecnia

El componente geotécnico es un elemento interdisciplinar que expone las propiedades de estabilidad del subsuelo como base de todo proyecto constructivo; su estructuración se apoyó en los términos de referencia como un módulo que se desarrolló en gran parte con información primaria directa de los estudios de diseño del proyecto objeto del EIA y de otros capítulos de la caracterización del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva.

- **Fase precampo**

La finalidad de esta fase fue compilar la información descrita y plantear sistemáticamente el desarrollo del informe técnico según las siguientes actividades, previas a las demás etapas:

- Planteamiento de la metodología de zonificación geotécnica, con base en los términos de referencia, para la homogenización de polígonos cartográficos que representen grados de inestabilidad. La metodología modificada de AMBALAGAN (1992), presentada por Jaime Suárez en el libro “Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales”, cumple con las variables requeridas: geología, geomorfología, cobertura vegetal, uso actual del suelo, pendientes, hidrología, hidrogeología y precipitación.
- Compilación de la información secundaria de los componentes que incumbran las variables mencionadas para el desarrollo de la zonificación, así como lo caracterizado en la línea base.
- Solicitud de los estudios de suelo puntuales sobre los que se ha establecido el diseño de la línea de transmisión y sus constituyentes, sondeos y registros de perforación con las propiedades geomecánicas de los materiales a intervenir.

- **Fase de campo**

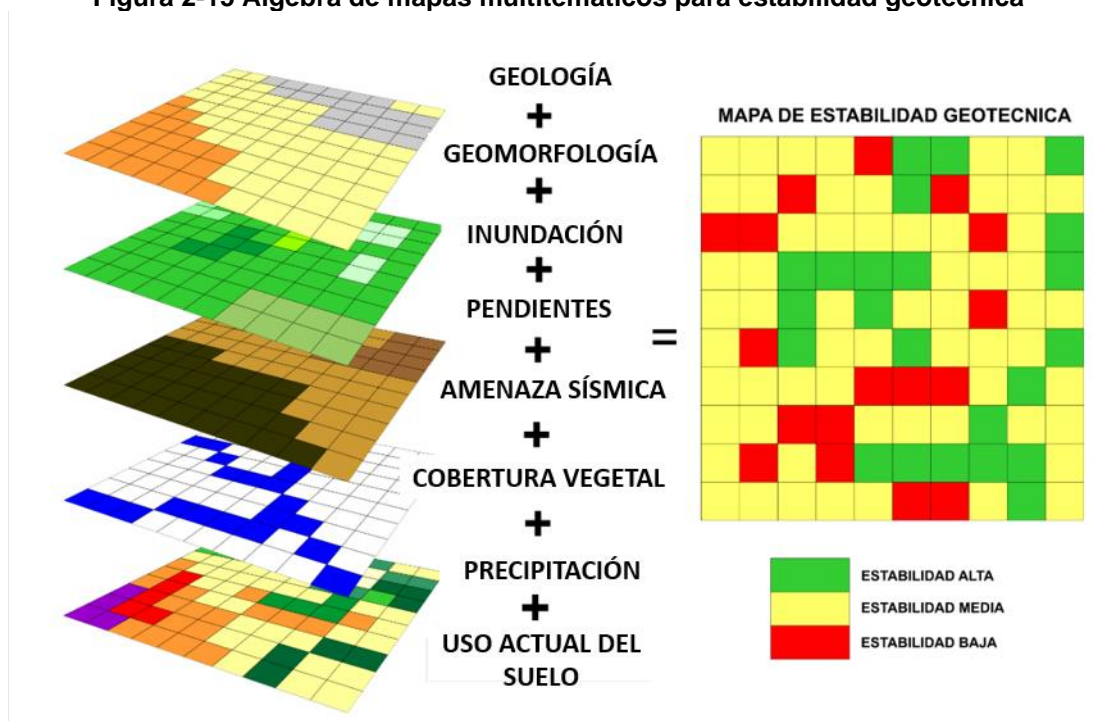
La caracterización geotécnica *in situ* del área de influencia físico-biótica-paisaje preliminar, se sustentó con las etapas de campo de otros módulos como 2.3.2.1 Geología, 2.3.2.4 Geomorfología, 2.3.2.5 Suelos y usos del suelo, 2.3.2.6 Hidrología y 2.3.2.9 Hidrogeología, mencionados como variables influyentes en la estabilidad del terreno y requeridos en los términos de referencia. Puntualmente geología y geomorfología son los componentes con más importancia, ya que contemplan las propiedades físicas del terreno, su disposición y los diferentes procesos morfodinámicos que se pueden traducir en inestabilidad geotécnica natural y directa. Las demás disciplinas exponen el comportamiento de factores como el agua en el terreno y las actividades llevadas a cabo sobre él.

- **Fase poscampo**

Como producto final del componente geotécnico, se realizó la redacción del capítulo correspondiente en la línea base de la caracterización del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva, esto con los insumos que describan los parámetros de estimación de la estabilidad del terreno a nivel cualitativo y cuantitativo de forma estadística, soportados a su vez con las otras disciplinas relacionadas en este mismo estudio. Las siguientes actividades exponen el avance de esta fase Poscampo:

- Ejecución de la zonificación geotécnica a través de álgebra de mapas multitemáticos (Ver Figura 2-15) usando un modelo vectorial cualitativo, donde las calificaciones mayores corresponden a unidades que particularmente son más propensas a causar inestabilidad en el terreno. Teniendo presente la respectiva calificación según “peso o importancia” de cada parámetro, se establecieron las categorías de zonificación geotécnica (muy alta, alta, moderada, baja y muy baja) como se indica en la Tabla 2-31. Los límites de los rangos se definieron 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.



Figura 2-15 Álgebra de mapas multitemáticos para estabilidad geotécnica



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Tabla 2-31 Resultado de estabilidad geotécnica por sumatoria de capas multitemáticas

Estabilidad geotécnica	Rango de valores	Nomenclatura
Muy Alta	Menor a 35	ZEGMA
Alta	35 -50	ZEGA
Moderada	51 - 60	ZEGM

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 72

Estabilidad geotécnica	Rango de valores	Nomenclatura
Baja	61 - 75	ZEGB
Muy Baja	Mayor a 75	ZEGMB

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

- Con los estudios de suelos provenientes de la fase de diseño e ingeniería de detalle del proyecto, solicitados en la fase de precampo del componente, se indicó en la línea base, como es requerido, las características geomecánicas del subsuelo en las que se soportará de forma subterránea la línea de transmisión, las estructuras de transición y sobre el cuál se construirá la subestación y la línea de transmisión aérea: capacidad portante, resistencia a la compresión, granulometría, humedad natural, etc. Y se anexaron todos los registros de exploración pertinentes.

• Incertidumbre

En el componente de geotecnia se evalúa la incertidumbre por medio de la teoría de la lógica difusa, a diferencia del componente geológico se presentan nuevas consideraciones en el criterio de metodologías y protocolos, involucrando más fuentes que corresponden principalmente a estudios antecedentes y académicos. En la Tabla 2-16 se presenta la valoración de cada criterio dentro del contexto del proyecto para el componente de Geotecnia.

Tabla 2-32 Asignación de los criterios para el componente de Geología



Criterios		Descripción	Nivel
Información secundaria	Temporalidad	<5 años	1
	Escala	Semidetallado: 1:25.000 Detallado: 1:10.000 o mayor	1
Información primaria	Acceso	Con acceso a las áreas de intervención del proyecto y acceso parcial en el área de influencia físico-biótica-paisaje	0,8
Metodologías y protocolos		Las metodologías y protocolos aplicados corresponden a la experticia profesional, apoyo en investigaciones y libros académicos, y los insumos emitidos por el SGC e IDIGER, igualmente los términos de referencia del MADS.	0,6

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

A continuación, se muestra el cálculo de la incertidumbre para el componente de Geología.

$$Inc_{Geología} = \frac{1}{4} (|1 - 1| + |1 - 1| + |0,8 - 1| + |0,6 - 1|) = 0,15$$

Teniendo en cuenta que el rango de valoración de la incertidumbre se encuentra entre 0 y 1, siendo 0 incertidumbre baja y 1 incertidumbre alta, y a pesar de que hay un aumento con respecto a las demás temáticas del componente geosférico, la incertidumbre de Geotecnia es baja.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 73

2.1.1.1.11 Hidrología

La hidrología se encarga de estudiar la dinámica del agua, su circulación y distribución en un área específica; así como su interacción con el medio ambiente. Dicha área está compuesta por cuencas, las cuales se pueden definir como unidades territoriales delimitadas por los filos de las montañas, por donde escurren naturalmente las aguas lluvias (escorrentía) y manantiales que afloran de las aguas subterráneas, para drenar a los arroyos, quebradas, ríos, entregar caudales a cauces más grandes, lagos o al mar, conformando un sistema interconectado⁴⁸. Estas unidades territoriales generan bienes y servicios ambientales que son demandados principalmente por poblaciones localizadas en ellas.

• Fase Precampo

En fase precampo se realizó la recopilación y la revisión de información secundaria de importancia para la caracterización de hidroclimática generada por fuentes oficiales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Alcaldía de Bogotá, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR, Secretaría Distrital de Ambiente e Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER). La revisión incluyó material cartográfico y documental de hidrográfico, climatológico. En la Tabla 2-18 se muestran los documentos consultados. De igual forma, se realizó la identificación y la revisión de las metodologías y procedimientos existentes para el desarrollo de las temáticas requeridas


Tabla 2-33 Documentos consultados en fase precampo

Título	Autor	Año
Estudio Nacional del agua	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM	2022
Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	2019
Decreto 555 de 2021 “Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá”.	Alcaldía de Bogotá.	2021
Catálogo nacional de estaciones	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM	2023
Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Torca y Guaymaral	Secretaría Distrital de Ambiente- SDA y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR	2022
Histórico de series hidrometeorológicas	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	2023
Bases de datos vectoriales por hojas cartográficas	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	2023
Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital	Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital	2023

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Con base en la información secundaria identificada se proyectaron puntos de verificación, caracterización y muestreo del componente hídrico superficial que permitieron el desarrollo de la fase de campo.

⁴⁸ Grupo Energía Bogotá. Estudio de Impacto Ambiental proyecto Alférez San Marcos. Bogotá D.C: 2014.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 74

- **Fase Campo**

Durante la fase de campo, se realizaron visitas de inspección ocular a cada uno de los sitios de las estructuras, así como recorridos de 100 metros a la redonda para identificar la posible existencia de cuerpos lenticos, loticos o nacimientos de agua, de esta manera se asegura la no existencia de restricciones ambientales para la ubicación de las estructuras, así mismo se hizo la validación de la existencia de cuerpos hídricos identificados en la cartografía base. En complemento durante los recorridos se revisaron los cruces entre los accesos carretables y drenajes, debido a que al no existir obras de arte hidráulicas estos elementos, las cuales sirven a las vías para el drenaje, en lugares donde la vía cruza con corrientes de agua o donde se requiera, el fin de este tipo de obras es conducir el agua de escorrentía o de flujo superficial hasta la disposición final, evitando la erosión de los taludes y protegiendo la estructura del pavimento⁴⁹, sería necesario realizar la solicitud de permiso de ocupación de cauce ante la Autoridad Ambiental competente.

- **Fase Poscampo**

En la fase poscampo, se realizó el análisis de la información primaria y secundaria, y la consolidación de la cartografía temática del recurso hídrico superficial, identificación de actividades sin proyecto, registros fotográficos de ecosistemas lenticos y lóticos del área de influencia físico-biótica-paisaje. A continuación, se describen los procedimientos y metodologías aplicadas para el desarrollo de los diferentes temas que permitieron caracterizar y cuantificar el estado actual del recurso hídrico en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva, donde, se desarrollarán las actividades propias del estudio de impacto ambiental proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” así mismo se consignan los resultados de los análisis morfométricos, variables climáticas entre otras variables, de las cuencas que se interceptan con el área del proyecto. La metodología de análisis y presentación de la información utilizada para este componente está basada en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17⁵⁰, aprobados mediante Resolución 0075 del 18 de enero de 2018 y la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA.


Las características hidrológicas de los cuerpos de agua de interés, referentes al régimen hidrológico y los caudales característicos, parten del análisis de la información de series históricas de las unidades hidrográficas, instrumentadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca⁵¹ y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales⁵², mediante el análisis objetivo de la calidad y consistencia de los datos

49 ARIAS GIRALDO, Jairo Alejandro. Estado del arte de la infraestructura hidráulica (pasos de agua y obras de arte) y taludes de la red vial del tramo San Joaquín – corregimiento de Altagracia, municipio de Pereira. Universidad Libre Seccional Pereira. Facultad de Ingenierías: Ingeniería Civil. 2017. 16 p.

50 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Términos de Referencia para la Elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA- en Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-11. Bogotá D.C. 2016

51 Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Histórico de series hidrometeorológicas [sitio web]. Bogotá D.C.[consultado 05 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.car.gov.co/vercontenido/2524>

52 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Consulta y descarga de datos hidrometeorológicos. [en línea].

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 75

registrados por las estaciones hidro climáticas activas representativas para el área de influencia y su entorno regional, este análisis incluye pruebas estadísticas paramétricas y/o no paramétricas sobre homogeneidad, consistencia e identificación de datos anómalos; de ser posible, hacer el completado de las series, indicando claramente el método adoptado y efectuar la caracterización estadística básica de las series de tiempo tratadas, 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-17⁵³.

▪ **Localización del área de influencia físico-biótica-paisaje en la zonificación hidrográfica**

Como subsistema biofísico, la cuenca está constituida por una oferta ambiental en un área delimitada por la línea divisoria de aguas y con características específicas de clima, suelo, bosques, red hidrográfica, usos de suelo, componentes geológicos, etc. Como subsistema económico la cuenca presenta una disponibilidad de recursos que se combinan con diversas técnicas para producir bienes y servicios; es decir, en toda cuenca existen posibilidades de explotación o transformación de recursos. Como subsistema social involucra las comunidades humanas asentadas en su área demográfica, acceso a servicios básicos, estructura organizativa, actividades, entre otros, que necesariamente causa impactos sobre el ambiente natural. También incluye el conjunto de valores culturales tradicionales y creencias de las comunidades asentadas⁵⁴.



A través de la superposición de capas entre el shappe de microcuencas del POMCA del Río Bogota y el área de influencia físico-biótica-paisaje, se definen las unidades mínimas de análisis o cuencas que se traslapan y sobre las cuales se define la caracterización. El Decreto 1640 de 2012, coherente con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico -PNGIRH, plantea la estructura para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos en cuatro (4) niveles:

- **Áreas hidrográficas o macrocuencas:** Corresponden a las cinco (5) macrocuencas o áreas hidrográficas del país (Magdalena-Cauca, Caribe, Orinoco, Amazonas y Pacífico) que son objeto de Planes Estratégicos, instrumentos de planificación ambiental de largo plazo con visión nacional y constituyen el marco de formulación, ajuste, y/o ejecución de los diferentes instrumentos de política, planeación, gestión y seguimiento existentes en cada una de ellas, los Planes Estratégicos se formularán a escala 1: 500.000.
- **Zonas hidrográficas:** Corresponden a las definidas en el mapa de zonificación hidrográfica de Colombia (41), las cuales son el espacio para monitorear el estado del recurso hídrico y el impacto que sobre éste tienen las acciones desarrolladas en el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. El instrumento de planificación de las zonas hidrográficas es el Programa Nacional de Monitoreo Recurso Hídrico.

Bogotá D.C. [consultado 05 de julio de 2023]. Disponible en: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

53 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Op. cit., p.43

54 MINISTERIO DE AMBINETE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Guía Técnica Para la Formulación de Planes De Ordenación y Manejo De Cuenca Hidrográficas. Bogotá D.C. 2014

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 76

- **Subzonas hidrográficas o su nivel subsiguiente:** Corresponde a las cuencas objeto de ordenación y manejo (396), definidas en el mapa de zonificación hidrográfica del IDEAM, en la cuales se formularán e implementarán los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA).
- **Microcuencas y acuíferos:** Corresponde a las cuencas de orden inferior a las subzonas hidrográficas o su nivel subsiguiente que no hagan parte de un POMCA, así como, los acuíferos prioritarios; estos serán objeto de Planes de Manejo Ambiental.

▪ **Variables climáticas**

Dando cumplimiento a la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales⁵⁵, se presentan las condiciones y zonificación climáticas de la unidad mínima de análisis, esto en el marco del desarrollo del estudio de impacto ambiental “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”. Las condiciones meteorológicas constituyen el conjunto de condiciones de la atmósfera, que caracterizan el estado o situación del tiempo atmosférico y su evolución en un lugar dado, por medio del análisis espacio tiempo, se pueden determinar los elementos que lo definen y los factores que lo afectan⁵⁶.

Para realizar el análisis correspondiente, se realizó la recopilación, análisis y tratamiento estadístico de la información histórica registrada en las estaciones meteorológicas operadas por red meteorológica de Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) e Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM), con lo mencionado anteriormente se procede a describir y analizar las condiciones meteorológicas mensuales multianuales, representativas para el área de influencia en un periodo comprendido entre el año 2000 y 2022, los parámetros analizados son los siguientes:

- Temperatura media, máxima y mínima mensual
- Presión Atmosférica
- Precipitación media mensual
- Humedad relativa
- Radiación solar
- Dirección y velocidad del viento

La caracterización climatológica se realiza con la información registrada en las estaciones operadas por el IDEAM y la CAR que están dentro de la unidad mínima de análisis y su entorno regional, para lo cual se seleccionó una ventana cartográfica de 10 km a la redonda de la ellas. En la Tabla 2-34, se presentan el tipo, características, abreviatura y/o sigla de las estaciones del catálogo del IDEAM y la CAR.

55 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Y AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Metodología para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá D.C. 2018.

56 Pabón-Caicedo et al. Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y de la precipitación en Colombia. Bogotá D.C. 2011.





 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	
	CÓDIGO: Cap. 2	VERSIÓN: 00
	PÁG. 77	

Tabla 2-34 Características de las estaciones del IDEAM

Tipo de estación	Abreviatura	Descripción
Pluviográfica	PG	Es aquella que registra en forma mecánica y continua la precipitación, en una gráfica que permite conocer la cantidad, duración, intensidad y periodo en que ha ocurrido la lluvia. Actualmente se utilizan los pluviógrafos de registro diario.
Climatológica Ordinaria	CO	Es aquella en la cual se hacen observaciones de precipitación, temperatura del aire, temperatura máxima y mínima a 2 metros, y humedad primordialmente. Poseen muy poco instrumental registrador. Algunas llevan instrumentos adicionales tales como tanque de evaporación, heliógrafo y anemómetro.
Climatológica principal	CP	Es aquella en la cual se hacen observaciones de precipitación, temperatura del aire, temperaturas máxima y mínima a 2 metros, humedad, viento, radiación, brillo solar, evaporación, temperaturas extremas del tanque de evaporación, cantidad de nubes y fenómenos especiales. Gran parte de estos parámetros se obtienen de instrumentos registradores.
Sinóptica Secundaria	SS	Las observaciones se realizan a horas convenidas internacionalmente y los datos corresponden comúnmente a visibilidad, fenómenos especiales, tiempo atmosférico, nubosidad, estado del suelo, precipitación, temperatura del aire, humedad del aire, presión y viento.
Sinóptica Principal	SP	En este tipo de estación, se efectúan observaciones de los principales elementos meteorológicos en horas convenidas internacionalmente. Los datos se toman horariamente y corresponden a nubosidad, dirección y velocidad de los vientos, presión atmosférica, temperatura del aire, tipo y altura de las nubes, visibilidad, fenómenos especiales, características de humedad, precipitación, temperaturas extremas, capas significativas de nubes, recorrido del viento y secuencia de los fenómenos atmosféricos.
Meteorológica Especial	ME	Estación instalada para realizar seguimiento a un fenómeno o un fin específico, por ejemplo, las heladas.
Limnimétrica	LM	Estación donde se mide el nivel de una corriente hídrica mediante un aparato (mira dividida en centímetros) que mide altura del agua, sin registrarla. Una persona toma el dato y lo registra en una libreta.
Limnigráfica	LG	Estación donde se mide el nivel de una corriente hídrica mediante un aparato registrador de nivel y que grafica una curva llamada limnigrama.
Agrometeorológica	AM	En esta estación, se realizan observaciones meteorológicas y otras observaciones que ayudan a determinar las relaciones entre el clima, por una parte y la vida de las plantas y los animales por la otra. Incluye el mismo programa de observaciones de la estación climatológica principal, más registros de temperatura a varias profundidades (hasta un metro) y en la capa cercana al suelo (0, 10 y 20 cm sobre el suelo).
Pluviométrica	PM	Es una estación meteorológica dotada de un pluviómetro o recipiente que permite medir la cantidad de lluvia caída entre dos observaciones consecutivas.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 78

Tipo de estación	Abreviatura	Descripción
Radiosonda		La estación de radiosonda tiene por finalidad la medición directa de parámetros atmosféricos tales como temperatura del aire, presión atmosférica, humedad relativa y dirección y velocidad del viento en las capas altas de la atmósfera (tropósfera y baja estratósfera), mediante el rastreo, por medios electrónicos, de la trayectoria de un globo meteorológico que asciende libremente y que lleva un dispositivo con los sensores que miden y transmiten la señal con los datos

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales⁵⁷, 2019 y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca⁵⁸, 2023., Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Para la selección de las estaciones sobre las cuales se realiza el análisis climatológico, se emplea la ventana temporal comprendida entre el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2022, con esto le logra tener una serie de datos de 22 años obteniendo una diversidad de combinaciones representativas y al momento de realizar el análisis de eventos extremos de los escenarios de precipitación para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 100 y años se pueden ajustar los datos a cada una de la series y para cada duración⁵⁹. Una vez definida las ventanas espaciales (10 km a la redonda de las unidades mínima de análisis) y temporales (2000-2022) se procede a descartar o no fueron tenidas en cuenta las estaciones que fueron suspendidas o reportaron datos hasta el año 1992, igualmente las estaciones que fueron instalas recientemente (año 2000 en adelante). Para el caso de las estaciones limnimétricas y limnigráficas no se consideraron, debido a que no registran parámetros relacionados con el componente de meteorología.

Una vez se recopila la información disponible de cada una de las entidades mencionadas anteriormente, a través software ArcGis se aplica la metodología de polígonos de Thiessen, para delimitar áreas de influencia de estaciones en las unidades mínima de análisis, este método se desarrolla mediante la creación de figuras geométricas regulares, cuyos límites están formados por las bisectrices perpendiculares a las líneas que unen pluviómetros adyacentes. Esta metodología se basa en ponderar el valor de precipitación de cada estación meteorológica en función del área de influencia. Su precisión se encuentra por encima del método de la media aritmética (en el cual se obtiene un promedio sumando los valores de precipitación de cada estación y se divide en el número de estaciones), pero si existe el caso en el que la distribución espacial de las estaciones cambia, deben construirse nuevamente los polígonos.

Los criterios de selección de las estaciones climatológicas mencionados con anterioridad y como se observa en la Tabla 2-35 se seleccionaron estaciones climatológicas principales y ordinarias debido a la cobertura y calidad de datos en las variables climatológicas evaluadas. Así pues, se buscó seleccionar una red de estaciones capaces de entregar información relevante para la totalidad del territorio que conforma el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva y, entendiendo que este criterio no se limita exactamente a la delimitación del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva,

⁵⁷ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Guía metodológica de la operación estadística variables meteorológicas. Bogotá D.C. 2019.

⁵⁸ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Página principal. [sitio web]. Bogotá D.C. [consultado 05 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.car.gov.co/vercontenido/2524>.

⁵⁹ ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. Guía de prácticas hidrológicas. Ginebra, Suiza. 2011

Tabla 2-35 Estaciones climatológicas consideradas

Código	Nombre	Categoría	Entidad	Altitud (msnm)	Point_x	Point_y
21201630	TABIO GRANJA	PG	IDEAM	2600	4881901	2103190,2
21206260	C.UNIV.AGROP-UDCA	CO	IDEAM	2570	4883639,04	2088332,69
21206690	COL MIGUEL A. CARO	CO	IDEAM	2700	4885704,7	2089935,06
21205890	GUANATA	ME	IDEAM	2550	4883142,85	2097981,75
21205910	LA COSECHA - AUT	CP	IDEAM	2570	4889050,74	2109385,86
2120077	TORCA	PM	CAR	2596	4886036,68	2087469,49
2120159	ALCO	PG	CAR	2603	4888310,9	2107023,48
2120176	SANTA ISABEL	PM	CAR	2729	4881650,41	2110076,14
2120559	APTO GUAIMARAL-USTA	CP	CAR	2603	4883222,01	2087489,12
2120565	TABIO	CP	CAR	2608	4886541,93	2101869,05

PG: Estación Pluviográfica , CO: Estación climatológica Ordinaria ,ME: Estación meteorológica especial ,CP: Estación climatológica principal , PM: Estación Pluviométrica.

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales⁶⁰, 2019 y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca⁶¹, 2023. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Tal como se mencionó líneas arriba, la calidad temporal de los datos evaluados fue de gran prioridad, debido a la necesidad de obtener registros con series de tiempo confiable, y homogeneidad en los registros y lecturas de información. Debido a esto se evaluaron los registros en periodos mensuales multianuales con el fin de obtener valores promedio para cada uno de los meses evaluados y una distribución temporal media característica área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva (en términos climatológicos).

▪ Incertidumbre



Las incertidumbres en los datos empleados para la caracterización hidroclimática provienen de la actividad de registro de variables en campo realizada por instrumentos de medición operados por IDEAM y CAR así mismo, las interpretaciones realizadas por parte del personal encargado del tratamiento de datos⁶². Análisis de consistencia.

El análisis de consistencia de los registros de precipitación y temperatura se realizó a partir de un análisis de doble masa, el cual relaciona la información de las estaciones con información homogénea, es decir, los valores de determinada variable a estudiar que se registran en diferentes puntos de una zona en específico en periodos mensuales, anuales o estacionales, teniendo en cuenta la relación de proporcionalidad que se pueden representar de manera gráfica.

⁶⁰ Ibid., p. 69.

⁶¹ Ibid., p. 69.

⁶² Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Incertidumbre hidrológica en la estimación de caudales ambientales mediante metodologías basadas en series hitoricas. Bogotá D.C, 2011.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 80

▪ **Identificación de datos anómalos**

Los datos anómalos son considerados como datos dudosos que se alejan de la tendencia de la serie de datos analizada al encontrarse distantes o alejados de la varianza, debido a errores de calibración de equipos, error humano durante la medición, cambio en la localización espacial de la estación, y otros. Por ello en la identificación de los outliers para evitar la sobreestimación o subestimación se hace uso del análisis de Box Plot y posterior confirmación con los datos climatológicos de otras estaciones hidrometeorológicas, con el fin de confirmar si corresponde a eventos extremos.

Los diagramas de cajas y bigotes se construyeron es con el fin de determinar la tendencia de los datos para cada mes y posibles datos anómalos. Este método gráfico establece como umbral el segundo y tercer cuartil más o menos 1,50 veces la distancia intercuartílica (Q3-Q1), valores que determinan las patillas del diagrama. Los datos por fuera de este rango pueden entenderse como valores extremos que se alejan de la tendencia general de los registros.

▪ **Imputación de datos**



La imputación de datos consiste en realizar la estimación de datos faltantes o aquellos datos identificados como datos atípicos a través de una técnica informática o estadística, por lo que, de acuerdo con las características de los registros se utiliza el método estadístico de distribución normal para la asignación de registros faltantes.

Este método realiza varias imputaciones de las observaciones faltantes para luego analizar los conjuntos de datos completos y combinar los resultados obtenidos para obtener una estimación final. El análisis de imputación múltiple está dividido en tres secciones: imputación de datos, análisis y puesta en común; en la primera se crea múltiples copias de los conjuntos de datos (m) generando varias iteraciones para la estimación de valores perdidos. En la segunda se realiza el análisis del conjunto de datos completos y finalmente la última sección combina todo en un conjunto simple de resultados.

Para la estimación de la imputación múltiple se utiliza el programa RStudio usando la librería Mice, generando series sintéticas a partir de los valores observados para los parámetros de precipitación y temperatura en cada estación analizada mediante la imputación sencilla, manteniendo los parámetros estadísticos de la muestra original de tal forma que no se altere el comportamiento de las variables.

▪ **Precipitación**

La precipitación se define como el fenómeno atmosférico en el cual el agua cae a la superficie terrestre en diversos estados, los cuales son catalogados como sólido, líquido y vapor (representado éste último en lo que se conoce como punto de rocío). Este parámetro se genera por la influencia de la convergencia intertropical, los sistemas del pacifico y amazonia, las vaguadas de latitudes medias, entre otros factores climáticos como son el viento, la temperatura y la presión atmosférica, adicionalmente, es importante destacar que el agua que cae desde las nubes a la tierra se representa en lluvia, granizo y nieve. Igualmente, esta variable recobra importancia debido a su alta correlación con la

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 81

escorrentía superficial, por tal motivo cumple un papel fundamental en la estimación de la oferta hídrica de las unidades mínimas de análisis⁶³. En este numeral se hace una caracterización de la distribución temporal y espacial que tiene la precipitación diaria, mensual y anual en las unidades mínimas de análisis definidas para la elaboración del estudio de impacto ambiental.

▪ **Temperatura**

La temperatura es un parámetro del estado térmico de la materia, el valor de esta variable depende de la energía cinética media de las moléculas. La medida de temperatura se hace debido a la transferencia de calor entre cuerpos de niveles distintos de energía cinética molecular media. Esta variable se determina como una magnitud física, que caracteriza el movimiento aleatorio medio y presenta una variabilidad en función de la elevación⁶⁴.

En este numeral se hace una caracterización de la distribución temporal y espacial que tiene la temperatura máxima, media y mínima a escala anual y mensual en las unidades mínimas de análisis definidas.

▪ **Presión atmosférica**

La presión atmosférica la define el IDEAM como: “(fuerza por unidad de área) ejercida por la atmósfera sobre cualquier superficie en virtud de su peso. Equivale al peso de una columna de aire de sección transversal unitaria que se extiende desde un nivel dado hasta el límite superior de la atmósfera⁶⁵. Es por esta razón que a grandes altitudes la presión atmosférica es menor que en lugares sobre el nivel del mar en donde la columna de aire es mucho mayor.

Con el objetivo de calcular la presión atmosférica para el área de influencia físico-biótica del proyecto, se empleó la ecuación matemática propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en la cual se tiene en cuenta la altitud de las estaciones meteorológicas evaluadas para el presente estudio ambiental:

$$P = 101,3 \left[\frac{293 - 0,0065 Z}{293} \right]^{5,26}$$

Dónde:



P: Presión atmosférica en KPa.

Z: Elevación sobre el nivel del mar en m.

⁶³ JIMENEZ TORRES, Abraham David. Cargas de granizo en Colombia [en línea]. Trabajo de investigación. Bogotá D.C. Universidad de los Andes. Facultad de ingeniería. 2007. 4p. [consultado: 19 de julio de 2023]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/25992/u287862.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁶⁴ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Glosario Meteorológico. Bogotá D.C. 2019

⁶⁵ Ibid., p. 72.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 82

▪ **Dirección y velocidad del viento**

Colombia se encuentra próximo al Ecuador, por lo que la fuerza de Coriolis que influencia de manera importante el viento, se hace muy pequeña. Por esta razón en el país el viento se ve fuertemente influenciado por las características locales como la geografía.

La velocidad del viento se refiere a la velocidad que alcanza esta variable medida a una altura de 10,00 m, de acuerdo con la norma establecida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Dada las características del viento, el vector velocidad varía continuamente, ya que dependen de diferentes factores, como la radiación solar, posición de los anticiclones (variaciones estacionales), los efectos del calentamiento diurno nocturno, la proximidad del mar o las condiciones orográficas⁶⁶.

▪ **Humedad relativa**

La humedad relativa es el porcentaje de humedad que contiene el aire con respecto al total que es capaz de contener como función de su temperatura y su presión. Se expresa en unidades enteras que van de cero (0) hasta el 100%.” Los valores de humedad relativa dependen de la temperatura⁶⁷. La saturación del aire depende del equilibrio entre los estados líquido y gaseoso del agua. En saturación, la humedad relativa es 100%. La sobresaturación ocurre cuando la humedad relativa supera el 100%, de esta forma el vapor de agua se condensará o congelará para formar gotas de agua líquida.

La relación humedad relativa y temperatura es inversa, es decir, cuando la temperatura aumenta, la capacidad del aire para retener vapor de agua aumenta y la humedad relativa disminuye, mientras que cuando la temperatura disminuye, la capacidad de retención decrece y la humedad relativa aumenta; adicionalmente la relación humedad relativa y precipitación es directa, dado que en los meses de mayores precipitaciones se presentan las mayores humedades relativas dependiendo del régimen pluviométrico. La evaluación del comportamiento de la humedad relativa para el área del proyecto se realiza teniendo en cuenta los valores máximos, medios y mínimos.

▪ **Radiación solar**



La radiación solar es la energía emitida por el sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima. La energía procedente del Sol es radiación electromagnética proporcionada por las reacciones del hidrogeno en el núcleo del Sol por fusión nuclear y emitida por la superficie solar⁶⁸.

En consecuencia, la radiación solar se calculó a partir de la propuesta por Masson (1966) que especifica la relación entre la radiación solar sobre una superficie horizontal (en

⁶⁶ Ibid., p. 72.

⁶⁷ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Formato Común de Hoja Metodológica de Indicadores Ambientales Humedad Relativa. Bogotá D.C. 2005

⁶⁸ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Página principal. [sitio web]. Bogotá D.C. [consultado 05 de julio de 2023]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta#:~:text=La%20radiaci%C3%B3n%20solar%20es%20la%20energ%C3%ADa%20emitida%20por,din%C3%A1mica%20de%20los%20procesos%20atmosf%C3%A9ricos%20y%20el%20clima.>

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 83

langleys por día) y el número de horas de brillo solar (n), como se observa en la siguiente expresión⁶⁹:

$$H = 60 + (1406.2 n^2 + 7426.6 n)^{1/2}$$

Donde:

H= Radiación solar (langleys/día)

n= Número de horas del brillo solar por día

▪ Evaporación

La evaporación es el proceso físico por el cual el agua de una superficie húmeda, o de una superficie de agua libre, es introducida en el aire en forma de vapor a una temperatura por debajo del punto de ebullición. El índice de evaporación se define como la cantidad de agua perdida por una unidad de superficie en una unidad de tiempo, se mide en milímetros (mm) de agua evaporada⁷⁰.

▪ Zonificación climática

En este capítulo se determina la clasificación climática de las unidades mínimas de análisis, a través de la implementación de la metodología propuesta por Schaufelberger (1962), en la cual propuso unificar e implementar sistemas de clasificación por medio del modelo climático de Caldas y el modelo de Lang al que finalmente denominó Clasificación climática según Caldas – Lang, esta metodología se basa en los valores de temperatura con respecto a su variación altitudinal y la relación entre la precipitación y la temperatura.

✓ Clasificación Caldas

Esta clasificación se basa en las observaciones y conclusiones realizadas por Francisco José de Caldas, consistentes en la recopilación de una serie de datos con respecto a la altura sobre el nivel del mar y su influencia en la variación de la temperatura, los límites definidos para los pisos térmicos definidos por Caldas se ajustan a la modificación hecha por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi⁷¹, en la cual se establece para la montaña colombiana cuatro franjas altitudinales de categorías: frío, muy frío, extremadamente frío y nival, a estas franjas altitudinales les corresponde un rango de temperaturas del aire (ver Tabla 2-36).



Tabla 2-36 Clasificación Caldas

Piso térmico	Rango de elevación	Temperatura del aire (°C)	Temperatura del suelo (°C)	Régimen térmico del suelo
Cálido	0 a 800	>24	Mayor a 22	Isohipertérmico
Templado	800 a 1800	18 a 24	15 a 22	Isotérmico
Frío	1800 a 2800	12 a 18	8 a 15	Isomésico
Muy Frío	2800 a 3700	8 a 12	0 a 8	Isofrígido

⁶⁹ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Unidad de Planeación Minero-Energética. Atlas de radiación solar de Colombia. Bogotá D.C. 2005.

⁷⁰ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo. Bogotá D.C. 2007.

⁷¹ CASTRO MÉNDEZ, Carlos Enrique et al. Perspectiva Geográfica. Modelo climático de los páramos de la Cordillera Oriental colombiana aplicado a regímenes de temperatura del suelo. Bogotá D.C.2016

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 84

Piso térmico	Rango de elevación	Temperatura del aire (°C)	Temperatura del suelo (°C)	Régimen térmico del suelo
Extremadamente frío	3700 a 4200	4 a 8		
Subnival	4200 a 4700	0 a 4		
Nival	> 4700	<0	<0	Cryico

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi⁷², 2021. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Para la clasificación de Caldas se tiene como variables de entrada las isotermas generadas a partir de la temperatura media anual multianual (Raster) y el modelo digital de elevación (Raster).

Clasificación Lang

A partir de los registros de precipitación media anual (acumulada) expresada en milímetros, se establecieron siete (7) categorías, expresados de la siguiente manera (ver Tabla 2-37).

Tabla 2-37 Clasificación Lang

Precipitación (mm)	Clase de clima
< 250	Árido
250-500	Semiárido
500-1000	Muy seco
1000-2000	Seco
2000-4000	Húmedo
4000-8000	Muy húmedo
>8000	Pluvial

Fuente: Cipagauta Méndez, et al⁷³, 2020. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

La clasificación climática de Lang como de Caldas se realiza mediante la ayuda del software ArcGIS. Una vez estructurada la información se pueden realizar consultas y asociaciones de datos alfanúmericos para tener información gráfica de interés utilizando la herramienta de análisis espacial.

✓ Clasificación Caldas – Lang

Los archivos Raster de las clasificaciones realizadas anteriormente fueron reclasificados y convertidos en vector para poder hacer una intersección y obtener un nuevo vector con el valor final que representa cada categoría de zonificación climática según la adaptación de la ANLA para Caldas-Lang, la cual cuenta con 30 categorías en total para su estructura de la GDB, como se muestra la Tabla 2-38.

Tabla 2-38 Clasificación Caldas- Lang

Tipo climático	Símbolo
Cálido árido	Z
Cálido semiárido	Y
Cálido muy seco	X
Cálido seco	V

⁷² INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Zonificación climática para levantamiento de suelos. Bogotá D.C.2021

⁷³ CIPAGAUTA MÉNDEZ, ET AL. Desarrollo del plugin zonoclim en QGIS para calcular mapas de zonificación climática y diligenciar su tabla de atributos según el modelo de datos establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Bogotá D.C.2021

Tipo climático	Símbolo
Cálido húmedo	V1
Cálido muy húmedo	U
Cálido pluvial	T
Templado muy seco	S
Templado seco	R
Templado húmedo	Q
Templado muy húmedo	P
Templado pluvial	O
Frío muy seco	N
Frío seco	M
Frío húmedo	L
Frío muy húmedo	K
Frío pluvial	J
Muy frío muy seco	I1
Muy frío seco	I
Muy frío húmedo	H
Muy frío muy húmedo	G
Muy frío pluvial	F
Extremadamente frío muy seco	F1
Extremadamente frío seco	F2
Extremadamente frío húmedo	E
Extremadamente frío muy húmedo	E1
Extremadamente frío pluvial	D
Nival muy seco	A
Nival seco	A1
Nival húmedo	A2


Fuente: Cipagauta Méndez, et al⁷⁴, 2020. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Una vez establecida la clasificación Lang y la clasificación Caldas, se realiza la clasificación CALDAS – LANG por medio de la herramienta Unión, proporcionada por el Software ArcGIS. Al resultado de esta unión se le debe incluir la información de la clasificación establecida por Schaufelberguer donde se establece la unión entre la clasificación de caldas y la clasificación de Lang, dando así por terminada la clasificación Caldas – Lang

▪ Balance hídrico

Claro, 1991, en su documento “Balance Hídrico” publicado por la sección web de documentación del IDEAM, define el balance hídrico como “...la formulación matemática de la ley de la conservación de materia. aplicada al agua en un sistema dado. El sistema Puede

⁷⁴ Ibid., p. 76.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 86

ser de cualquier tamaño.”.

Así pues Calro, 1991 también indica que “El balance hídrico especifica que el total de agua que penetra a un sistema debe ser igual al agua que sale de él, más la diferencia entre los contenidos final e inicial: es decir. ingreso = egreso + saldo. La anterior afirmación se traduce en la siguiente ecuación para el cálculo del balance hídrico.

$$P = ET + E + I$$

Donde:

P: Precipitación. Parámetro obtenido de estaciones climatológicas que cuenten con mediciones prolongadas de este (superior a 15 años). Con series de tiempo mensuales

ET: Evapotranspiración expresada en (mm/unidad de tiempo). Es la suma de la evaporación directa de agua desde la superficie del terreno y/o desde los poros y grietas del mismo, más la transpiración de las plantas. La máxima profundidad de alcance de las plantas es la longitud de las raíces.

E: Escorrentía expresada en (mm/unidad de tiempo). En general la mayor parte está en forma canalizada (ríos y arroyos) y se mide en estaciones de aforo construidas especialmente para ello en los cauces.



I: Infiltración del terreno, expresada en (mm/unidad de tiempo). Parte de esta puede descargar de nuevo a la superficie del terreno (cauces, laderas) tras un tiempo de permanencia más o menos corto, y otra parte se incorporará finalmente a la zona saturada, convirtiéndose en recarga efectiva al acuífero (R). I y R se calculan tanto mediante métodos experimentales como numéricos.

Finalmente, Claro, 1991 en su documento aclara que de este balance se derivan índices como los excesos y déficits, que se utilizan para la clasificación climática según Thornthwaite, además el coeficiente R, el cual determina los Periodos de crecimiento considerando que las décadas o meses con $R > 0.60$ son aptos para el desarrollo de los cultivos.

▪ **Análisis morfométrico de la cuenca**

Las características morfométricas, permiten describir el comportamiento del caudal y de las crecidas dentro de la cuenca, estas se componen de rasgos morfológicos y geomorfológicos propios que sometidos a ecuaciones puede caracterizar cuantitativa y cualitativamente la cuenca hidrográfica de estudio; además, estos resultan estar relacionados con el régimen hidrológico de una cuenca en todas sus escalas, como consecuencia de numerosos factores, entre los que predomina el clima y la forma del terreno dentro de la cuenca.

De la misma forma, el sistema de drenaje o sistema fluvial de una cuenca hidrográfica responde en forma dinámica a un conjunto de factores ambientales que determinan su régimen fluvial, los cuales corresponden a variables independientes (geología, clima, relieve, uso del suelo, permeabilidad, etc.), para controlar variables dependientes (caudal líquido, carga de sedimentos y pendiente del cauce); estas últimas determinan a su vez las características morfológicas de los cauces. A medida que se aumenta el caudal, las

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 87

corrientes aumentan su longitud de onda. De esta manera, el caudal determina la magnitud de la morfología de los cauces, es por esto por lo que, en este estudio se presenta el análisis de área, longitud de corriente principal, el perímetro, la densidad de drenaje, el patrón de drenaje, el coeficiente de compacidad, la sinuosidad, el relieve, las pendientes y tiempo de concentración, parámetros fundamentales para documentar la analogía y establecer relaciones hidrológicas morfométricas. Éstos se expresan en términos numéricos y valores medios característicos de paisajes. Para el análisis morfométrico de la cuenca que es objeto de interés en el EIA, se desarrollaron las etapas que se muestran a continuación:

✓ Área de drenaje

El área de la cuenca es probablemente la característica física y geomorfológica más importante en el análisis hidrológico de la misma. Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido-directa o indirectamente a un mismo cauce natural⁷⁵. Se obtiene automáticamente a partir de la digitalización y vectorización de las cuencas en el SIG/ArcInfo (ArcGIS), con base a la línea divisoria (Se señala línea divisoria, a la delimitación de la cuenca hidrográfica).

Las cuencas hidrográficas pueden ser clasificadas usando su área como parámetro, de acuerdo con la clasificación dada por el IDEAM, tal y como a continuación se aprecia en la Tabla 2-39.

Tabla 2-39 Clasificación del tamaño de las cuencas

Área (km ²)	Clasificación de la cuenca
> 50000	Grande
1000 - 50000	Mediana
10 - 1000	Pequeña
< 10	Microcuenca

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible⁷⁶, 2014 Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

✓ Perímetro

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea divisoria de la cuenca es un parámetro importante, pues en conexión con el área de la cuenca pueden inferirse diferentes generalidades acerca de la misma como su forma, su longitud superficial o diferentes índices que pueden llegar a ser necesarios para su clasificación⁷⁷.


✓ Longitud de la cuenca

La longitud axial de una cuenca es entendida como la distancia desde el punto de concentración hasta el punto más lejano y elevado dentro de la misma, este debe ser

⁷⁵ GLOBAL WATER PARTNERSHIP. Cartilla técnica: ¿Qué es cuenca hidrológica? Sociedad Geográfica de Lima. Lima, Perú. 2011.

⁷⁶ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas Pomcas. Bogotá D.C. 2014.

⁷⁷ Ibid., p. 62.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 88

medido sobre el eje del cauce principal y en línea recta⁷⁸.

✓ Ancho de cuenca

Este es un parámetro de suma importancia porque permite tener una idea de la forma es decir de la morfometría de la cuenca. El ancho máximo de la cuenca se define como la distancia medida perpendicularmente a la longitud axial que posea la mayor magnitud dentro de la cuenca⁷⁹.

✓ Factor forma

Como su nombre lo indica el factor de forma permite clasificar las cuencas según la forma de su superficie. En la medida que el coeficiente de forma de una cuenca determinada sea más bajo, estará menos sujeta a crecientes que otra del mismo tamaño (Área) pero con mayor coeficiente de forma.

El factor de forma de Horton se define como la relación entre el área de la cuenca y la longitud de esta al cuadrado, determinando que tan alargada puede ser una cuenca. Lo cual indica que un mayor factor de forma aumenta la susceptibilidad ante crecientes en una misma área.

$$Kf (km) = \frac{\text{Ancho de la cuenca Km}}{\text{Longitud axial km}}$$

Para interpretar el coeficiente, si $0.01 < Kf < 0.18$ se dice que la cuenca es muy poco achatada, si $0.18 < Kf < 0.36$ la cuenca es ligeramente achatada, y si $0.36 < Kf < 0.54$ se dice que la cuenca es moderadamente achatada. Cuencas con valores bajos del factor de forma están menos relacionados con crecientes que otra del mismo tamaño, pero con mayor factor de forma⁸⁰. Coeficiente de compacidad.

El coeficiente de compacidad fue propuesto por Gravelius y compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. Se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas o divisoria que la encierra y el perímetro de la circunferencia. Este coeficiente adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de uno para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua. Se encuentra expresado por la siguiente ecuación:

⁷⁸ UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Datateca Unad. [sitio web]. Bogotá D.C.[consultado 05 de julio de 2023]. Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30172/MODULO%20HIDROLOGIA/leccin_14_caracteristicas_del_rea_de_captacin.html

⁷⁹ UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN. ACTUALIZACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA CUERVOS, EN EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL, ANTIOQUIA. MEDELLIN. 2006

⁸⁰ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Actualización POMCA Rio Bogotá - Caracterización Física.Bogotá D.C.2017.

$$K_c = \frac{\text{Perímetro (Km)}}{2\sqrt{\pi * \text{Área de la cuenca (Km}^2\text{)}}}$$

✓ Índice de asimetría

El índice de asimetría corresponde a un indicativo de la sensibilidad que ha tenido la cuenca ante actividad tectónica generando afectación en el patrón de drenaje. Se estima como la relación entre las áreas de las vertientes que se encuentran a derecha (*ADer*) y a izquierda (*AIzq*) del cauce principal⁸¹.

$$Af = \frac{\text{Área derecha (Km}^2\text{)}}{\text{Área izquierda (Km}^2\text{)}}$$

Valores cercanos a la unidad en el índice de asimetría representan una distribución uniforme del cauce principal y una menor influencia de la actividad tectónica en la cuenca. Para valores > 1.0 indica que el cauce principal está recargado hacia la izquierda y valores < 1.0 corresponde a que el cauce se encuentra recargado hacia la derecha.

Índice de alargamiento

Este índice, propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima de la cuenca con su ancho máximo medido perpendicularmente a la dimensión anterior. Cuando el índice de alargamiento toma valores mayores a la unidad, se trata seguramente de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto. (Ver Tabla 2-40)

Tabla 2-40 Características de las cuencas de acuerdo con el índice de alargamiento

Rangos	Clasificación de la cuenca
< 1,4	Poco alargada
1,5 – 2,8	Moderadamente Alargada
2,9 – 4,2	Alargada
>4,2	Muy Alargada

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible⁸², 2014 Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Para determinar el índice de alargamiento es necesario emplear la siguiente fórmula:

$$Ia = \frac{\text{Long. Axial}}{\text{Ancho Máximo}}$$

El índice de alargamiento define la relación entre la longitud del cauce principal y el ancho máximo de la cuenca, determinando si la cuenca es alargada (valores mayores a 1), o por el contrario es achatada (valores menores a 1).

⁸¹ *Ibíd.*, p. 64.

⁸² Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas Pomcas. Bogotá D.C. 2014.

✓ **Densidad de drenaje (d)**

Esta característica de las cuencas se define por la relación entre la sumatoria de las longitudes de todos los drenajes dentro de la misma ($\sum L_C$), y el área total de la cuenca (A_T), tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$d = \frac{\sum L_C}{A_T}$$

Tabla 2-41 Clasificación de la densidad de drenaje

Densidad de drenaje (Km/Km²)	Interpretación
Cercano a 0,5	Cuenca pobremente drenada
0,5 – 3,5	Bien drenada
> 3,5	Red de drenaje eficiente

Fuente: Jimenez Escobar⁸³, 1986. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

✓ **Longitud del cauce principal**

Esta fue determinada como la distancia media que existe entre el punto más lejano de la cuenca y el sitio en el cual se ubican las obras y/o áreas de intervención. En el caso contrario de no estar asociada al área de intervención, se toma como segunda referencia su desembocadura.

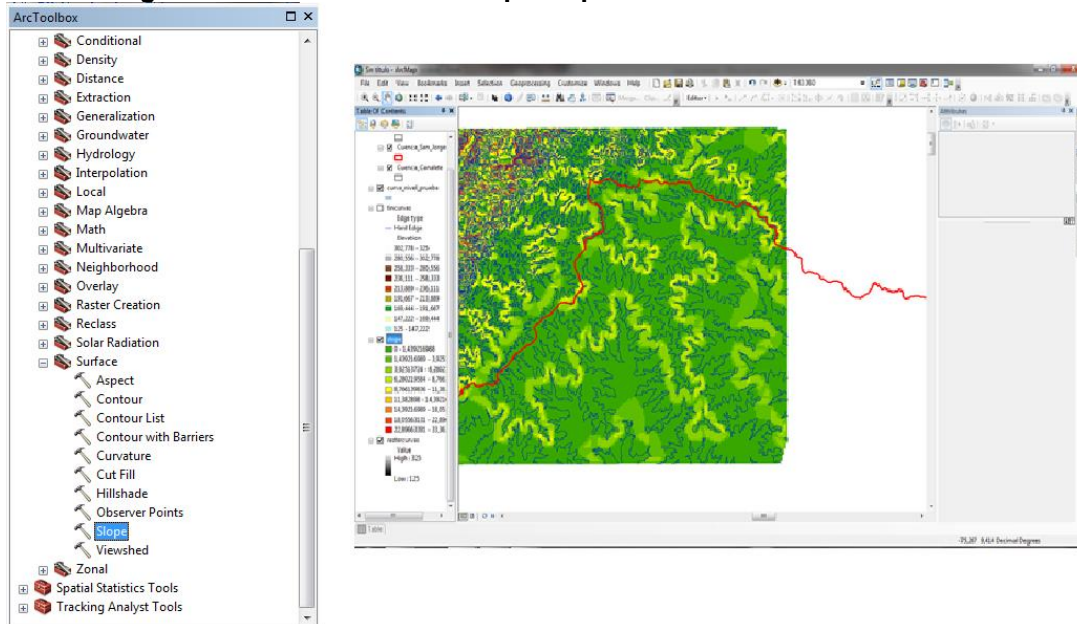
✓ **Pendiente media**

La pendiente es la variación de la inclinación de una cuenca; su determinación es importante para definir el comportamiento de la cuenca respecto al desplazamiento de las capas de suelo (erosión o sedimentación) puesto que, en zonas de altas pendientes, se presentan con mayor frecuencia los problemas de erosión mientras que en regiones planas aparecen principalmente problemas de drenaje y sedimentación.

A partir de la información topográfica del terreno (DEM con resolución de 12,5*12,5 m), se estimó la pendiente media de la cuenca que se intercepta con el área de influencia, mediante herramienta SLOPE del software ARCGIS (ver Figura 2-16), en este paso puede definirse el sistema de clasificación en porcentaje.

⁸³ JIMENEZ ESCOBAR, Henry. Hidrología básica [en línea]. 2 ed. Colombia: Universidad del Valle. [consultado el 19 de julio de 2023]. Disponible en: <https://dokumen.tips/engineering/hidrologia-basica-by-henry-jimenez-escobar.html?page=241>

Figura 2-16 Realización del mapa de pendientes herramienta SLOPE



Fuente: Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Finalmente, se realizó una clasificación por rangos donde se tuvo en cuenta la forma del relieve y las pendientes de la superficie. Para este caso en particular se empleó la pendiente medida la pendiente en porcentaje de acuerdo con los criterios y categorías establecidas por el IGAC⁸⁴, las cuales se definen de la siguiente manera:

- Ligeramente plano: Tierra a nivel con pendientes menores con rango (0-3%)
- Ligeramente inclinado: Tierras poco inclinadas (3-7%)
- Moderadamente inclinada: Tierras con ligera inclinación (7-12%)
- Fuertemente ondulado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables con lomos ligeramente planos o redondeados a alturas aproximadamente similares y pendientes cortas, entre (12-25%)
- Ligeramente escarpada: Tierras con diferentes formas, inclinaciones y longitud de pendientes, las cuales pueden ser cortas o largas con lomos redondeados, afilados, o ambos, con pendientes de 25-50%.
- Moderadamente escarpada: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes, con pendientes entre 50-75%.
- Fuertemente escarpada: Tierra con pendientes largas y diferencias apreciables de nivel con pendientes mayores del 75%.

✓ Índice de sinuosidad (Ss)

El índice de sinuosidad surge a partir de clasificar los cauces principales de las cuencas hidrográficas de interés, y consta de establecer una relación entre la longitud del cauce

⁸⁴ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Metodología para la clasificación de la tierras por su capacidad de uso. Bogotá D.C.2014

principal medida a lo largo del mismo (L_c) y la longitud del valle principal medida en línea curva o recta (L_r)⁸⁵

$$S_s = \frac{L_c}{L_r}$$

En la Tabla 2-42 se presenta la clasificación del Índice de Sinuosidad⁸⁶.

Tabla 2-42 Índice de sinuosidad (S_s) - Leopold

Índice de Sinuosidad	Clasificación
1,0	Recto
> 1,5	Sinuoso

Fuente: Jimenez Escobar⁸⁷, 1986. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Adicional a la clasificación del Índice de Sinuosidad de Leopold et al., (1995)⁸⁸, se tuvieron en cuenta también las clasificaciones de Schumm (1956) y Morisawa (1985)⁸⁹, pues estos autores presentan un Índice de Sinuosidad de una manera más disgregada (ver Tabla 2-43 y Tabla 2-44).

Tabla 2-43 Índice de sinuosidad (S_s) – Schumm

Índice de Sinuosidad	Clasificación
1 – 1,2	Canal rectilíneo
1,2 – 1,5	Canal transicional
1,5 – 1,7	Canal regular
1,7 – 2,1	Canal irregular
> 2,1	Canal tortuoso

Fuente: Jimenez Escobar⁹⁰, 1986. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Tabla 2-44 Índice de sinuosidad (S_s) – Morisawa

Índice de Sinuosidad	Clasificación
< 1,05	Canal rectilíneo
1,05 – 1,50	Canal sinuoso
1,5 – 1,8	Canal meandrizado
1,8 – 2	Canal entrelazado
> 2	Canal anastomosado

Fuente: Jimenez Escobar⁹¹, 1986. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

✓ Tiempo de concentración (T_c)

El tiempo de concentración es definido como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre⁹². Está determinado por el tiempo que

⁸⁵ Ibíd., p. 88.

⁸⁶ Ibíd., p. 88.

⁸⁷ Ibíd., p. 88.



⁸⁸ Ibíd., p. 88.

⁸⁹ Ibíd., p. 88.

⁹⁰ Ibíd., p. 88.

⁹¹ Ibíd., p. 88.

⁹² Ibañez, A et al. Métodos para la determinación del tiempo de concentración (t_c) en un cuenca hidrográfica. Valencia. 2011.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 93

tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante, al tiempo que máximo; el punto hidrológicamente más alejado es aquél desde el que el agua de escorrentía emplea más tiempo en llegar a la salida.

En consecuencia, se establecen diferentes metodologías de cálculo de este parámetro, de las cuales en el presente estudio se incluyeron las establecidas por Kirpich, Temez, Cuerpo de ingenieros, Williams, SCS-Ranser, Ventura-Heras, California Culverts Practice, Clark, Bransby-Williams y Pilgrim y McDermott⁹³. A continuación, se presentan las ecuaciones utilizadas para cada cálculo efectuado:

Kirpich

$$Tc = 0.066 * \left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$$

Donde

Tc: tiempo de concentración (h)

L: longitud cauce principal (Km)

S: diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente (%)

Temez

$$Tc = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.75}$$

Donde

Tc: tiempo de concentración (h)

L: longitud cauce principal (Km)

S: diferencia de cotas sobre la longitud (%)

Cuerpo de ingenieros

$$Tc = 0.28 * \left(\frac{L}{S^{\frac{1}{4}}}\right)^{0.76}$$

Donde

Tc: tiempo de concentración (h)

L: longitud cauce principal (m)

S: diferencia de cotas sobre la longitud (%)

Williams



$$Tc = \left(\frac{L * A^{0.4}}{D * S^{0.2}}\right)$$

Donde

Tc: tiempo de concentración (h)

A: área de la cuenca (Km²)

⁹³ Ibid., p. 93.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 94

L: longitud cauce principal (m)
S: diferencia de cotas sobre la longitud (%)
d: diámetro de la cuenca circular (Km²)

SCS-Ranser

$$T_c = 0.97 * \left(\frac{L^3}{H^{0.2}} \right)$$

Donde
Tc: tiempo de concentración (h)
L: longitud cauce principal (m)
S: diferencia de cotas sobre la longitud (%)

Ventura-Heras

$$T_c = \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right) * \left(\frac{S^{0.5}}{i} \right)$$

Donde
Tc: tiempo de concentración (h)
L: longitud cauce principal (Km)
S: área de la cuenca (Km²)
I: pendiente media del cauce principal (%)

California Culverts Practice

$$T_c = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde
Tc: tiempo de concentración (h)
L: longitud cauce principal (m)
H: diferencia de nivel entre la divisorio de aguas y la salida (m)

Clark



$$T_c = 0.335 * \left(\frac{A}{S^{0.5}} \right)^{0.593}$$

Donde
Tc: tiempo de concentración (h)
A: área de la cuenca (Km²)
S: diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente (%)

Bransby-Williams

$$T_c = 14.6 * L * A^{-0.1} * S^{-0.385}$$

Donde
Tc: tiempo de concentración (h)
L: longitud cauce principal (m)

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 95

A: área de la cuenca (Km²)

S: diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente (%)

Pilgrim y McDermott

$$Tc = 0.0078 * A^{0.38}$$

Donde

Tc: tiempo de concentración (h)

A: área de la cuenca (Km²)

▪ **Análisis de eventos macroclimáticos**

Una vez se tuvieron lo más completadas, consistentes y homogéneas las series de precipitación y temperatura antes mencionadas, se buscó información relacionada con los Índices de Oscilación del Sur y el Oceánico del El Niño (SOI y ONI, respectivamente) de la plataforma de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América (NOOA, por sus siglas en inglés), esto para realizarse el análisis de la influencia del fenómeno Oscilación del Sur El Niño (ENSO). Con estos índices se calculó una correlación mediante el coeficiente de Pearson, con las anomalías de precipitación y temperatura, a partir de la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{[\sum x_i^2 - n \bar{x}^2][\sum y_i^2 - n \bar{y}^2]}}$$

Dónde (x, y) hace referencia al par de variables que se quieren correlacionar, y n representa el número de datos. Bajo esta metodología, si el coeficiente tiende a -1 es porque hay una correlación lineal negativa perfecta; si tiende a 1, es porque hay una correlación lineal positiva perfecta; finalmente, si este coeficiente tiene a cero (0), es porque no existe correlación alguna.



▪ **Generación de series sintéticas**

Las series sintéticas más representativas para las cuencas se generaron a partir de los datos de precipitación, y temperatura máxima y mínima, esto teniendo en cuenta la influencia de las estaciones meteorológicas según el método de los Polígonos de Thiessen. De esta manera se obtuvieron series únicas, completas, y con una gran representatividad para las cuencas del área de estudio, y cuyos resultados se usaron como datos de entrada para el cálculo de los parámetros que se listan posterior al presente ítem.

▪ **Balance hídrico**

En el marco del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”, se realizó un balance hídrico de la cuenca a nivel mensual multianual, esto a partir de las ecuaciones de Evapotranspiración Potencial y Evapotranspiración Real (ETP y ETR, respectivamente).

La Evapotranspiración se calculó el método de Thornwaite, de la siguiente forma, a partir de la ETP y ETR:

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 96

- Se calculó índice de calor de Thorthwaite mensual (i):

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

- Se halló la Evapotranspiración Potencial Anual (I):

$$I = \sum_{i=1}^{12} i$$

- Con la Evapotranspiración Potencial Anual (I), se estimó la ETP sin corregir, tomando en consideración que un mes está compuesto de 30 días, y cada día de 12 horas de sol:

$$ETP_{Sin\ Corregir} = 16 * \left(\frac{10 * t}{I}\right)^{\alpha}$$

- Respecto a la anterior ecuación, el valor de α se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$\alpha = 675 * 10^{-9} * I^3 - 771 * 10^{-7} * I^2 + 1792 * 10^{-5} * I + 0,49239$$

- Una vez se llegó a este punto, se calculó la ETP corregida, para la cual se tuvo en consideración el número de días de cada mes (d) y las horas teóricas de sol (N):

$$ETP = ETP_{Sin\ Corregir} * \frac{N}{12} * \frac{d}{30}$$

- A partir de la ETP, se calculó la ETR a partir de la ecuación de Bundyko:

$$ETR = \left[ETP * P * \tanh\left(\frac{P}{ETP}\right) \left(1 - \cosh\left(\frac{P}{ETP}\right) + \sinh\left(\frac{ETP}{P}\right)\right) \right]^{1/2}$$

- De acuerdo con el procedimiento mencionado, se debía cumplir que $ETR \leq ETP$.
- Finalmente, una vez desarrollado el proceso, se graficó el balance hídrico para el área de estudio.

▪ Estimación de caudales

La estimación de caudales se realizó a partir de la información de las cuencas que contaban con algún instrumento, siendo para el presente Estudio de Impacto Ambiental el POMCA del Río Bogotá (2019), obteniendo de allí los datos de caudales medios diarios.

En primer lugar, fue necesario delimitar la cuenca a partir de su punto de medición, para posteriormente aplicar modelo de lluvia-escurrentía, el cual tuvo su debido proceso de calibración y de análisis de sensibilidad e incertidumbre. Es importante resaltar, que los parámetros de calibración fueron extrapolados a las cuencas no instrumentadas para la

estimación de sus caudales.

Seguidamente, para cada cuenca presente en el área de estudio para el componente hidrológico, se realizó el debido cálculo de los caudales medios diarios, medios máximos y medios mínimos mensuales multianuales, como se describe a continuación:

– **Curva de duración de caudales (CDC)**

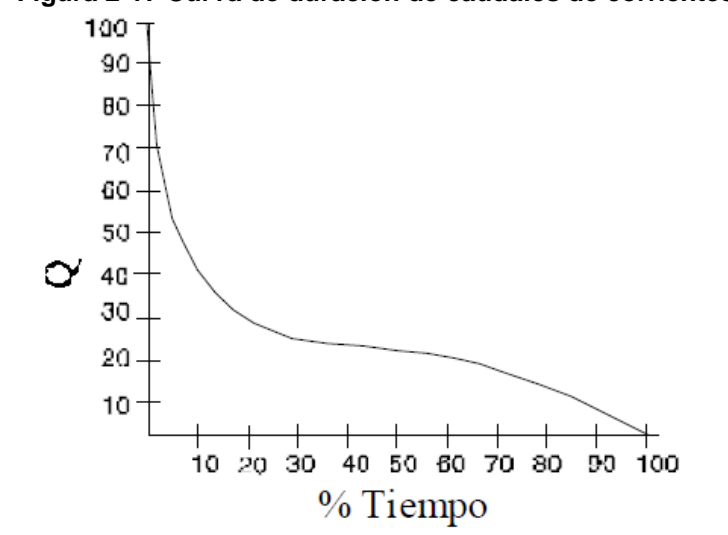
La Curva de Duración de Caudales (CDC) es utilizada para realizar un análisis de frecuencia de caudales, y cuya gráfica representa la frecuencia acumulada de ocurrencia de un caudal determinado. Esta gráfica está comprendida por el caudal “Q” en el eje Y, versus el número de días del año (expresado en porcentaje de tiempo) en que el caudal “Q” es excedido o igualado, en el eje X. La ordenada “Q” para los porcentajes de probabilidad, representa la magnitud del flujo en un año promedio, que espera que sea excedido un porcentaje “P” del tiempo.

Es importante resaltar que la información de caudal medio anual, mensual o diario, se puede usar para construir la misma gráfica. Para realizar esta curva, los caudales se deben disponer en orden descendente, usando intervalos de clase si el número de valores es muy grande. En adición, si “N” representa el número de datos, la probabilidad de excedencia “P” de cualquier caudal (o valor de clase) “Q” está definida a partir de la siguiente ecuación (“m” hace referencia al número de veces el caudal en ese tiempo):



$$P = N/m$$

Finalmente, una vez graficado el caudal respecto al porcentaje de tiempo que este es excedido o igualado, el resultado es como el siguiente (ver Figura 2-17):

Figura 2-17 Curva de duración de caudales de corrientes



Fuente: INGEDISA S.A, 2023.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 98

▪ **Caudales máximos**

Debido a que los valores de caudales máximos y de precipitación siguen una distribución probabilística, en una serie de datos de una estación hidrológica es indispensable resumir esta información en elementos sintéticos que caractericen la estación desde el enfoque que se requiera. Es importante resaltar que una serie de precipitación o de caudales máximos puede ser ajustada a una distribución de probabilidad (la información de caudales máximos anuales de cada estación fue procesada y ajustada a este tipo de funciones).

Por la necesidad de saber qué tipo de distribución seguía la variable de “caudales máximos multianuales”, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para las distribuciones Extremo Tipo I – Gumbel, Normal, Pearson Tipo III, Log Pearson Tipo III y Log normal. Para el test de Kolmogorov-Smirnov, se definieron las siguientes hipótesis nulas y alternativas:

H_0 : Los datos siguen la distribución especificada

H_a : Los datos no siguen la distribución especificada

Definiéndose la estadística de la evaluación e la siguiente forma:

$$D = \max_{1 \leq i \leq N} \left(F(Y_i) - \frac{i-1}{N}, \frac{i}{N} - F(Y_i) \right)$$

Respecto a la anterior ecuación, “F” representa la distribución continua que está siendo evaluada. La hipótesis nula es rechazada si el estadístico “D” es mayor que el valor crítico obtenido.

▪ **Caudales mínimos**

Para este ítem, con las series sintéticas de caudales transpuestos a la cuenca de estudio, se presentaron los caudales mínimos mensuales multianuales, junto con su ajuste de probabilidad.

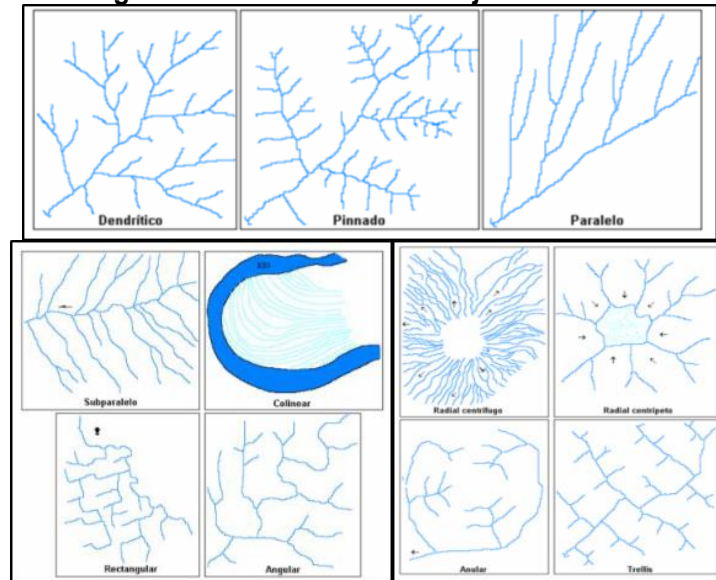
▪ **Patrón de drenaje y dinámica fluvial**

Los patrones de drenaje están determinados a partir de los materiales subyacentes las vías de drenajes permanentes y temporales, y las cuales ayudan a evacuar las aguas superficiales de una cuenca. Estos patrones de drenaje dependen el relieve, distribución de la vegetación, y las condiciones estructurales de la zona (Londoño, 2001).

Los patrones de drenaje, por lo general, se agrupan en las siguientes cuatro (4) categorías:

1. Patrón de Drenaje Erosional: Estos se caracterizan por ocasionar procesos de erosión en la cuenca, encontrándose en este grupo los drenajes de tipo dendrítico, pinnado, paralelo, subparalelo, radial, anular, trellis, rectangular y angular. En la Figura 2-18 se presentan los esquemas de los patrones mencionados.

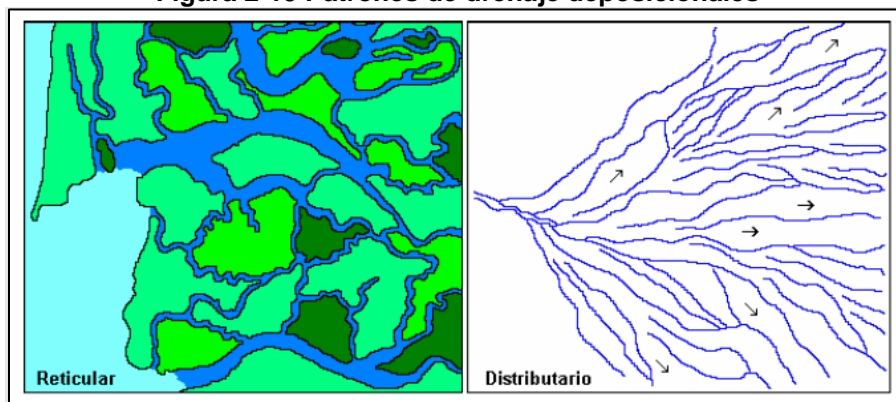
Figura 2-18 Patrones de drenaje erosionales



Fuente: Jimenez Escobar⁹⁴, 1986.

2. Patrón de Drenaje Depositional: En este tipo de drenajes son reconocidos por presentar procesos de sedimentación en su respectiva cuenca, perteneciendo los drenajes reticulares y distributarios, y los cuales se pueden ver en la Figura 2-19.

Figura 2-19 Patrones de drenaje deposicionales



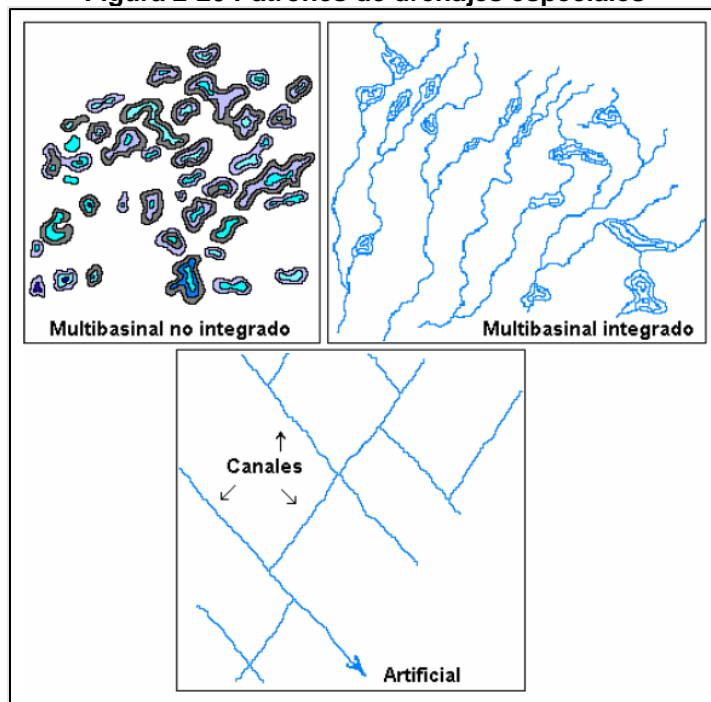
Fuente: Jimenez Escobar⁹⁵, 1986

3. Patrón de Drenaje Especial: Este tipo de drenajes cuenta con características específicas, pues estas no encajan en los patrones antes mencionados. Destacan los drenajes del tipo multibasinal y artificial, como se puede ver en la Figura 2-20.

⁹⁴ JIMENEZ ESCOBAR. Op. cit., p. 92

⁹⁵ JIMENEZ ESCOBAR. Op. cit., p. 92

Figura 2-20 Patrones de drenajes especiales

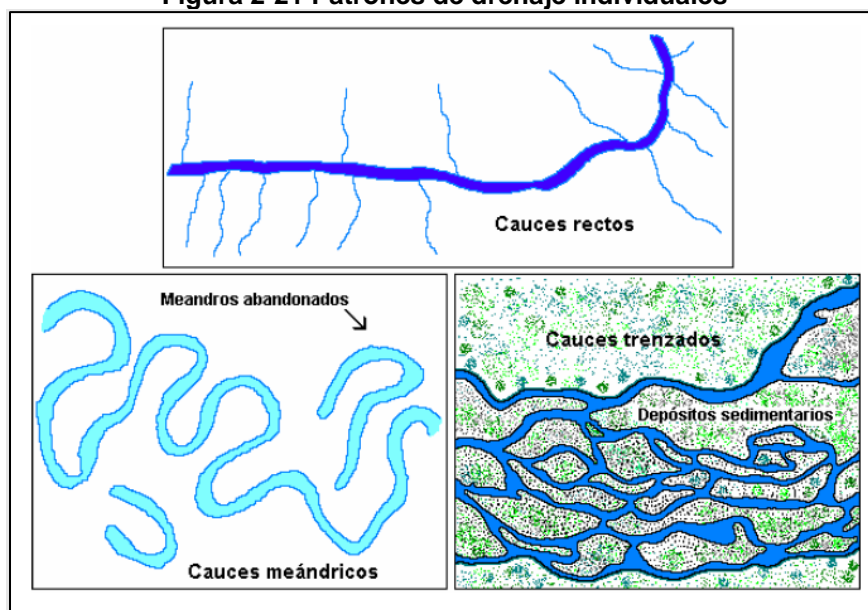


Fuente: Jimenez Escobar⁹⁶, 1986

4. Patrón de Drenaje Individual: Finalmente se presenta este tipo de drenajes, el cual se forma por fenómenos geomorfológicos, clasificándose en rectos, meándricos, y cauces trenzados, tal como se observa en la Figura 2-21.

⁹⁶ JIMENEZ ESCOBAR. Op. cit., p. 92

Figura 2-21 Patrones de drenaje individuales



Fuente: Jimenez Escobar⁹⁷, 1986

Teniendo en cuenta la anterior clasificación de los drenajes de acuerdo con su patrón, y usando herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica), se determinó la clasificación de la densidad de drenajes a las cuencas que conforman el área de estudio.

▪ **Amenaza por inundación**

Para lograr identificar las zonas que presentaban amenazas por inundación, fue necesario primeramente revisar la información consignada en el Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá⁹⁸, Aprobado mediante Resolución 957 de 2019⁹⁹, emitido por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y el Plan de Manejo Ambiental de de los humedales Torca y Guaymaral, esto con el fin de verificar si en el área de estudio alguna clasificación de amenazas por inundación.

Seguidamente, en pro de la identificación de las amenazas por inundación, se consideraron escenarios de periodos de retorno (Tr) de caudales máximos de 2,33, 5, 10, 25, 50 y 100 años, que coincidieran estos con los caudales máximos obtenidos de las series sintéticas para determinadas fechas. A partir de este proceso, en imágenes Landsat y Sentinel se buscaron y delimitaron manchas por inundación.

Finalmente, para la determinación de las zonas de amenaza por inundación, se siguió el criterio expuesto en la Tabla 2-45.

⁹⁷ JIMENEZ ESCOBAR. Op. cit., p. 92

⁹⁸ CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Op. cit., p 45

⁹⁹ CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Op. cit., p 45

Tabla 2-45 Clasificación de amenaza por inundación

Clasificación de la amenaza	Descripción
Zonas de amenaza Alta	Área que se encuentra en la mancha de inundación generada por un evento de creciente de hasta 10 años de período de retorno.
Zonas de amenaza Media	Área que se encuentra en la mancha de inundación generada por un evento de creciente de 10 años de período de retorno hasta el nivel de inundación generada por un evento de 100 años.
Zonas de amenaza Baja	Área que se encuentra por fuera de la mancha de inundación generada por un evento de creciente de 100 años de período de retorno.

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

▪ Índice de aridez - IA

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua del 2018, el índice de aridez (IA) es un indicador que califica cualitativamente las condiciones naturales de aridez, midiendo el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región con el fin de representar la dinámica superficial del suelo bajo la siguiente expresión:

$$IA = (ETP - ETR)/ETP$$

Donde

IA: índice de aridez

ETP: Evapotranspiración potencial (mm)

ETR: Evapotranspiración real (mm)

Los resultados cuantitativos se clasifican cualitativamente teniendo en cuenta la siguiente descripción. (Ver Tabla 2-46)

Tabla 2-46 Rangos del índice de aridez



Rango de valores del Indicador	Calificación
< 0,15	Altos excedentes de agua
0,15 - 0,19	Excedentes de agua
0,20 - 0,29	Moderado a excedentes de agua
0,30 - 0,39	Moderado
0,40 - 0,49	Moderado a deficitario de agua
0,50 - 0,59	Deficitario de agua
> 0,6	Altamente deficitario de agua

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales¹⁰⁰, 2018. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

▪ Índice de retención y regulación hídrica (IRH)

El Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH), fue calculado a partir de la Curva de Duración de Caudales (CDC), siendo una relación entre el volumen representado por el

¹⁰⁰ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Estudio Nacional del Agua. Bogotá D.C. 2018.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 103

área debajo de la línea de caudal medio en la CDC a escala diaria (VP), y el volumen total representado por el área bajo la curva de la CDC a escala diaria (Vt). Es importante mencionar que el caudal es una variable directamente proporcional con la precipitación, pues a mayores niveles de precipitación, mayor será el caudal presentado a la salida de la cuenca, es por esto que los caudales altos, en su mayoría son una respuesta hidrológica de la cuenca frente a eventos extremos de precipitación, y, por ende, los caudales bajos están relacionados con el flujo base aportado por el subsuelo, con muy baja proporción por eventos de precipitación.

Teniendo presente las anteriores precisiones, se asumió que un aumento en la precipitación en una proporción denominada C, es un generador de respuestas en aumento de niveles de caudales en la misma proporción C, y, por el contrario, no tendría por qué generar un cambio significativo en los niveles de caudal menores al caudal medio. En la Tabla 2-47 se muestran los rangos de clasificación de IRH.

Tabla 2-47 Rangos de clasificación Índice de Retención y regulación Hídrica

Rangos	Calificación	Descripción
> 0.85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad
0.75 – 0.85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
0.65 – 0.75	Moderada	Media retención y regulación de humedad
0.50 – 0.65	Baja	Baja retención y regulación de humedad
< 0.50	Muy baja	Muy baja retención y regulación de humedad

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales¹⁰¹, 2018.

▪ Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (IVH)

El Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico, que en adelante se denominará IVH, se define como el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, pues podrían generarse riesgos de desabastecimiento ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos de variabilidad climática como el ENSO.



▪ Caudal ambiental

La estimación del caudal ambiental se realizó desde tres (3) metodologías diferentes, para compararse sus resultados, y las cuales se exponen a continuación:

✓ Índice 7Q10

Método propuesto por Chiang y Johnson (1976), donde se calcula el Índice 7Q10 a partir de caudales medios mínimos diarios. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible propuso calcular este índice con datos de caudales medios diarios, esto por las falencias de información presentadas en el país. Para realizar este procedimiento, se aplicó un promedio móvil de ventana de 7 días para estimar el caudal promedio semanal, y seguidamente se construyó una serie anual de excedencias con los registros mínimos semanales de cada año. Posterior a esto, se realizó un análisis de frecuencia de eventos

¹⁰¹ Ibíd., p. 103.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 104

mínimos extremos para la serie anual construida con la distribución de probabilidad de mejor ajuste, para luego seleccionarse el caudal que correspondía al periodo de retorno de 10 años, que sería el 7Q10¹⁰².

✓ Índice Q95

Seguido a lo anterior, se calculó caudal ambiental a partir del Índice Q95%, el cual es el caudal igualado o excedido el 95% del tiempo. Para este cálculo, en la literatura se ha propuesto realizarlo a partir de la totalidad del registro histórico diario (como es el caso de la mayoría de las metodologías que adoptan este índice), sin embargo, en este caso se calculó mes a mes a partir de las Curvas de Duración de Caudales (CDC) medios diarios, de enero a diciembre.

✓ Índice Q75 y Q85

La última metodología usada para el cálculo del caudal ambiental es el Índice Q75 y Q85, la cual es la expuesta por el IDEAM (2019), estableciéndose allí que si el Índice de Retención y Regulación Hídrica -IRH- es bajo a moderado, se escoge el percentil 75 (Q75), y si es moderada a alta, se toma el percentil 85 (Q85).

Una vez se realizó el cálculo del caudal ambiental bajo las tres (3) metodologías expuestas, se escogió como caudal ambiental (Qamb) el de mayor valor (más restrictivo).

▪ Oferta hídrica

Seguidamente, fue necesario realizar el cálculo de la Oferta Hídrica Total Disponible (OHTD), la cual hace referencia al volumen promedio de agua que resulta de sustraerle a la Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS), el volumen de agua que garantizaría el uso para el funcionamiento de los ecosistemas y de los sistemas fluviales, así como un caudal mínimo para los usuarios que dependen de las fuentes hídricas asociadas a estos ecosistemas, explicado líneas arriba como caudal ambiental -Qamb.

Por lo anterior, para el cálculo del caudal disponible, se usó lo sugerido por el IDEAM en su Estudio Nacional del Agua (IDEAM. 2019), donde se manejaba la siguiente expresión:



$$\text{Caudal disponible} = \text{Caudal Oferta Total} - \text{Caudal Ambiental}$$

Entiéndase como Caudal del Oferta Total, como el caudal medio mensual multianual de la serie histórica de caudales, y el Caudal Ambiental es el calculado en el ítem anterior.

2.1.1.1.12 Calidad del agua

Los métodos empleados siguen los lineamientos y técnicas recomendados en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2002), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos-U.S EPA en su Handbook for Analytical Quality Control in

¹⁰² PINILLA AGUDELO ET AL, Propuesta metodológica preliminar para la estimación del caudal ambiental en proyectos licenciados por el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (MADS), Colombia. Bogota D.C. 2013

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 105

Water and Wastewater Laboratories, y por la Asociación Americana de Trabajos del Agua- AWWA- en el American Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Edición 23 (2017), además de la norma técnica Colombiana NTC-ISO 5667-6 “Guía para el muestreo de aguas de río (Cuerpo Lótico)”, la NTC-ISO 5667-1 “Guía para el diseño del programa de muestreo”, NTC-ISO 5667-4 “Guía para el muestreo de lagos” y NTC-ISO 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración (ICONTEC, 2005)”, lo anterior en base a lo descrito en el procedimiento interno de muestreo de aguas PO-PSM -45.

Se realizó la toma de muestras el 17 de julio de 2023, implementando la metodología descrita en los procedimientos internos de SERAMBIENTE S.A.S., PO-PSM-01 Planeación y ejecución del servicio y PO-PSM-45 Muestreo de aguas. El muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestras se realizó de manera integrada y simple. Para tal fin, se utilizó un balde con el cual se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.

Previo a la toma de la muestra se prepararon los reactivos y materiales necesarios para la preservación, envasado y la refrigeración de esta, según lo indicado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. 23 de 2017.

Asimismo, para las mediciones de los parámetros in situ se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de caudal, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, sólidos sedimentables y temperatura; efectuando las lecturas a la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de la muestra. En la Tabla 2-48, se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos. Cabe aclarar que no fue posible la medición del caudal, dado que el agua se encontraba estancada lo que imposibilitó realizar la toma de datos del parámetro.

Tabla 2-48 Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros in situ

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor del método
Ph	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H+B	NA	±0,046
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,0146
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Sólidos sedimentables	NA	SM 2540 F	0,1	NA
Caudal	NA	NA	NA	NA

Fuente: SERAMBIENTE S.AS, 2023

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológicos de las muestras del agua superficial se describen en la Tabla 2-49.



 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 106

Tabla 2-49 Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros in situ

Parámetro	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor del método
Alcalinidad	SM 2320 B		
DBO5	SM 5210 B		
DQO	SM 5220 D		
Dureza total	SM 2340 C		
Fósforo total	SM 4500 P B E		
Grasas y aceites	SM 5520 B		
SDT	SM 2540 C		
SST	SM 2540D		
Turbiedad	SM 2130 B		
Nitrógeno total	EN 12260		
Coliformes totales	SM 9221B		
Coliformes termotolerantes	SM 9221 F-2	1,8	0,0,38



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, 2023

Adicionalmente, se tomaron dos muestras, aguas arriba y aguas abajo en las dos temporadas climáticas, con el objetivo de caracterizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, requeridos para la solicitud del permiso de ocupación de cauce. Los monitoreos se realizaron el 31 de octubre del 2023 y el 19 de diciembre del 2023 por el laboratorio de análisis ambiental de CPA INGENIERIA S.A.S. (LAA-CPA) acreditado bajo Resolución No.1848 del de agosto de 2022, adjudicando los demás análisis al Laboratorio ambiental de BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S, 2023 acreditado bajo la Resolución No. 0740 del 07 de junio de 2023, para producir información cuantitativa, física, química, microbiológica e hidrobiológica, para los estudios o análisis ambientales expedidas por el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales -IDEAM (ver anexos, Cap5,5_1,5_1_7_Calidad_Agua).

A continuación, se presentan los métodos para los análisis de aguas superficiales aplicados a las muestras.

Tabla 2-50 Metodología de técnicas analíticas

Parámetros	Método	Límite de detección	Unidad
Microbiología			
Coliformes Termotolerantes*	SM 9221 B.	1,8	NMP/100 mL
Coliformes Totales*	SM 9221 B.	1,8	NMP/100 mL
Fisicoquímica			
pH	SM 4500-H	1	Unidades de pH
Temperatura	SM 2510 B	0	Celsius °C
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O G	0,18	mg O2/L
Conductividad	SM 2510 B	1	µs/cm
Sulfatos	SM 4500 E	10	ppm SO4 ⁻²
Alcalinidad	SM 2320 B	10	mg/L CaCO3
Cloruros	SM 4500B	10	mgCl-/ L
Dureza*	SM 2340C	3	mg/L CaCO3
Acidez*	SM 2310B	8	pH 8,3 mg/L CaCO3
Solidos sedimentable	SM 2510 B	0,1	ml/L

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 107

Parámetros	Método	Límite de detección	Unidad
Cadmio*	SM 3030 F	0,001	mg Cd/L
Turbidez*	SM 2130 B	1	NTU
SAAM*	SM 5540 C.	0,242	mg /L
DBO5*	SM 5210 B	5	mg O2/L
Fósforo Total*	SM 4500-P	0,06	mg P/L
Aceites y Grasas*	S.M. 5520 B	9,97	mg/L
Mercurio*	3112 B	0,0005	mg Hg/L
Hidrocarburos*	S.M. 5520	8,7	mg / L
Nitrógeno Orgánico Kjeldah*	SM 4500-NOrg C	5	mg N/ L
Nitrógeno Total*	Cálculo	No aplica	mg N/ L
Hierro*	SM 3030F	0,131	mg Fe/L
Nitritos*	SM 4500-NO2-	0,0043	mg N-NO2/L
Nitratos*	P-ER-AQ-4	0,4	mg N-NO3/L
Sólidos Totales*	SM 2540 B	50	mg/L
Sólidos suspendidos Totales *	SM 2130 B	10	mg/L
Sólidos Disueltos*	SM 2540 C	50	mg/L
Potasio*	SM 3030 F	1	mg K/L
Cinc*	SM 3030 F	0,05	mg Zn/L
Fenoles*	SM 5530 B	0,025	mg/L
Plomo*	SM 3030 F	0,0068	mg Pb/L
Cobre*	SM 3030 F	0,02	mg Cu/L
Cromo*	SM 3030 F	0,04	mg Cr/L
Selenio*	SM 3030 F	0,01	mg Se / L
Plata*	SM 3030 F	0,05	mg Ag /L
Niquel*	SM 3030 F	0,005	mg Ni /L
Bario *	SM 3030 F	0,5	mg Ba / L
Arsénico*	SM 3030 F	0,005	mg Ar/L
Dureza Cálctica*	SM 3500-Ca B.	8	mg/L CaCO3
Color 525 nm *	ISO 7887:2011	0,1	M-1
Color 620 nm *	ISO 7887:2011	0,1	M-1
Color 436 nm *	ISO 7887:2011	0,1	M-1

*Análisis subcontratados


Fuente: CPA INGENIERIA S.A.S., 2023

2.1.1.1.13 Usos del agua

Debido al contexto netamente urbano del proyecto, se validó inicialmente la información disponible en la base de datos geográfica del IGAC, seguido a esto, se procedió a revisar la información disponible en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá, Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C., el Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Torca y Guaymaral¹⁰³, de igual forma fue considerada la información expuesta en el Estudio Nacional del Agua¹⁰⁴, y finalmente, la revisión de la información obtenida por medio de solicitud vía

¹⁰³ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Actualización del Plan de Manejo Ambiental humedales de Torca y Guaymaral. 2022

¹⁰⁴ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Estudio Nacional del Agua. 2022

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 108

oficio a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, de igual forma se realizó el levantamiento de información primaria través de la inspección en campo entre los días 25 y 26 de abril del 2023.

2.1.1.1.14 Hidrogeología

En el marco del Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” se realizó la debida caracterización del componente hidrogeológico, esto de acuerdo con los Términos de Referencia para 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.


Para la elaboración de la caracterización de este componente (hidrogeológico), fueron necesarias la realización de actividades de recopilación, análisis y validación de información existente, por lo cual se usó información recopilada referente a aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, así como también el levantamiento de información en campo para el reconocimiento del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva, además del desarrollo del inventario de puntos de agua subterránea, el cual se realizó a partir de visita a la totalidad del trazado para identificar posibles puntos de agua, esto debido a las particularidades del proyecto, el cual es subterráneo.

Esta caracterización se realizó con el fin describir el funcionamiento del sistema hidrogeológico, valorando la posible afectación del recurso hídrico subterráneo frente a las actividades que se derivasen del desarrollo del proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”, esto a partir de establecer el potencial de las rocas y sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea, así como la caracterización de acuíferos, la vulnerabilidad de estos últimos a la contaminación, zonas de recarga y descarga, y posibles interconexiones hidráulicas.

- **Fase Precampo**

Para el desarrollo de esta fase previa, se realizaron actividades que consistieron en la compilación y análisis de información hidrogeológica existente, consultándose estudios locales de entidades privadas y públicas, relacionados con aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos que incluyesen información hidrogeológica, hidrológica, hidro-química, geofísica, hidráulica, geoquímica, así como caracterización de aguas subterráneas emitidas por entidades oficiales (IDEAM, SGC, CAR, SDA). Es de resaltar que como primer insumo se tuvo en cuenta el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia, publicado por INGEOMINAS en 2004 (en escala 1:500.000) ¹⁰⁵, con su Plancha y Memoria técnica, además de recopilarse información de unidades hidrogeológicas halladas en el trazado de la Línea de Transmisión, así como algunas propiedades hidráulicas, que sirvieron para la caracterización general de las unidades hidrogeológicas.

¹⁰⁵ INGEOMINAS. Atlas de agua subterránea de Colombia en escala 1:500.000, memoria técnica de la plancha 5-09. Bogotá D.C. 2003

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 109

- **Fase Campo**

Para el levantamiento de información de campo, se realizaron actividades de reconocimiento del área de evaluación hidrogeológica, así como el inventario de puntos de agua subterránea, en un buffer de 100 metros del trazado o áreas relacionadas a obras que estén se consideren dentro del área de intervención del proyecto (esto por el diseño subterráneo de la Línea de Transmisión), realizado entre los días cuatro (4) y cinco (5) de Julio de 2023.

Respecto al inventario de puntos de agua subterránea, este se realizó partiendo de los identificados en el Área de Influencia Preliminar del Proyecto, donde se incluían aljibes, pozos y manantiales. Adicionalmente, es importante aclarar que para la captura de la información del inventario en campo, se utilizó como base el Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea (FUNIAS) del IDEAM e INGEOMINAS, en el cual se registró la localización, las características constructivas de las captaciones, usos y usuarios, caudales, registro de medida de parámetros físicos *in situ* del agua, así como los niveles piezométricos, información que ayudó a comprender los aspectos hidrogeológicos del área de estudio, y cuya información se encuentra registrada y consolidada en **Anexos, Cap. 5.1, Hidrogeología, FUNIAS**. Al finalizar el proceso, se obtuvo como resultado una ficha de información de cada uno de los puntos inventariados, donde contaron con su debido registro fotográfico, su croquis, y su debido número de identificación.

Finalmente, los parámetros físicos del agua se determinaron con un medidor multi parámetro portátil marca (Hanna Instruments), esto para medir la conductividad eléctrica, el pH, sólidos disueltos totales y temperatura.



- **Fase Poscampo**

Para el desarrollo de esta fase, se realizó una evaluación e interpretación de la información recolectada en campo, la cual consistió en una integración de la información primaria y secundaria, para obtenerse así un informe técnico que incluyó direcciones de flujo, caracterización hidrogeológica, zonas de recarga y descarga y análisis de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de acuíferos aplicando el método GOD, y cuyo proceso consistió en el desarrollo de lo siguiente:

- **Caracterización de Unidades Hidrogeológicas**

Para la realización del Mapa Hidrogeológico, este se generó a partir del mapa geológico del proyecto, y tomando como referencia el Atlas de Agua Subterránea de Colombia (elaborado por INGEOMINAS (ahora Servicio Geológico Colombiano)¹⁰⁶), obteniendo de esta manera la definición de los principales acuíferos, así como las características y nomenclatura, incluyendo sus respectivas unidades hidrogeológicas, e indicando finalmente el nombre de la formación o formaciones geológicas que conformaban el acuífero o sistema acuífero.

¹⁰⁶INGEOMINAS. Geología de la plancha 228 Santa Fe de Bogotá Noreste. 2001.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 110

Adicionalmente, la cartografía hidrogeológica y la caracterización de las unidades hidrogeológicas, se realizaron en concordancia a la metodología de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH) “Leyenda Internacional de los Mapas Hidrogeológicos”¹⁰⁷, cuya leyenda se basa en la asignación de categorías hidrogeológicas de acuerdo con el potencial de rocas y sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea, en función de la composición y permeabilidad de cada unidad litológica evaluada.

○ **Identificación de Zonas de Recarga y Descarga**

Para realizar esta identificación, fue necesario determinar las zonas de descarga teniendo en cuenta las direcciones de flujo (niveles piezométricos), topografía y red de drenaje; seguidamente, para determinar las zonas de recarga en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva, este proceso se realizó mediante el método Matus, 2007¹⁰⁸, el cual se basa en ponderaciones de 1 a 5 para los parámetros de pendiente (Pend), tipo de suelo (Ts), tipo de roca (Tr) y cobertura vegetal permanente (Cve), además de evaluarse el uso del suelo (Us). Con base en ponderaciones, se obtuvo el mapa de zonas de recarga potenciales para el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva, por lo que de esta manera las zonas se identifican, y son georreferenciadas mediante programas de GIS, evaluándose las mismas por medio de los polígonos resultantes.

Incertidumbre

Teniendo en cuenta el modelo propuesto por Matus, se realizó una validación del modelo mediante la elaboración de mapas con la información primaria obtenida en el presente estudio, se realizó un análisis comparativo de las zonas potenciales de recarga hídrica identificadas con el mapa de recargas del Servicio Geológico Colombiano.



El modelo según la metodología Matus considera las características físicas (pendiente, tipo de suelo, uso del suelo, tipo de roca y cobertura vegetal) en función de cómo estas favorecen o no en el proceso de infiltración del agua; se tiene en cuenta que los procedimientos para evaluar cada elemento son técnicos, como ejemplo se tiene que para evaluar el suelo se realiza por medio de laboratorios para determinar su textura, a nivel geológico se tienen las caracterizaciones de la roca in situ a escala 1:10000; por lo que se concluye que el nivel de incertidumbre de este método utilizando las capas con información primaria es bajo.

○ **Direcciones de Flujo**

Para la definición de las direcciones de flujo, es necesario representar la dirección y el sentido del flujo de aguas subterráneas, así como su interconexión hidráulica con sistemas acuíferos adyacentes; para la caracterización del flujo subterráneo local o somero, este se presenta en el área de estudio a través de los acuíferos porosos, así como en algunos acuíferos de rocas fracturadas. Es importante resaltar que las direcciones de flujo locales

¹⁰⁷UNESCO. International Legend for Hydrogeological Maps. Pagina 37.1983.

¹⁰⁸Matus, O. Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2007.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 111

en el presente estudio se hallaron tomando como base la topografía del área de estudio, la orientación de las pendientes y su relación con los rumbos de los principales drenajes de la misma área.

○ **Vulnerabilidad Intrínseca a la Contaminación de Acuíferos**



El análisis de vulnerabilidad de un acuífero a ser afectado por una carga contaminante, se realizó mediante el método GOD, donde la evaluación de la vulnerabilidad se enfoca hacia los acuíferos más someros y en su parte más superficial, pues se parte de la consideración de que las características de la zona no saturada son las que finalmente determinan el grado de protección, debido a que allí se establece la facilidad con la cual ingresan las sustancias que puedan generar variaciones en la calidad del agua subterránea, mediante infiltración a través del suelo a la zona no saturada, y finalmente a los acuíferos más superficiales.

Para estimar la vulnerabilidad antes mencionada, el análisis se realizó con la información recopilada, teniendo en cuenta para los acuíferos los parámetros de condición de confinamiento (G), naturaleza litológica de la zona no saturada (O) y profundidad de la tabla de agua (D), calificando posteriormente cada uno de estos parámetros utilizando el sistema de indexación GOD (propuesto por Foster (1987)¹⁰⁹). Como resultado se generó un mapa de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación del agua subterránea. En la Tabla 2-51 se muestran las diferentes ponderaciones para la evaluación de la metodología GOD.

Tabla 2-51 Valoraciones Método “GOD”

Ocurrencia del agua subterránea “G”			
Ninguno	0		
Surgente	0.1		
Confinado	0.3		
Semiconfinado	0.5		
No Confinado (cubierto)	0.9		
Libre	1		
Litología predominante sobre el acuífero “O”			
No Consolidados	Consolidados (Rocas porosas)	Consolidados (Rocas masivas)	Ponderación
Arcillas			0.4
Limos	Arcillolitas		0.5
	Lulitas		
Gravas con matriz arcillosa	Limolitas	Complejos ígneos, metamórficos, volcánicos antiguas	0.6
Arcilla/Grava y/o Arena (intercalaciones)	Areniscas		0.7
	Tobas volcánicas		
Arenas	Litoarenitas	Lavas volcánicas recientes	0.8
Gravas	Calcarenitas		0.9
	Calizas Blandas		
		Caliche	1.0
		Otras calizas duras	
Profundidad del agua “D”			
> 100m			0.4

¹⁰⁹Foster.Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. 1987.

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 112

50 – 100m	0.5				
20 – 50m	0.6				
10 – 20m	0.7				
5 – 10m	0.8				
2 – 5m	0.9				
0 – 2m	1.0				
Vulnerabilidad a la contaminación de sistemas acuíferos					
Grado de vulnerabilidad a la contaminación "GOD"	Despreciable	Baja	Moderada	Alta	Muy alta
	0 – 0.1	0.1 – 0.3	0.3 – 0.5	0.5 – 0.7	0.7 - 1

Fuente: A partir de (Foster, 1987) ¹¹⁰ adaptado por INGEDISA. S.A., 2023

Finalmente, respecto a la tabla anterior, el método “GOD” establece escalas de valores para cada parámetro de acuerdo con su contribución en la defensa de los acuíferos a la contaminación, siendo estos valores entre cero (0) y uno (1), donde los valores más bajos son los que más retienen o atenúan el transporte de contaminantes. Además, la evaluación de la vulnerabilidad se determina multiplicando los valores dados a cada parámetro, obteniendo así valores entre cero (0) y uno (1), donde cero (0) significa vulnerabilidad nula y uno (1) vulnerabilidad muy alta a la contaminación.

2.1.1.1.15 Atmósfera

- Identificación de fuentes de emisión atmosférica**

Para la identificación de fuentes de emisión atmosférica se consultaron estudios y análisis de fuentes oficiales de información tales como Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá¹¹¹ Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá¹¹², Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Torca y Guaymaral¹¹³, Boletines de calidad del aire emitidos por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca¹¹⁴ y la Secretaría Distrital de Ambiente¹¹⁵ así como fuentes fijas de emisión identificadas durante la etapa de campo (llevada a cabo durante el mes de abril de 2023) sobre este criterio en el territorio que conforma el área de influencia. Adicionalmente, y partiendo del contexto urbano en el que se encuentra el proyecto, fue posible seguir la metodología detallada en la Figura 2-22 para generación de imagen de tipo raster en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva con información de material particulado inferior a 10 micras (PM10), siendo este uno de los contaminantes más comunes en el contexto urbano, y causantes de efecto invernadero. La siguiente metodología evalúa una imagen satelital obtenida del satélite Landsat 8 del territorio en el que encuentra el área de estudio, para efectos de calidad del proceso dicha imagen tuvo que contar con una nubosidad inferior al 10% y un total de 11 bandas

¹¹⁰ Foster. Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. 1987.


¹¹¹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. 2019

¹¹² Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 555. Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. 2021

¹¹³ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Op. Cit.

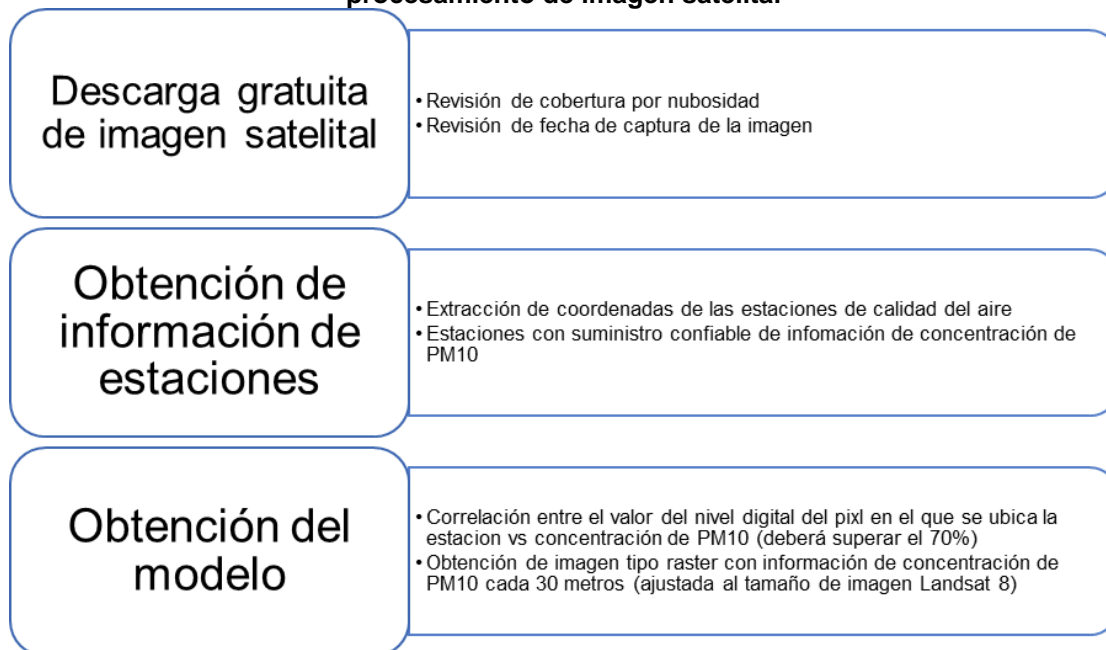
¹¹⁴ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Boletines de calidad del aire. <https://www.car.gov.co/vercontenido/4481.2023>

¹¹⁵ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. ÍNDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE. <http://iboca.ambientebogota.gov.co/mapa/.2023>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 113

(características propias de este tipo de imagen, indispensables para este análisis), y teniendo en cuenta las especificaciones técnicas aclaradas por los Términos de Referencia (TdR 17), suministrados para el presente proyecto por la secretaría Distrital de Ambiente. Posterior a la obtención de la imagen satelital con los parámetros anteriormente establecidos, se procedió a extraer los valores de PM10 de las estaciones que se encontraron dentro de dicha imagen satelital, y en la fecha de captura de esta imagen. Finalmente, por medio del proceso de correlación se convirtieron los niveles digitales de la banda 4 de dicha imagen satelital, a concentración de PM10 obteniendo así el archivo raster que muestra un aproximado de distribución de este contaminante en el territorio que conforma el área de influencia del proyecto.

Figura 2-22 Metodología identificación de fuentes de emisión atmosférica con procesamiento de imagen satelital





Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Como criterio principal de análisis de la información obtenida se validaron los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire expresados en la Resolución 2254 de 2017¹¹⁶ (ver Tabla 2-53); de igual forma también fueron consideradas las categorías estipuladas por la Secretaría Distrital de Ambiente y el secretario Distrital de Salud a través de la Resolución 868 de 2021¹¹⁷ (ver Tabla 2-54) .

¹¹⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2254. “Por la cual se adopta la norma de calidad del aire y se dictan otras disposiciones” 2017

¹¹⁷ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, SECRETARÍA DISTRITAL DE SALUD. Resolución 868. “Por medio de la cual se establece el nuevo índice Bogotá de Calidad del Aire y Riesgo en Salud-IBOCA- para la gestión del riesgo de deterioro del ambiente y de la salud humana.” 2021

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 114

▪ Metodología para el monitoreo de calidad del aire

Con la finalidad de realizar la caracterización de la calidad del aire en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva y de esta forma dar cumplimiento a lo establecido por los TDR-17, se realizaron campañas de monitoreo a través del laboratorio Servicios de Ingeniería y Ambiente - SERAMBIENTE S.A.S., empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), a través de la Resolución 1169 de 2022, vigente hasta tanto no exista un pronunciamiento de fondo por parte de la administración del IDEAM, desde la programación, hasta el cierre de acciones correctivas y consecuente emisión u notificación del acto administrativo que decida de fondo respecto del trámite de renovación y acreditación y ampliación del alcance, es decir que de acuerdo con el radicado 20236010035891 del 26 de mayo de 2023 emitido por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudio Ambientales-IDEAM (ver **Anexos, Cap. 5.1, Calidad del Aire**), no se interrumpe el término de vigencia de la acreditación, se procedió a la instalación de 4 estaciones (ver Tabla 2-52) para el monitoreo de calidad el aire realizando un registro constante de las concentraciones percibidas, así pues se genera un informe de calidad del aire evaluando las concentraciones de PM10; PM2,5; Sox y NOx frente a los niveles máximos permisibles estipulados por el artículo 2 de la resolución 2254 de 2017.

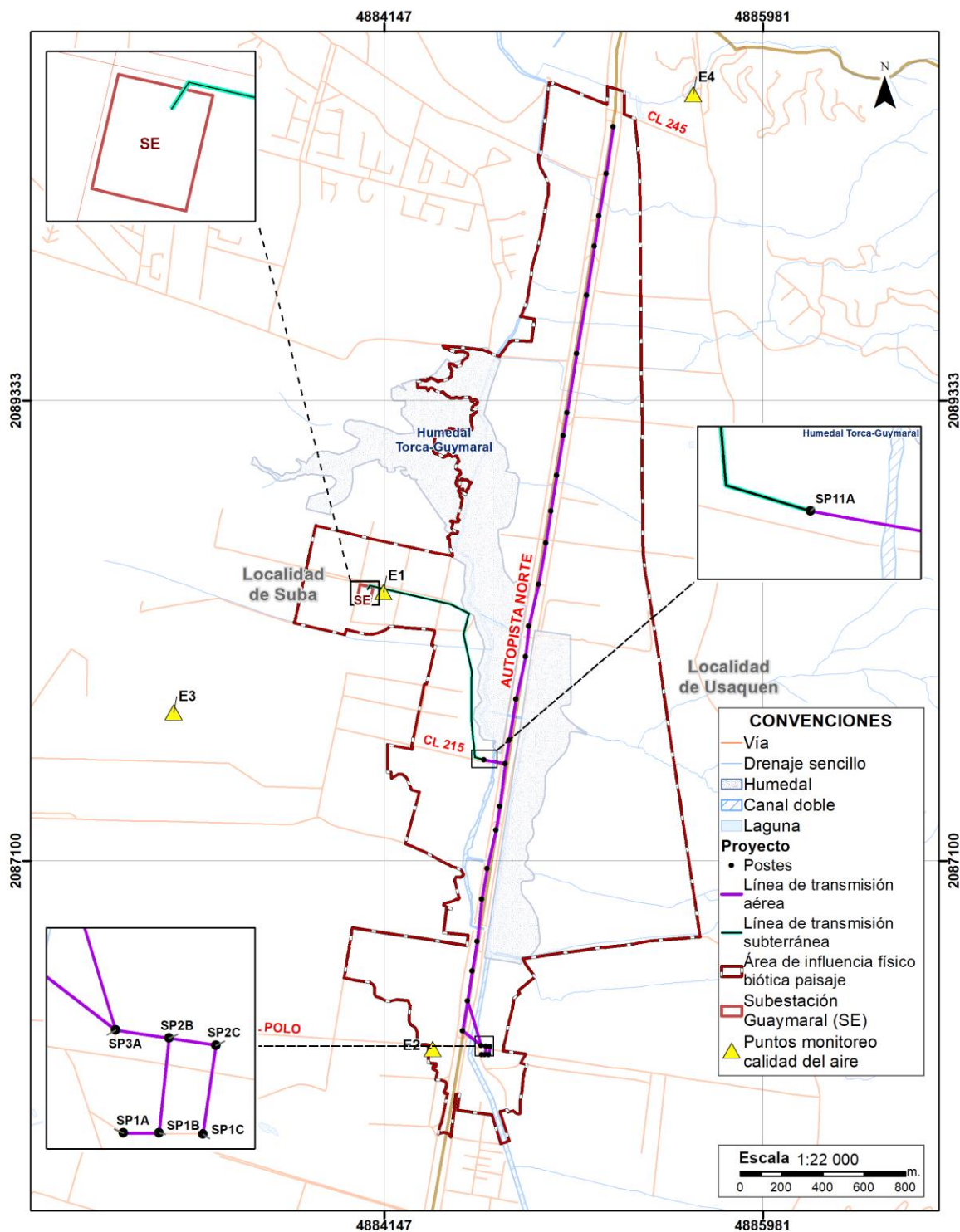
Es importante resaltar que a través de la información secundaria se identificaron previamente potenciales receptores de interés ubicados en asentamientos humanos y ecosistemas estratégicos que se pueden ver afectados por el proyecto; sin embargo, esta información fue validada durante el trabajo de campo que se llevó a cabo en dos momentos: para la temporada seca se realizaron monitoreos a lo largo del mes de junio de 2022 y para la temporada de lluvias durante el mes de julio de 2023. Para lo cual se establecieron puntos de monitoreo estratégicos para las mediciones de calidad de aire, en la Tabla 2-52 se presenta los puntos de monitoreo y las coordenadas de localización.

Tabla 2-52 Puntos de monitoreo de aire



Punto de monitoreo	monitoreo del 16 de julio al 2 de agosto de 2022	Monitoreo del 26 de junio al 31 de julio del 2022	Nombre del punto	Coordenadas planas-origen nacional		Altitud (msnm)
				Este	Norte	
E1	x	X	UDCA	4884143,242	2088405,271	2558
E2	X		URBANSA	4884381,305	2086188,836	2555
E3	X		GRADA NORTE	4883126,418	2087821,114	2559
E4		X	FINCA CALLE 247	4885644,133	2090819,824	2577

Fuente: a partir de SERAMBIENTE S.A.S, modificado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-23 Puntos de monitoreo de aire



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, modificado por INGEDISA S.A., 2023

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 116

Por otra parte, también vale la pena destacar que los métodos de medición y análisis empleados son los definidos en el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire adoptados por la Resolución 650 de 2010 y modificado por la Resolución 2154 de 2010, ambas emitidas por el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS, y que el documento técnico presentado, contiene los resultados totales de las evaluaciones efectuadas durante el periodo de monitoreo comprendido entre el 16 de julio al 2 de agosto de 2022 en los puntos E1, E2 y E3 (temporada seca); y entre el 27 de junio y el 31 de julio del 2023 para los puntos E1 y E4 (temporada de lluvias), y la comparación de estos con la norma de calidad del aire establecidos en la Resolución 2254 de noviembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS, que lo reglamenta, como se observa en **Anexos, Cap. 5.1, Calidad del Aire**

✓ Fase de campo

Como se mencionó líneas arriba son la finalidad de caracterizar el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva se desarrolló una campaña de monitoreo, en tal sentido el monitoreo de línea base para calidad del aire en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva, se llevó a cabo del 16 de julio al 2 de agosto de 2022 en tres de los puntos de monitoreo y del 27 de junio y el 31 de julio del 2023 en los puntos E1 y E4; siguiendo lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MADS, 2008), es decir que para el periodo seco se realizó el monitoreo por 18 días continuos, y para el periodo de lluvias se realizó durante 36 días capturando registros un día, y al siguiente no, con el fin de descartar concentraciones causadas por eventos de precipitación y evitar capturar valores durante un evento de precipitación debido a que esto pone en riesgo la integridad de los equipos con muestras tomadas por periodos de 24 ± 1 horas para $PM_{2.5}$, PM_{10} y SO_2 ; y datos horarios en línea para NO_2 y CO , para ver a detalle los equipos utilizados y sus respectivas calibraciones consultar **Anexos, 5.1 Caracterización abiótica, Calidad del aire**.

✓ Fase poscampo

La etapa poscampo para calidad de aire se realizó el análisis de las muestras en el laboratorio, y a la elaboración del informe respectivo. En este informe se presentan las concentraciones de los contaminantes medidos de acuerdo con el periodo de muestreo establecido por la Resolución 2254 de 2017¹¹⁸ (Ver Tabla 2-53) la Secretaría Distrital de Ambiente y el secretario Distrital de Salud a través de la Resolución 868 de 2021¹¹⁹



Tabla 2-53 Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire

Contaminante	Nivel máximo permisible ($\mu g/m^3$)	tiempo de exposición
PM ₁₀	50	Anual
	75120	24 horas
PM _{2.5}	25	Anual
	50	24 horas

¹¹⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2017. Op Cit.

¹¹⁹ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, SECRETARÍA DISTRITAL DE SALUD. Resolución 868. “Por medio de la cual se establece el nuevo índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud-IBOCA- para la gestión del riesgo de deterioro del ambiente y de la salud humana.” 2021

¹²⁰ Modificado por el párrafo 2254 de 2017

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 117

Contaminante	Nivel máximo permisible (µg/m3)	tiempo de exposición
NO ₂	60	Anual
	200	1 hora
SO ₂	50	24 horas
	100	1 hora
CO	5000	8 horas
	35000	1 hora

Fuente: Resolución 2254 de 2017¹²¹ Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Tabla 2-54 Atributos cualitativos e intervalos para el cálculo del Índice Bogotano de calidad del aire y riesgo en salud -IBOCA

Atributos del IboCa			Intervalos de concentración media móvilL (µG/m ³)				
Intervalos de valores adimensionales	Estado de la calidad del aire	Nivel de riesgo	PM10 (24 h)	PM2.5 (24h)	CO (8h)	SO2 (1h)	NO2 (1h)
0-50	Favorable	Prevención	0-54	0-12,0	0-5094	0-92	0-100
51-100	Moderada	Prevención	55-154	12,1-35,4	5095-10818	93-197	101-188
101-150	Regular	Alerta fase 1	155-254	35,5-55,4	10819-14253	198-485	189-677
151-200	Mala	Alerta fase 2	255-354	55,5-150,4	14254-17688	486-796	678-1220
201-300	Peligrosa	Emergencia	355-424	150,5-250,4	17689-34861	797-1582	1221-2349
301-500			425-604	250,5-500,4	34862-57703	1583-2681	2350-3853

Fuente: Resolución 868 de 2021¹²² Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

✓ Incertidumbre

Con relación a la incertidumbre y como se observa en los certificados de calibración de los equipos utilizados para la medición de calidad de aire en **Anexos, Cap. 5.1. Calidad de aire**, los diferentes equipos cuentan con diferentes niveles de incertidumbre; la incertidumbre de medición reportada se ha determinado multiplicando la incertidumbre combinada por el factor de cobertura $k = 2$ con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95,45 %. La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el numeral 7.1 - 7.3 de la GUÍA SIM MWG7/cg-01/v.00:2009. La incertidumbre de medición expandida fue calculada de los componentes de incertidumbre de medida del patrón de referencia usado, la desviación estándar, excentricidad de carga, resolución del instrumento, corrección por empuje del aire, corrección por deriva del patrón; la incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

▪ Índice de calidad del aire

Para el cálculo del índice de calidad del aire el laboratorio debidamente acreditado empleó la formula expresada en el artículo 20 de la resolución 2254 de 2017, la cual se presenta a continuación.

¹²¹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2017. Op Cit.

¹²² SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, SECRETARÍA DISTRITAL DE SALUD. Op Cit.

$$ICA_P = \frac{I_{Alto} - I_{Bajo}}{PC_{Alto} - PC_{Bajo}} \times (C_P - PC_{Bajo})$$

En dónde.

ICAp: Índice de calidad del aire para el contaminante P

Cp: Concentración medida para el contaminante P

PCalto: Punto de corte mayor o igual a Cp

PCbajo: Punto de corte menor o igual a Cp

Ialto: Valor del ICA correspondiente a PC alto

Ibajo: Valor del ICA correspondiente a PC bajo

Posteriormente al cálculo de ICA para los contaminantes anteriormente mencionados se procedió a analizar estos con las clasificaciones entregadas por el artículo 19 de la resolución 2254 de 2017 detalladas en la Tabla 2-55

Tabla 2-55 Punto de corte del ICA

Rango	Color	Estado de la calidad del aire	Efecto
0 – 50	Verde	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud
51 – 100	Amarillo	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles
101 – 150	Naranja	Dañino a la salud de grupos sensibles	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud
			1)Ozono troposférico: Las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre deben reducir su exposición a los contaminantes del aire
			2)Material particulado: Los personas con enfermedad cardíaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo
151 – 200	Rojo	Dañino para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud
201 - 300	Púrpura	Muy dañino para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud
301 - 500	Marrón	Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud



Fuente: Resolución 2254 de 2017¹²³, Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

• Ruido

▪ Fase precampo

Es importante resaltar que a través de la información secundaria se identificaron previamente potenciales receptores de interés ubicados en asentamientos humanos y

¹²³ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2017. Op Cit.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 119

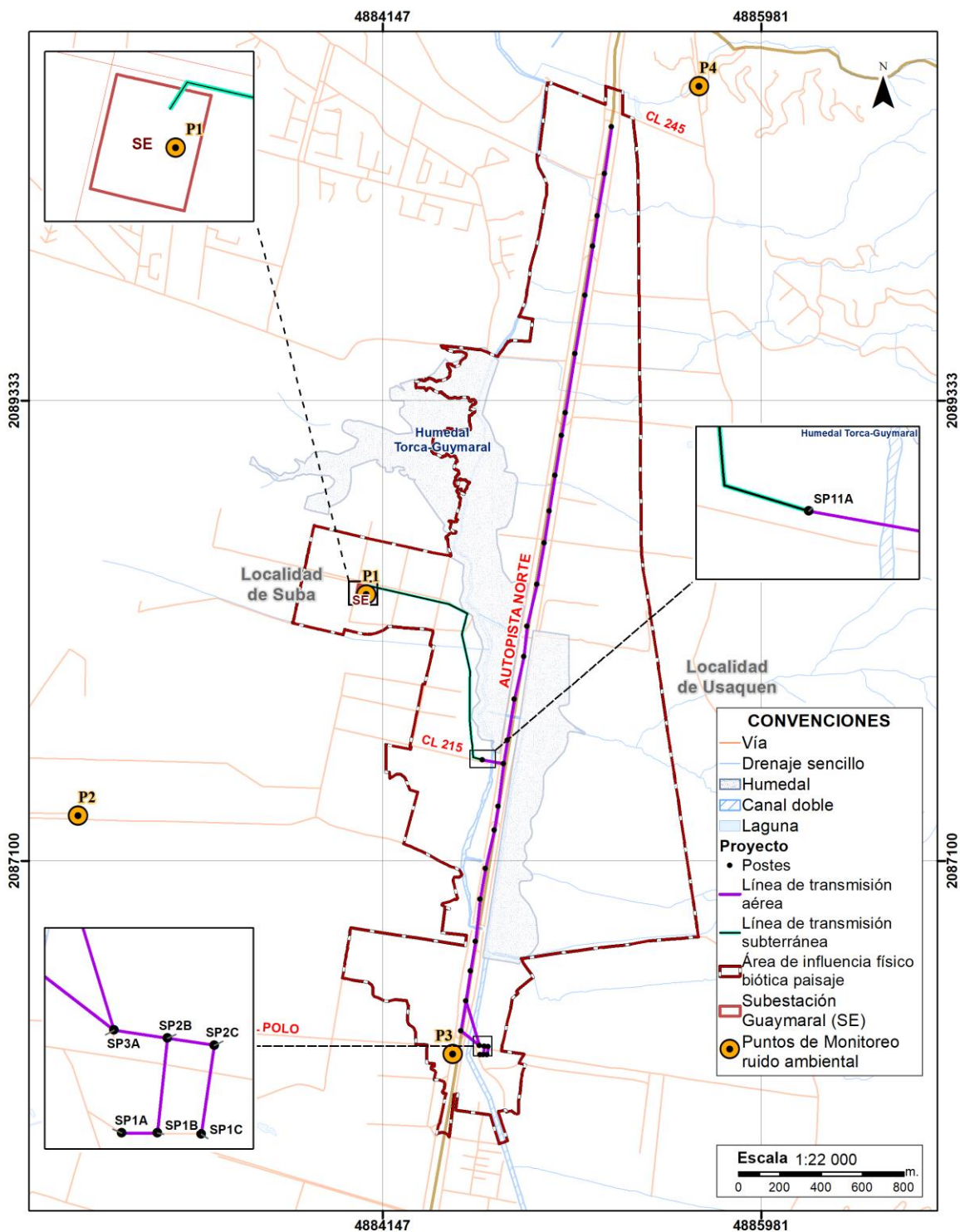
ecosistemas estratégicos que se pueden ver afectados por el proyecto; sin embargo, esta información fue validada durante el trabajo de campo que se llevó a cabo en el mes de julio de 2022 y durante el mes de julio en el 2023. Para lo cual se establecieron puntos de monitoreo estratégicos para las mediciones de calidad de aire, lo anterior se realizó con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en lo TDR-17 con relación a “*Se debe realizar un muestreo de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en las zonas que se hayan identificado como las más sensibles (entre las que se deben considerar: áreas habitadas, áreas de importancia para la conservación de las aves - AICAS, áreas con presencia de actividades industriales y zonas de actividades pecuarias, entre otras) y áreas donde se identifiquen fuentes de generación de ruido que interfieran de manera significativa*”. En la Tabla 2-56 se presentan los puntos de monitoreo y las coordenadas de localización.

Tabla 2-56 Puntos de monitoreo de ruido



Punto de monitoreo	Nombre del punto	Coordenadas CTM-12 origen único	
		Este	Norte
P1	UDCA	4884069,315	2088392,491
P2	Universidad Santo Tomas	4882670,797	2087318,371
P3	Constructora	4884487,203	2086162,889
P4	Calle 247	2090854,287	4885676,520

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-24 Puntos de monitoreo de ruido



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, modificado por INGEDISA S.A., 2023

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 121

▪ Fase de campo

El monitoreo de ruido se llevó a cabo por el laboratorio SERAMBIENTE S.A.S, quienes se encuentran acreditados ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM a través de la Resolución 1169 de 2022, vigente hasta tanto no exista un pronunciamiento de fondo por parte de la administración del IDEAM, desde la programación, hasta el cierre de acciones correctivas y consecuente emisión u notificación del acto administrativo que decida de fondo respecto del trámite de renovación y acreditación y ampliación del alcance, es decir que de acuerdo con el radicado 20236010035891 del 26 de mayo de 2023 emitido por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudio Ambientales-IDEAM como se evidencia en **Anexos, Cap. 5.1 , Ruido ambiental** los cuatro(4) puntos definidos con anterioridad siguiendo los lineamientos establecidos en el Anexo III Capítulo II de la Resolución 0627 de abril 7 de 2006¹²⁴; el micrófono siempre se protegió con la pantalla antiviento y se colocó sobre un trípode para su montaje, la medición se realizó en días sin lluvias, para garantizar lo establecido en la Resolución 0627 de 2006 y no desarrollar mediciones en condiciones de lluvia, ni de pavimentos húmedos cuando se esté en cercanías o sobre vías de tránsito vehicular. Se incluyeron como parámetros de medición: el nivel máximo presión sonora, el nivel mínimo, el nivel equivalente de ruido total y el ruido de fondo mediante mediciones Diurno Hábil, Diurno No hábil, Nocturno Hábil y Nocturno No Hábil, de igual forma fueron identificadas las fuentes de ruido de carácter lineal y puntual presentes en cada uno de los puntos.

▪ Fase poscampo

Para el caso de ruido se realizaron las correcciones por impulsividad y tonalidad (valores de ajuste K y corrección por velocidad del viento) de acuerdo con lo contemplado por la normatividad colombiana, los resultados del monitoreo fueron comparados con los Estándares Máximos Permisibles de ruido en horario Diurno y Nocturno de acuerdo al Sector y Subsector correspondiente, establecidos en la Tabla 2 del Artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006¹²⁵ y el uso de suelo de cada sitio, según los instrumentos de planeación de los municipios. De igual forma, fueron elaboradas las diferentes isófonas para cada uno de los escenarios, las cuales permitieron entender la distribución espacial del ruido en el área de influencia del proyecto.

▪ Incertidumbre

Para convertir cada componente de la incertidumbre a su respectiva incertidumbre estándar, $u(x)$, se emplea el criterio de distribución normal para seleccionar el tipo de función de distribución que presenta el componente en cuestión, para lo que se obtiene un estimado por observaciones repetidas según la siguiente ecuación:

$$u(x) = s$$

Al combinar las incertidumbres de los datos tomados, la reportada por el Pistófono empleado para los ensayos la constante de combinación $K=2$, obtenemos una

¹²⁴ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 0627. “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”. 2006

¹²⁵ Ibid.

incertidumbre combinada de $\pm 0,74$, dB(A) para el sonómetro empleado.

Teniendo en cuenta que el Vocabulario Internacional de Metrología define la incertidumbre de medida como “un parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente podrían ser atribuidos al mensurando”, cada valor reportado anteriormente en dB(A) se encuentra dentro de un rango razonable de $\pm 0,74$ dB(A) (estadísticamente para mediciones de campo se considera de alta exactitud).

- **Aforo vehicular y emisión de fuentes móviles**

Con la finalidad de caracterizar el tránsito de los vehículos que transitan con normalidad dentro del área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva y de igual forma realizar una estimación de los aportes que realizaría las fuentes móviles asociadas al proyecto, se registró la información de la flota vehicular durante un periodo continuo de 24 horas desde las 00:00 hasta las 23:59 horas durante un (1) día hábil y un (1) no hábil.

El monitoreo de aforo vehicular se realizó a través de SERAMBIENTE S.A.S, quienes registraron los datos del aforo vehicular realizado para un periodo de tiempo de 24 horas en día no hábil el 24 de julio y día hábil el 25 de julio de 2022 en cuatro (4) puntos dentro del área de influencia físico- biótica-paisaje definitiva del proyecto, como se observa en la Tabla 2-57.

Tabla 2-57 Puntos de aforo vehicular

Punto	Cota (m.s.n.m)	Coordenadas-origen nacional CTM-12	
		Este	Norte
Punto AV-1	2560	4884464,32	2086191,65
Punto AV-2	2553	4884875,09	2088105,16
Punto AV-4	2258	4884053,70	2088453,91
Punto AV-4	2258	4884078,92	2088431,46



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S ,2022 adaptado por INGEDISA S.A., 2023

- **Escenario sin proyecto**

Una vez contabilizados y caracterizados los vehículos que transitaron por las vías seleccionadas el laboratorio debidamente acreditado, por medio de parámetros técnicos para cada tipo de vehículo, modeló por medio de un software digital los aportes de contaminantes de estas fuentes móviles.

- **Escenario con proyecto**

Finalmente, para el escenario con proyecto, el laboratorio debidamente acreditado empleó la flota vehicular requerida para la construcción del proyecto (ver Capítulo 3. Descripción del proyecto), la cual se añadió a la flota actual que transita por las vías seleccionadas con el fin de analizar el aporte real del proyecto tanto en flujo vehicular como en fuentes móviles de contaminación atmosférica.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 123

2.3.1.3 Medio biótico

2.3.1.3.1 Flora

En cuanto al desarrollo de las metodologías propuestas para el componente biótico, principalmente se abarcan los grupos de flora arbórea, especies vasculares y no vasculares de hábito epífita, terrestre y/o rupícola. Se detallan los grupos incluidos en sus diferentes hábitos de desarrollo, las actividades relacionadas con las fases: previas a campo, campo y poscampo, luego el análisis de variables y datos que se obtienen de acuerdo con las metodologías descritas a continuación en este numeral. Estas metodologías se desarrollan de acuerdo con la normatividad vigente del sector ambiental y amparado bajo “El permiso de Recolección de Especímenes de Especies Silvestre de la Diversidad Biológica Con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales”, otorgado a la empresa Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A. con número VITAL 3500830023758423005 con fecha del 23 de marzo del 2023 y número de radicación 2023059404-1-000. Para fines del proyecto “*Subestación Eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV*”, se ha procedido a la radicación de la documentación requerida para el cumplimiento de las condiciones que se requieren por la resolución 00108 de la ANLA.



Consulta de información secundaria

En esta etapa, se realizó la consulta de información secundaria que comprendió la revisión de geoportales, información remitida por las autoridades ambientales, en tanto a las publicaciones, informes, estudios ambientales de entidades de educación, planes de manejo ambiental, normatividad (regional y nacional), para de esta manera identificar especies vulnerables y representativas de los ecosistemas objeto de estudio.

A continuación, en la siguiente tabla (Tabla 2-58) se presentan las fuentes de consulta que han sido consideradas para esta fase.

Tabla 2-58 Fuentes de información a consultar en la fase precampo

Fuente	Tema
Resolución 1912 de 2017 de Minambiente	Listado de especies silvestres amenazadas en Colombia.
SIB Colombia.	Distribución potencial de especies.
Herbario Nacional Colombiano (COL), del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia	Especies vedadas.
Catálogo plantas y líquenes de Colombia (versión en línea)	Especies por familia, género, especie, departamento y rango altitudinal.
The Plant List (versión en línea)	Lista de trabajo de todas las especies de plantas conocidas producidas por la comunidad botánica.
Resolución 0213 de 1977 delINDERENA	Veda nacional para musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies.
Resolución No. 0801 de 1988 delINDERENA	Veda permanente en todo el territorio nacional para el aprovechamiento, comercialización y movilización del helecho arborecente, clasificado bajo las familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae, con los siguientes

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 124

Fuente	Tema
	géneros: Dicksonia, Alsophila, Cnemidaria, Cyatheaceae, Nephelea, Sphaeropteris y Trichipteris.
Estudios ambientales que compartan total o parcialmente el área de influencia del proyecto.	Listados de especies.
Resoluciones de levantamiento de veda de flora silvestre aplicables al área de influencia	Levantamientos de veda de flora silvestre aplicables al área de influencia.
Resoluciones de Veda Regional	Corporación Autónoma Regional, CAR (Acuerdo 21 de 2018)
Planes de manejo	Plan de Manejo Ambiental del Humedal Torca-Guaymaral (2023)

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Zonas de vida

En cuanto a la definición de zonas de vida para el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva, se realizó el procesamiento de datos climáticos obtenidos por registros en el área relacionada anteriormente y las zonas adyacentes, a partir de los resultados de la zonificación climática del estudio de impacto ambiental. La determinación se realiza de acuerdo con la metodología y esquema propuesto por Holdridge (Holdridge¹²⁶, 1967) debido a la importancia de la biotemperatura como una forma de expresar el factor calor, y la progresión logarítmica formada por los incrementos del calor y la precipitación, y correspondiente la relación que ello tiene frente a las características que puede presentar la vegetación. Dicha clasificación de zonas de vida se construyó de acuerdo con la determinación de la biotemperatura, teniendo como consideración la constitución del análisis por el gradiente altitudinal y las correcciones sujetas al modelo.

La biotemperatura anual promedio es la medida de calor utilizada en el diagrama de zonas de vida, la forma empírica de este cálculo se basa en la fórmula (Holdridge, 1967):

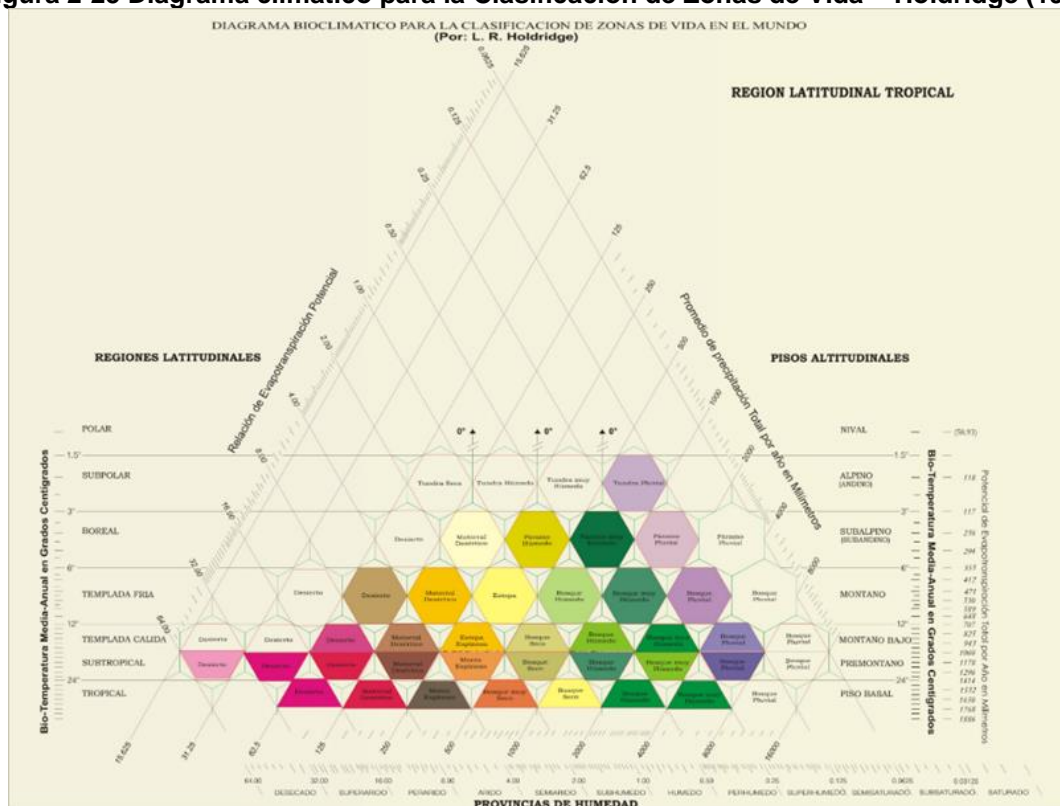
$$Bum = Tmm - (3 \times Lat^{\circ} \times (Tmm - 24)^2 / 100)$$

La evapotranspiración se refiere a la cantidad de agua que sería evaporada directamente del suelo y otras superficies y la transpira, por la vegetación natural, en un estado estable o clímax, que se encuentra sobre un suelo zonal de buenas características y con un contenido óptimo de humedad.

Finalmente, y para la implementación total de la metodología establecida por Holdridge, se ubicaron los valores de evapotranspiración potencial y el promedio de precipitaciones anuales en el diagrama de clasificación mundial de zonas de vida de Holdridge.

¹²⁶ Holdridge, L. R. 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).

Figura 2-25 Diagrama climático para la Clasificación de Zonas de Vida – Holdridge (1976)



Fuente: Holdridge (1976) adaptado de: Mapa Ecológico del Perú, INRENA¹²⁷, 1995


Biomás

En cuanto a la identificación de biomas presentes en el área de influencia físico-biótica Paisaje, esta se desarrolló con base en la información reciente generada por el IDEAM en el año 2017, escala 1:100.000 y su respectivo sustento en el documento de memoria técnica del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM¹²⁸ et al., 2020). Esta temática es la base para la determinación de los ecosistemas presentes en el AIB, además, son objeto de verificación a partir de las características de los elementos detallados en la cartografía base del estudio en el medio biótico, permitiendo elaborar una temática más precisa de acuerdo con las características físicas identificadas, siguiendo el esquema que se muestra en la Figura 2-26.

La clasificación de los ecosistemas naturales tiene tres niveles de integración: (1) Tipo general de bioma (Gran Bioma), (2) Bioma y (3) Ecosistema. El Gran Bioma, se basa en la

¹²⁷ INRENA, Instituto Nacional de Recursos Naturales (1995). Mapa ecológico del Perú. República del Perú, Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 271p.

¹²⁸ IDEAM, IGAC, Invermar, Sinchi, & IIAP. (2020). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. En M. Instituto de Hidrología. Bogotá D.C.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 126

clasificación de biomas de Colombia de Hernández y Sánchez¹²⁹, (1992) e IDEAM *et al*, 2017. El bioma se basa en las unidades biogeográficas de Colombia de Hernández y Sánchez, 1992. Y el ecosistema es el conjunto de la cobertura del suelo con los biomas (Rodríguez¹³⁰, *et al.*, 2006). Por último, mediante el cruce del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y marinos de Colombia (2020) con el Área de Influencia Físico-Biótica, se obtiene el Gran Bioma y los biomas resultantes para el análisis.

Coberturas de la tierra

Para la delimitación de áreas con patrones de cobertura homogénea u heterogénea, se han tenido en cuenta las conceptualizaciones de interpretación, delimitación y codificación de coberturas de con acuerdo a la *Leyenda nacional de coberturas de la tierra Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia* (IDEAM, 2010)¹³¹, junto con herramientas de software cartográfico especializado; en este caso ArcMap 10.5. La interpretación se realizó partiendo de los criterios de percepción remota, entre los que se incluyen el reconocimiento de formas, texturas y colores, además de los patrones que conforman las coberturas identificadas, lo cual permite agruparlas en áreas homogéneas según proporción y cambios sustanciales en la estructura de la porción de área analizada. Por otro lado, se realiza también la consulta de información contenida en los geovisores nacionales, además del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá Decreto distrital 555 de 2021¹³², y el POMCA del río Bogotá 2019 (CAR)¹³³, e información que permite tener un acercamiento de las diferentes categorías de cobertura que puedan identificarse en el territorio y el AIB del proyecto, resaltando su alta presencia de espacios transformados por la áreas dedicadas al prestamos de servicios (educación, recreación), desarrollo de infraestructura y áreas dedicadas a la producción de productos en áreas confinadas.

El proceso de interpretación de información temática (cobertura de la tierra y uso del suelo), tanto pantalla como la revisión de control de calidad se realizó a una escala 1:5.000 lo cual permite la generación de la cartografía preliminar a escala 1:25.000, se deben seguir algunos parámetros de representación cartográfica, con el fin de que el contenido de la cartografía conserve los criterios con los cuales se generaron las diferentes unidades y permita su distinción cuando se presente en formato análogo. Asimismo, se recomienda que el área mínima cartografiable sea de 4 x 4 mm para la representación de información temática, con el fin de garantizar operatividad y adecuada lectura de los mapas. Esto quiere decir que para la escala 1:25.000 el área mínima cartografiable de las temáticas será de 5.000 m² (SGC, 2017), teniendo en cuenta la cobertura presente dentro del área de influencia del proyecto, a excepción de los cuerpos de agua que se tendrán en cuenta sin importar esta área mínima.

Sin embargo, se tuvieron en cuenta variaciones de la escala y se validaron en estos casos

¹²⁹ Hernández-Camacho, J., & Sánchez-Páez., H. (1992). Biomas terrestres de Colombia. En La diversidad biológica iberoamericana (pág. 300). México: G. Halffter.

¹³⁰ Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M., y Romero, M. 2006. Ecosistemas de los Andes colombianos. Segunda edición. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 154p.

¹³¹ IDEAM. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000. 2010.

¹³² ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ. Decreto 555 de 2021 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. Inicio | Sede Electrónica - secretaria general (30, diciembre, 2021). Disponible en Internet:

<<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=119582>>.

¹³³ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). POMCA del río Bogotá, 2019

el área mínima cartografiable de acuerdo con la Tabla 2-59

Tabla 2-59 Área mínima cartografiable para distintas escalas

Escala	1 cm igual a		1 mm igual a		Unidad mínima cartografiable (4x4mm)	
	m	km	m	km	m2	km2
1:500	5	0.01	0.5	0.0005	4	0.000004
1:1.000	10	0.01	1	0.001	16	0.000016
1:2.000	20	0.02	2	0.002	64	0.000064
1:5.000	50	0.05	5	0.005	400	0.0004
1:10.000	100	0.1	10	0.01	1600	0.0016
1:20.000	200	0.2	20	0.02	6400	0.0064
1:25.000	250	0.25	25	0.025	10000	0.01
1:50.000	500	0.5	50	0.05	40000	0.04
1:100.000	1000	1	100	0.1	160.000	0.16
1:250.000	2500	2.5	250	0.25	1'000.000	1
1:500.000	5000	5	500	0.5	4'000.000	4
1:1'000.000	10000	10	1000	1	16'000.000	16
1:6'000.000	60000	60	6000	6	576'000.000	576

Fuente: Elaborado a partir de Priego¹³⁴ et al. (2008) adaptado por INGEDISA S.A., 2023

El profesional SIG realizó el control de calidad (revisión y corrección continua y sistemática), con el propósito de garantizar la calidad geométrica, temática y topológica de la base de datos del proyecto.

Como insumo base se implementa una imagen satelital del año 2021, con una resolución espacial de 1 metro (resolución de alta), 4 bandas de resolución espectral (Banda infrarrojo) y una nubosidad del 0%. De acuerdo con el tamaño de píxel y la resolución que posee la imagen, esta permite trabajar a una escala de hasta 1:2.000, por lo cual se eligió una escala de 1:5.000 para este análisis de coberturas; dicha escala es la más adecuada, y se ajusta a los TdR-17 para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica, los cuales solicitan la elaboración de mapas de cobertura vegetal a una escala de 1:25.000 o más detallada.

Finalmente, la delimitación fue corroborada posteriormente con visitas de campo a través de puntos de control para ajustes pertinentes del mapa final de coberturas de la tierra.

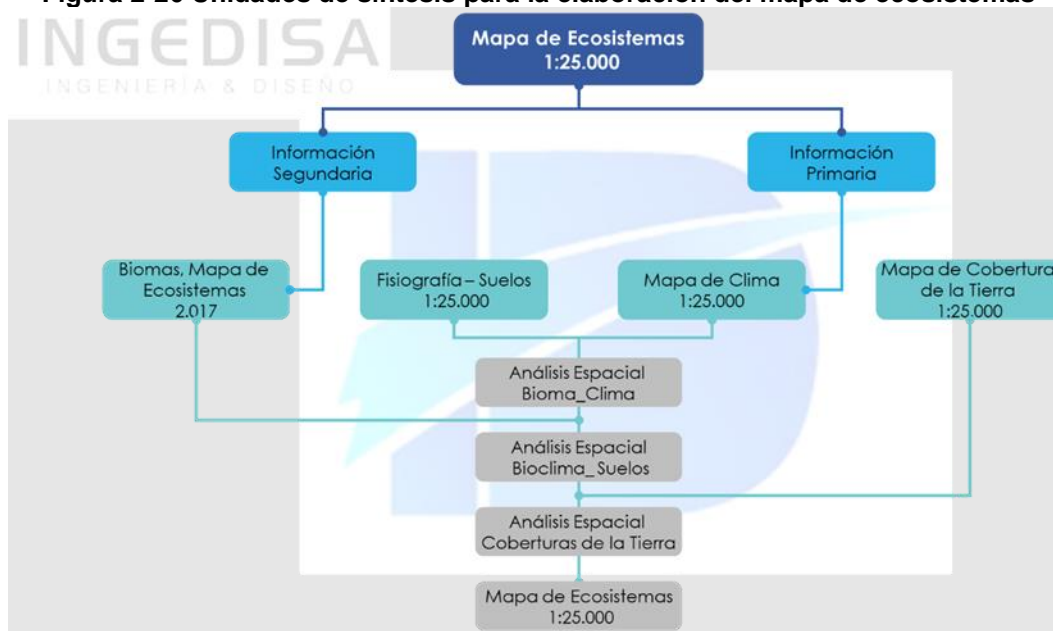
Ecosistemas terrestres

La determinación de los ecosistemas que se conforman y relacionan con el proyecto se realizó siguiendo lo indicado en la memoria técnica para la construcción del Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:100.000 (IDEAM¹³⁵, 2017); con base en ella se integra la información temática de coberturas de la tierra, variables meteorológicas de precipitación y temperatura, unidades geo pedológicas que se estructuran a partir de mapa de biomas nacional, ajustadas a la unidad de trabajo y además cartografiables acorde con la propuesta para el proyecto a escala 1:25000.

¹³⁴ Priego-Santander, A.; Bocco, G.; Mendoza, M.; Garrido, A. (2008). Propuesta para la generación semi automatizada de unidades de paisajes, Fundamentos y métodos. México: Instituto Nacional de Ecología, 98 p.

¹³⁵ IDEAM, 2017. Op. Cit., 170p

Figura 2-26 Unidades de síntesis para la elaboración del mapa de ecosistemas



Fuente: INGEDISA S.A., 2023


Restricciones ambientales

Para la identificación de áreas protegidas, el proyecto utilizó el visor Geográfico del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)¹³⁶, el cual identificará prematuramente la existencia o no de áreas protegidas, ecosistemas estratégicos y/o reservas forestales. Se consultó la información de biomodelos de distribución de las especies del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt¹³⁷. Así mismo, se realizó la consulta con el geovisor Geonetwork del instituto Humboldt, el geovisor de las Corporación Autónoma Regional, CAR: Open Data y el Visor Geográfico Ambiental de la secretaria Distrital de Ambiente (SDA).

Adicionalmente, se adelantó la consulta mediante oficios a la Corporación Autónoma Regional, CAR, Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN), Resnatur, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y a la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA); donde se solicitó información sobre la presencia de áreas protegidas de orden nacional y regional, así como especies forestales en veda regional y local, por otro lado, en términos de las áreas y reportes, se consolidan en el anexo cartográfico del presente estudio de impacto ambiental, relacionándose en cada uno de los medios y sus caracterizaciones a fin de hacer uso de este insumo oficial. Esto, dado al reporte preliminar, no garantiza que los datos, sistemas, información y en general el contenido de la información dispuesta en el visor, se encuentren operando o disponibles en todo momento.

¹³⁶ Sistema de Información Ambiental de Colombia. <http://www.siac.gov.co/>.2023

¹³⁷ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://biomodelos.humboldt.org.co/> .2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 129

Flora arbórea

La caracterización del componente de flora arbórea y terrestre se desarrolló de acuerdo con metodologías complementarias a los lineamientos definidos en los términos de referencia TdR-17 “Para la elaboración del estudio de impacto ambiental proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica”¹³⁸ además de la “Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales”¹³⁹. Desde el componente de flora se han definido las unidades de hábitat en orden general a particular, para el análisis de poblaciones vegetales; inicialmente zonas de vida, luego biomas, coberturas de la tierra y ecosistemas; estos últimos siendo la base para la caracterización de las poblaciones presentes en el componente de flora

Fase precampo

La etapa de precampo, incluyó aquellas actividades que se desarrollaron de acuerdo con la consulta de información secundaria y la elaboración preliminar de las temáticas de coberturas de la tierra, el diseño de los muestreos y metodologías para realizar la captura de información en el área de influencia del proyecto definida para el presente estudio.

A continuación, se desarrollan las metodologías para el componente de flora en sus diferentes hábitos de desarrollo comprendidos en este grupo

– Diseño del muestreo

Se definió para el estudio de la flora un tipo de muestreo: estratificado al azar, por tratarse de un estudio en una intervención con área de tipo lineal, en donde los estratos (ecosistemas) están determinados naturalmente por condiciones fisiográficas, agrologicas y el clima; adicionando la particularidad de la influencia de diferentes intereses e intensidades de intervención antrópica. Lo anterior, genera una alta variabilidad relacionada con las características del área de influencia que definen los diferentes tipos de ecosistema, estos se encuentran también en función a las condiciones naturales relativamente similares.

Para cada unidad de ecosistema se evaluaron los parámetros de composición y estructura de la vegetación. De tal manera que la muestra, es representativa del ecosistema, en el cual se pueden hacer inferencias acertadas de los valores que caracterizan a la población. De acuerdo con Malleux¹⁴⁰ (1982), la muestra debe cumplir con dos condicionantes, a saber: la primera que sea representativa de la población, donde es necesario considerar las diferencias entre los valores reales de la población y los tomados en la muestra y la segunda es que las unidades muestrales puedan ser determinantes para realizar inferencias acertadas acerca de la población, teniendo como referente que las unidades muestrales tengan el mismo tamaño. Lo anterior, se entiende entonces como el proceso que se muestra a continuación.

¹³⁸ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA. Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica. TdR-17.2018

¹³⁹ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Metodología general para la elaboración y presentación de Estudios Ambientales.2018

¹⁴⁰ Malleux J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú 441p.

Tabla 2-60 Procesos para el muestreo forestal

N°	Descripción
1	Definir unidades de muestreo, determinando el tamaño y forma.
2	Definir la población, como base del muestreo mediante el empleo de mapas, listas, entre otras. Además del número de unidades muestrales (N).
3	Identificar y localizar cada una de las unidades de muestreo en la población.
4	Definir el número de unidades de muestreo a evaluar, conocido también como tamaño de la muestra (n). Será dependiente del tiempo, recursos y la intensidad de muestreo definida.
5	A partir de la población total, seleccionar las unidades de muestreo a evaluar.
6	En campo identificar las unidades de muestreo seleccionadas.
7	Evaluar o medir las variables que fueron definidas con anterioridad en cada una de las unidades de muestreo seleccionadas.
8	Calcular la información requerida, según el diseño del inventario.
9	Elaboración del informe con base en el diseño que definido previamente.

Fuente: a partir de IDEAM¹⁴¹, 2008 adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Este esquema constituye la base de la mayoría de los tipos de muestreo, donde la población se divide en **n** unidades de muestreo, de las cuales se toman al azar **n** muestras, de tal manera que cada combinación de las **n** muestras, tengan la misma probabilidad de ser escogidas.

– Tamaño de la unidad de muestreo

Para determinar el tamaño de la unidad de muestreo para el proyecto se realizó un premuestreo a través de técnicas del método estadístico y su cálculo se proyectó a partir del número de parcelas empleadas para la caracterización de la cobertura de la tierra, a través de la siguiente relación matemática:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E\%^2}$$

Dónde:

n = número de parcelas



t = constante de Student

CV = Coeficiente de variación

E% = Error de muestreo relativo (15%)

En la formula anterior para el cálculo de **n** surge un problema: ¿cuál será el valor de **t**? Freese, propone un proceso iterativo que calcula **n** con base en los grados de libertad de la muestra inicial. Con esto es posible obtener un nuevo valor de **n**, con el cual se asocia un nuevo valor de **t** y así sucesivamente, este proceso termina cuando el número de **n** (parcelas) sea igual, parecido o repetitivo y aquí termina el cálculo; se pueden presentar valores oscilantes, escogiendo entonces un valor promedio entre el más alto y el menor obtenido por iteración, dependiendo.

¹⁴¹ IDEAM, 2018. Manual de Campo Inventario Forestal Nacional Colombia. Colombia. Bogotá, 2018. 160 Páginas.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 131

Para cada una de las coberturas identificadas, previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95%. A partir de los parámetros estadísticos que se presentan en la Tabla 2-61.

Tabla 2-61 Parámetros estadísticos

Tipo	Parámetro	Formula	Descripción
MUESTREO SIMPLE	Media	$Y = \sum (y_i)/n$	y_i son los volúmenes y n el número de parcelas del muestreo.
	Población	$N=A/a$	A =área efectiva del bosque, a =área o tamaño de las parcelas
	Media por hectárea	$Yha=Y/\text{área de } (n)$	Y es la media de los volúmenes y área de (n) es el área de la muestra.
	Desviación estándar	$S = \sqrt{((\sum (y_i^2) - (\sum y_i)^2/n)/n-1)}$	$(\sum (y_i^2))$: sumatoria de cada volumen al cuadrado, $(\sum y_i)^2$: sumatoria de los volúmenes al cuadrado y divididos en el número de parcelas del muestreo.
	Coefficiente de variación	$CV \% = (S/Y) * 100\%$	S es la desviación estándar y Y la media.
	Error estándar	$S_y = S/\sqrt{n}$	S es la desviación estándar y n el tamaño de la muestra.
	Error de muestreo absoluto	$E = t * (S_y)$	Donde t son los grados de libertad y S_y el error estándar
	Límites de confianza	$Y - t(S_y) \leq \mu \leq Y + t(S_y)$	Donde μ es la media poblacional, Y es la media muestral y $t(S_y)$ es el error de muestreo.
	Error de muestreo relativo (E%)	$E\% = ((t(S_y)/Y) * 100)$	Donde $t(S_y)$ es el error de muestreo absoluto y la media muestral.
	Tamaño de la muestra	$n = (t^2 (CV)^2/E\%^2)$	T es la distribución de probabilidades t de student, CV es el coeficiente de variación y E es el error de muestreo de 15 %.

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

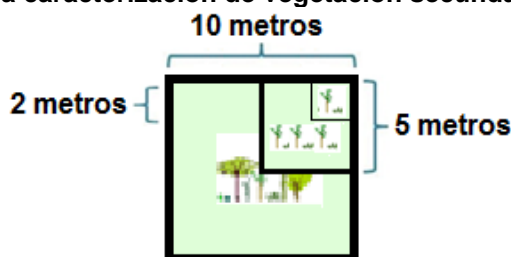
– Forma y tamaño de las parcelas de muestreo

La unidad base de muestreo corresponde a la parcela, usada para los inventarios forestales, que contiene una distribución aproximada de la variabilidad de la población. A partir de lo anterior, y las condiciones actuales del escenario en el que se desarrolló el proyecto y la definición del AIP, la cual tiene presencia de coberturas intervenidas y fragmentadas, se designaron parcelas de diferentes dimensiones, en función de la estructura y fase sucesional que presentan los ecosistemas identificados. A continuación, se describen los tipos de parcela que han sido considerados para el estudio del proyecto, específicamente por su inferencia en la caracterización de la flora para la línea base del proyecto. Cabe anotar, que las unidades muestrales y diseño del muestreo, se encuentra aprobado bajo “El permiso de Recolección de Especímenes de Especies Silvestre de la Diversidad Biológica Con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales”, otorgado a la empresa Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A., con numero VITAL 3500830023758423005 con fecha del 23 de marzo del 2023 y numero de radicación 2023059404-1-000 Resolución 00108 del 2023.

- **Parcelas para la caracterización de unidades de Arbustal y Vegetación secundaria**

Este tipo de parcelas, se consideraron para la caracterización de unidades de vegetación secundaria y arbustal de 0.01 ha, donde, se colectó la información en 9 subunidades de 10 metros de ancho y 10 metros de largo (100 m²), realizando el levantamiento para toda la vegetación en estado fustal; para la categoría latizal en las parcelas de 0.01 ha se levantó una (1) subparcela de 5 metros largo por 5 de ancho (25 m²), y para la categoría brinzal se levantó una subunidad de 2 metros de ancho por 2 de largo (4 m²) véase la Figura 2-27 se muestra a continuación.

Figura 2-27 Parcelas para caracterización de vegetación secundaria y Arbustal de 0,01 ha

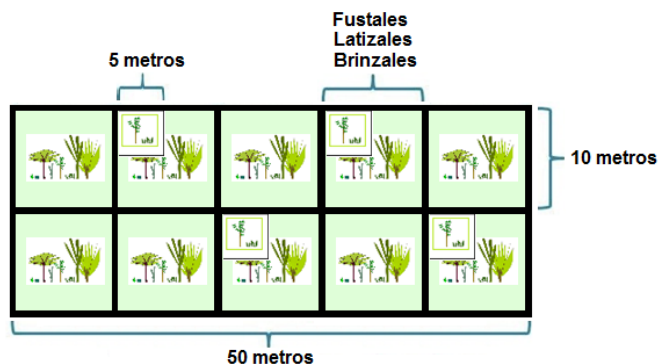


Fuente: INGEDISA S.A, 2023

- **Parcelas para la caracterización de unidades de Pastos arbolados**

Para la caracterización de los pastos arbolados identificados en el área de influencia del proyecto se tuvieron en cuenta transectos de 20 metros de ancho por 50 metros de largo. para la categoría de los latizales (Diámetros; DAP < 10cm y > a 2,5 cm), se seleccionarán cuatro (4) subunidades de cinco (5) metros de ancho por cinco (5) de largo (25 m²), al interior de esta misma unidad se consolidarán las parcelas para los brinzales, con un área de 4 m², correspondiente a dos (2) metros de largo por dos (2) de ancho.


Figura 2-28 Parcelas para la caracterización de pastos arbolados



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

– **Materiales de campo**

Los materiales de campo utilizados para ejecutar la recolección de información primaria en el área de influencia del proyecto se describen a continuación:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 133

- Cámara fotográfica, GPS marca Garmin 64s y planos cartográficos del área de influencia del componente biótico.
- Formatos para captura y registro de datos de los individuos inventariados.
- Cinta diamétrica, cinta métrica, cuerda y estacas.
- Pintura de aceite color amarillo.
- Prensa, bolsas ziploc, cinta de enmascarar, alcohol al 70%, costal de fique para muestras botánicas
- Desjarretadora y tijeras podadoras.

Fase campo

Durante la etapa de campo se realizó la actualización y verificación de las unidades de cobertura definidas previamente, a través de puntos de control en cada una de ellas, corroborando la información y tomando como soporte de ello un registro fotográfico.

Con la ayuda de un GPS se levantaron las unidades muestrales para los ecosistemas naturales y seminaturales identificadas previamente, se hace un reconocimiento de la información de las especies de flora de la zona. En las unidades muestrales, se caracterizaron especies fustales, latizales y brinzales (regeneración natural), cumpliendo para el muestreo con un error superior que no sea superior al 15% y manteniendo una probabilidad del 95%. Para los fustales; en cada transecto instalado se procedió a tomar coordenadas del punto de inicio y punto final del mismo, soportado de un registro fotográfico.


Para la ubicación espacial y georreferenciación de las unidades muestrales, se realizó la captura a través del uso de dispositivos digitales tales como Personal Digital Assistant PDA conocidos normalmente como ordenadores de mano y/o GPS sigla en inglés “Global Positioning System” que en español significa “sistema de posicionamiento global”, es un sistema de navegación, en órbita sobre el planeta tierra que envía información sobre la posición de una persona u objeto en cualquier horario y condiciones climáticas..

– Conformación de las unidades de muestreo

Las unidades de muestreo se han conformado a partir de la definición de un eje central con una longitud de la máxima extensión que presentan en su configuración, este eje fue demarcado por una cinta o cuerda, luego, hacia cada lado del eje se establecen las distancias para conformar la unidad de muestreo y las subunidades descritas anteriormente, necesarias para el muestreo de la regeneración natural; estas subunidades fueron demarcadas con pintura o señales (cuerda, cintas de diferente color), evitando de esta forma la necesidad de estacas o marcación con elementos no necesarios para dicha actividad.

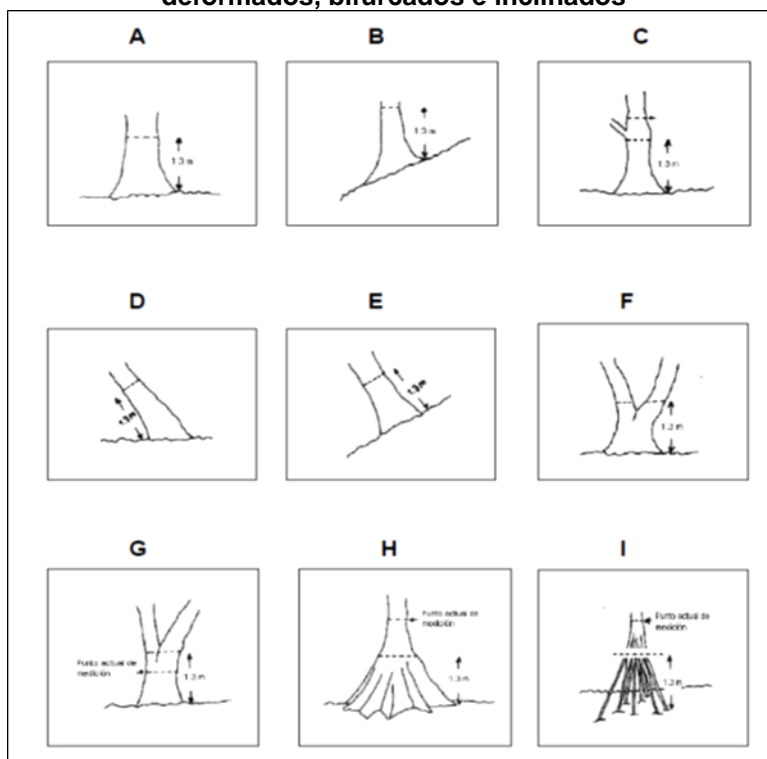
– Registro de variables y datos

Las variables dasométricas que se consideraron para la captura de información en campo, corresponden inicialmente al DAP (diámetro a la altura del pecho=1.30 m), para esta, se tomó como referencia una guía en campo previamente establecida, normalmente es una

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 134

vara de madera que tiene una guía que posee una marca la altura ya mencionada. Se puede observar la forma en la que se captura la información relacionada con el DAP para los individuos presentes en el AIB que comprenden la flora objetivo del presente estudio. Cabe anotar, que el DAP es la variable determinante en la clasificación de la categoría de desarrollo de los individuos; a saber: Fustal (Diámetros; $DAP \geq 10$ cm), Latizal (Diámetros; $DAP < 10$ cm y $> a 2,5$ cm), Brinzal ($DAP < 2.5$ cm y altura mayor a 30 cm)

Figura 2-29 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles rectos, deformados, bifurcados e inclinados




Fuente: MELO, Omar; VARGAS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, Carder, Corpocaldas, Cortolima, 2003, p. 4-7.

En cuanto a las alturas correspondientes a la captura de información de la estructura vertical, se establecen tres variables que permitirán en análisis de las poblaciones vegetales, estas corresponden a:

Altura total: Entendida como la longitud que se presenta desde la base del árbol sobre la superficie del suelo hasta su ápice.

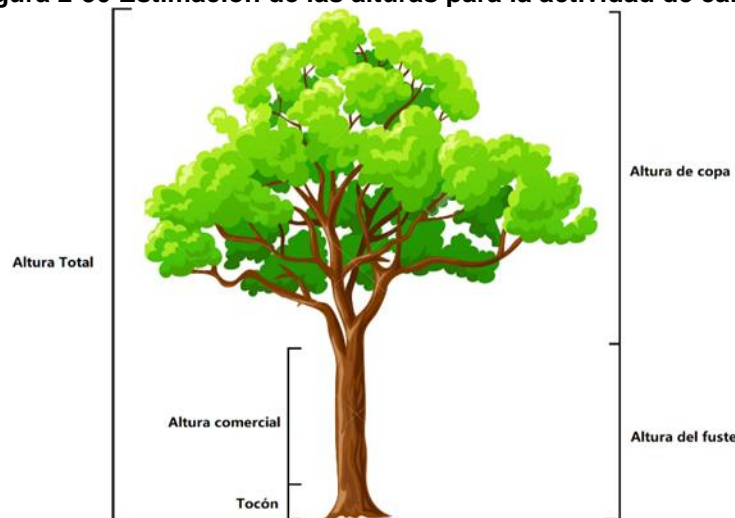
Altura fustal: La cual, corresponde a la longitud desde la base del árbol hasta la primera ramificación.

Altura comercial: Es la altura que se define en términos dasométricos como la longitud entre el tocón y un diámetro superior mínimo aprovechable para algún uso en particular. Cabe anotar, que esta es definida plenamente por los profesionales en campo, integrando criterios que permitirían un uso adecuado de las piezas comerciales que puedan obtenerse

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 135

del producto del aprovechamiento forestal.

Figura 2-30 Estimación de las alturas para la actividad de campo



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Finalmente, se consignaron en los formatos o equipos de campo los atributos en tanto a ubicación espacial en la parcela de los individuos, en los ejes “X” y “Y”, permitiendo la elaboración de los perfiles de vegetación, que además están sustentados con la captura de la información de copas y su proyección (X y Y). Los perfiles de vegetación serán procesados en el caso de encontrar coberturas naturales boscosas, en lo que sea viable mostrar la aplicabilidad de estos para el análisis de los diferentes doseles. En el caso particular del proyecto, no se tienen coberturas boscosas arbóreas, por lo cual, en análisis del perfil de vegetación no aporta en términos de análisis, variables importantes para las poblaciones vegetales presentes en el área de influencia físico biótica paisaje.

– **Marcación de individuos**

Para la caracterización en campo se conformaron cuadrillas, las cuales, trabajaron de manera paralela en diferentes puntos del área de estudio, cada equipo de trabajo o cuadrilla fue conformada por un profesional idóneo y dos auxiliares de campo. A cada una de las cuadrillas, se les asignó una letra del alfabeto, esta codificación hace parte de la marcación de las parcelas.

Con el fin de identificar las parcelas, se elaboró una marca en un árbol, permitiendo una identificación rápida y evidente de la siguiente manera (P1, P2...), se marcó numéricamente de forma consecutiva acompañado del código de la comisión correspondiente, ejemplo


Cuadrilla 1:

P1-A

P2-A

P3-A

Una vez localizado el punto de muestreo por cada una de las cuadrillas, se dio inicio con el

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 136

establecimiento de la parcela de acuerdo con las especificaciones de tamaño y forma descritas en los numerales anteriores. Se usó fibra sintética con la longitud en metros de acuerdo con el esquema de parcela establecido, señalando el eje de la parcela.

Fotografía 2-3 Demarcación de la parcela.



Localidad: Usaquén-Barrio: Torca
 Coordenadas: E 4884690.39-N 2088272.55
 Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Posteriormente, se procedió a realizar la marcación de la parcela y la marcación de los respectivos árboles de categoría fustal. La marcación de árboles se realizó de forma numérica, llevando un consecutivo en la conformación de las parcelas, a la vez, en el primer y último individuo, con una marca con el código de la unidad de muestreo (parcela).

Durante el proceso de marcación de la parcela y de los individuos de tipo fustal y latizal (en caso de requerirse), se usó pintura de tránsito pesado, con el fin de garantizar la permanencia. Para la marcación se generó una superficie adecuada a una altura visible y tratando de tener el mismo sentido de orientación. Los latizales, han sido marcados con una “X”. Los individuos de tipo brinzal no fueron marcados debido al tamaño de estos.

– Registro de datos en campo

• Formatos de campo

Una vez se ha conformado la parcela con la previa actividad de revisión y validación de coberturas, partiendo del diseño empleado para el muestreo, se procedió a diligenciar la totalidad de los campos de los formatos de campo. Estos formatos se realizaron para la flora en la categoría fustal y la que conforma la regeneración natural.


[illegible]

Figura 2-32 Formato para la captura de información de la regeneración natural

[illegible]

- **Recolección preservación y determinación de material vegetal**

Al momento de coleccionar un espécimen botánico, se diligenció el formato de campo correspondiente a muestras botánicas y las libretas de campo que llevan el control del material y registros de cada profesional, de tal forma que quedó en evidencia la toma del registro

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 138

Para el empaque o prensado de las muestras, se utilizó papel periódico, que se rotula en la parte central del extremo inferior de la hoja y por medio de un código, con el consecutivo numérico definido para los fustales y el número de parcela y consecutivo del individuo para los individuos latizales y brinzales.

Las muestras colectadas, fueron etiquetadas con fecha de recolección, nombre del recolector, municipio, vereda, altitud, número de árbol (GPS), en lo posible nombre común, entre otros, cumpliendo con los aspectos necesarios para su posterior determinación, secado, etiquetado y depósito.

El material vegetal fue tomado con un tamaño aproximado de 30*40 cm, y se depositó en bolsas plásticas transparentes marcadas, que fueron dispuestas en un costal. Al final de cada día se alcoholizaron, con una solución de alcohol etílico al 70% y fueron prensadas, siguiendo los lineamientos aprobados en el “El permiso de Recolección de Especímenes de Especies Silvestre de la Diversidad Biológica Con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales”, otorgado a la empresa Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A., con numero VITAL 3500830023758423005 con fecha del 23 de marzo del 2023 y numero de radicación 2023059404-1-000 Resolución 00108 del 2023.

Fase poscampo

– Fase de análisis



De forma inmediatamente posterior a la captura de información en la fase de campo, se realizó su procesamiento, diligenciamiento y organización en las bases de datos para el análisis del componente; a continuación, se precisa la metodología que está orientada al análisis de la información para la caracterización del componente flora. Se distinguen dentro de los análisis, los aspectos cualitativos y cuantitativos; respecto a los primeros se habla de la composición florística, que se refiere a las especies presentes, identificadas en las parcelas de muestreo; en cuanto al factor cuantitativo, se habla del análisis estructural, mediante el cual se evalúa el comportamiento de la vegetación, según resultado y ecosistema boscoso, de acuerdo con los resultados obtenidos de las variables medibles y cuantificables.

– Representatividad del muestreo

Para estimar la representatividad del muestreo fue implementado el programa EstimateS 9.0®¹⁴², el cual es una herramienta útil para realizar curvas de acumulación, este parte de los datos provenientes de un sistema de muestreo¹⁴³. En el caso particular del proyecto; partió de la relación logarítmica entre el número de especies registradas -vs- unidades muestreadas (se consignaron matrices de entrada con presencia –ausencia y abundancias de las taxas), el cual aleatoriza toda la información y realiza cálculos estimando el comportamiento de la comunidad en una proyección de especies esperadas según las observadas; en este sentido las curvas de acumulación tienen en cuenta el número de

¹⁴² Colwell, R. K. (2013). EstimateS (9.1.0) [software]. Recuperado de <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>

¹⁴³ Villarreal, H. Á. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programas de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 139

especies como su diferenciación en especies raras o comunes.

Para las curvas se utilizaron estimadores basados en datos de abundancia (CHAO 1 y ACE), como estimadores basados en presencia-ausencia (CHAO 2 e ICE). El estimador ACE utiliza para las estimaciones para diez o menos individuos por muestra¹⁴⁴, por su parte CHAO 2, utiliza datos de incidencia, toma en cuenta la distribución de las especies entre las muestras y es recomendable para muestras pequeñas¹⁴⁵; e ICE utiliza datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, a partir de la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes¹⁴⁶.

En los casos donde la curva de acumulación fue asintótica, se indicó que, aunque se aumentara el número de unidades de muestreo, no se incrementaría el número de especies, por lo que se tuvo un muestreo representativo, al alcanzar un muestreo con una acumulación de especies superior al 85% para los estimadores evaluados.

– **Análisis de la estructura horizontal**

La estructura horizontal permite la evaluación del comportamiento de los individuos arbóreos dentro de las distintas coberturas a partir de índices que expresan la ocurrencia de especies, importancia ecológica dentro de la unidad muestreada, abundancia, frecuencia y dominancia, siendo la suma relativa de esta variable el índice de valor de importancia (Melo & Vargas¹⁴⁷, 2003).

○ Abundancia:

La abundancia absoluta (Aa) se refiere al número de árboles pertenecientes a una especie. La abundancia relativa se define como la relación que existe entre el número de árboles de cada especie y el total de individuos identificados en el muestreo expresada en términos de porcentaje (Melo & Vargas, 2003). Para la interpretación de los resultados obtenidos se puede contrastar con lo indicado en la

$$Aba = \frac{N}{NT} * 100$$

N= Número de individuos por especie
NT=Número total de individuos

$$AbR = \frac{Aba}{AbT} * 100$$

AbT= Suma de las abundancias absolutas

Tabla 2-62 Características del porcentaje de abundancia relativa



Rango (ar%)	Característica
<1	Pobre

¹⁴⁴ Lee, S. M. y A. Chao. 1994. Estimating population size via sample coverage for close capture-recapture models. *Biometrics* 50:88-97.

¹⁴⁵ Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza, 84 p.

¹⁴⁶ Colwell, R. K. (2013). EstimateS (9.1.0) [software]. Recuperado de <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>

¹⁴⁷ Melo & Vargas. Op. Cit. 76p.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 140

Rango (ar%)	Característica
1-10	Escasa
10.1-25	No numerosa
25.1-50	Abundante
>50	Muy abundante/dominante

Fuente: Protocolo revisión de PMF, Gobernanza Forestal MADS, 2014 adaptado por INGEDISA S.A., 2023

○ Frecuencia:

A partir de los resultados, se determinó que la frecuencia es la presencia o ausencia de una especie en las unidades de muestreo, en este sentido se tuvo en cuenta que es muy frecuente cuando se encuentra en todas las unidades muestreadas (100%), y para los casos en que la especie solo se encuentra distribuida en una unidad muestreada se considera muy poco frecuente (20%).

$$FA = \frac{U}{T} * 100$$

U = Número de unidades de muestreo en que ocurre una especie
T = Número total de unidades de muestreo

$$FR = \frac{FA}{Ft} * 100$$

Ft = Suma de las frecuencias absolutas

Según la frecuencia relativa, para realizar los histogramas de frecuencia, se agrupan las especies en las siguientes clases (Ver Tabla 2-63):

Tabla 2-63. Características según la frecuencia relativa.

Clase de frecuencia	Rango (FR%)	Característica
I	0-20	Rara o muy poco frecuente
II	20.1-40	Ocasional o poco frecuente
III	40.1-60	Habitual o frecuente
IV	60.1-80	Frecuente o bastante frecuente
V	>80.1	Común o muy frecuente

Fuente: MORENO, R., et al. Protocolo para la revisión y evaluación de planes de manejo Forestal. Posicionamiento de la gobernanza forestal en Colombia. Unión Europea y Corporación Autónoma Regional de Risaralda, CO, 2015. adaptado por INGEDISA S.A., 2023

○ Dominancia:

La dominancia se define como el espacio ocupado en términos de área por las especies, se define como la suma de las proyecciones horizontales de las áreas basales de los árboles sobre el terreno (Melo & Vargas¹⁴⁸, 2003).

G_i = Área basal en m² para la misma especie

$$G_i = (p / 40000) \cdot \sum d_i^2$$

d_i = DAP (cm) de los individuos de la misma especie
 $p_i = 3,1416$

¹⁴⁸ Ibid. 76p.

La dominancia relativa (DR) se calcula a partir del área basal calculada en área para cada especie sobre el área total evaluada, esta se expresa en porcentaje. Su interpretación se puede apreciar en la Tabla 2-64.

$$DR = \frac{Gi}{AT}$$

Gi = dominancia absoluta de cada especie
AT = área basal total en el área muestreada

Tabla 2-64. Características según la dominancia relativa

Rango (DR%)	Característica
0-20	Pobre
20.1-40	Escasa
40.1-60	Media
60.1-80	Abundante
80.1-100	Dominante

Fuente: MORENO, R., et al. Protocolo para la revisión y evaluación de planes de manejo Forestal. Posicionamiento de la gobernanza forestal en Colombia. Unión Europea y Corporación Autónoma Regional de Risaralda, CO, 2015.

$$D = \frac{N^{\circ} \text{ de árboles muestreados}}{\text{Área de la muestra en Ha}}$$

○ Índice de valor de importancia (IVI):

El índice de valor de importancia es la mezcla de expresiones de la diversidad y parámetros fisionómicos. El I.V.I. (Melo & Vargas, 2003) es un valor en porcentaje que permite comparar la importancia o peso ecológico de cada especie dentro de la población. Se expresa como la sumatoria de la abundancia, frecuencia y dominancia relativas de las especies. Para la representación de los resultados se considera la ubicación de las primeras 20 especies y el resto se agrupan en una sola categoría denominada especies raras u otras especies (Melo & Vargas¹⁴⁹, 2003).

$$IVI = \text{Abundancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

○ Clases diamétricas:



Para la determinación de las clases diamétricas se consideraron los intervalos de clase de acuerdo con el método de Sturges (CATIE, 2008)¹⁵⁰. El determinar las clases diamétricas permite identificar la distribución de los individuos en los diferentes estados juveniles (primeras clases) o adultos, con comportamiento en los histogramas de aplanado, en campana, en L o J invertida en las clases mayores que tienen pocos individuos o frecuencias bajas (Melo & Vargas, 2003).

$$K = 1 + 3.322 * \text{Log} (n)$$

K= Número de clases
Log= logaritmo con base 10
n= Número de observaciones en la muestra o población

¹⁴⁹ Ibid. 76p.

¹⁵⁰ CATIE. Evaluación y planificación del manejo forestal sostenible de paisaje en Hojancha, Costa Rica. 36p. 2008

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2 VERSIÓN: 00 PÁG. 142
--	---	--

Definido el número de clases se procede a calcular el ancho de clase:

$$Cp = \text{rango}/k = ((\text{valor máximo} - \text{Valor mínimo}) / K$$

○ Grado de sociabilidad:

Se entiende para el presente estudio como sociabilidad de las especies, a la forma en que se desarrollan los organismos en un determinado espacio, el que puede ser solitario y aislado, en masas de pequeños grupos de pocos individuos o pequeños grupos o connados, como individuos en manchas extensas entendido como la relación de la abundancia media por parcela dividido en la frecuencia absoluta (PAIMA, 2014).¹⁵¹

$$IS = \frac{\text{Abundancia media por parcela}}{\text{Frecuencia absoluta}} * 100$$

○ Grado de agregación:

El grado de agregación (GA) es una variable que muestra cuánto tienden al agrupamiento los individuos que componen una determinada cobertura; su valor siempre se mueve en tres (3) rangos. La interpretación del grado de agregación se hace teniendo en cuenta que si su valor es menor a uno (1), la especie se encuentra dispersa en la cobertura; si, por el contrario, se obtienen valores mayores o iguales a dos (2), esto refleja una distribución agrupada, mientras que valores entre uno (1) y dos (2), indican una tendencia al agrupamiento de la especie.

El GA determina la distribución espacial de las especies, siendo la expresión matemática de la densidad observada respecto a la densidad esperada.

$$G_a = \frac{D \text{ (Densidad observada)}}{d \text{ (Densidad esperada)}}$$

$$D = \frac{N^{\circ} \text{ total de árboles por especie}}{N^{\circ} \text{ total de parcelas muestreadas}}$$

$$d = -\log \left(\frac{1-F}{100} \right)$$

F = frecuencia absoluta de la especie



Conforme a este sistema los valores de D/d se valoran así:

$D/d > 1$: indica una tendencia al agrupamiento

$D/d > 2$: significa que la especie está agregada.

$D/d = 1$: significa que la especie tiene una distribución al azar.

¹⁵¹ PAIMA. Asociación y sociabilidad de las especies forestales de dos tipos de bosques del área de manejo forestal de la comunidad nativa Santa Mercedes río Putumayo. Lima, Perú. 2014

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2 VERSIÓN: 00 PÁG. 143
--	---	--

$D/d < 1$: es indicación de que la especie se halla dispersa.

– **Análisis de la estructura vertical**

Para el análisis de los patrones complejos entre el suelo y el dosel de las coberturas, que generalmente son representados por niveles o estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo) de los diferentes individuos pertenecientes a especies y familias; se consideró la tendencia dinámica de la naturaleza, debido a los estados cambiantes. Estos estados obedecen primeramente a una fase de claro (áreas que favorecen y permiten un ciclo de crecimiento y establecimiento de especies que hacen parte de diferentes gremios ecológicos), posterior reconstrucción y por último fase madura o de equilibrio, correspondiente a procesos de origen antrópico como también natural (Melo & Vargas, 2003).¹⁵²

La estructura vertical aplicada al estudio se realizó según la altura, diferenciando estratos, acorde con perfiles cualitativos o cuantitativos en relación con la altura total y altura del fuste (UNESCO, 1980)¹⁵³. Para analizar la estructura vertical, se procede a definir los estratos arbóreos: superior (Es), medio (Em) e inferior (Ei), dependiendo de la altura máxima y mínima.

Para la caracterización de la estructura vertical de las coberturas identificadas en el área de estudio se realizan los siguientes procesamientos y análisis.

○ Clases de altura:

Las clases altimétricas permiten analizar los estratos y correspondiente posición sociológica de los individuos, determinando así la función ecológica de los individuos por especie (Melo & Vargas, 2003)¹⁵⁴. Para la determinación de las clases altimétricas se consideró los intervalos de clase de acuerdo con el método de Sturges (CATIE, 2008)¹⁵⁵.

$$K = 1 + 3.322 * \text{Log} (n)$$

K= Número de clases
 Log= logaritmo en base 10
 n= Número de observaciones en la muestra o población

Definido el número de clases se procedió a calcular el ancho de clase:

$$Cp = \text{rango}/k = ((\text{valor máximo} - \text{Valor mínimo}) / K)$$

○ Diagrama de Ogawa:



Mediante el diagrama de Ogawa se determinaron los diferentes estratos, a partir de la construcción de gráficas, que muestran la relación de las alturas totales con las comerciales, en un plano cartesiano, en las abscisas las alturas comerciales y en las

¹⁵² Melo & Vargas. Op. Cit. 76p.

¹⁵³ UNESCO. (1980). Ecosistemas de los bosques tropicales. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

¹⁵⁴ Melo & Vargas. Op. Cit. 76p.

¹⁵⁵ CATIE. Op.cit. 84p.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 144

ordenadas alturas totales. A partir de la construcción se busca evidenciar enjambres de puntos que puedan ser diferenciados como estratos de la vegetación, infiriendo de acuerdo con la configuración espacial de los datos, procesos sucesionales y estructurales (UNESCO, 1980)¹⁵⁶.

○ Posición sociológica:

La posición sociológica permite determinar la importancia de las especies a partir de los diferentes estratos que pueden componer una cobertura boscosa. Si una especie en particular tiende a estar presente en todos los estratos, tiene un lugar determinado en la posición del bosque, asegurando hacer parte de la estructura y composición florística.

Para proceder a evaluar la posición sociológica, se divide la población muestreada en tres (3) estratos, superior (Es), medio (Em) e inferior (Ei). Para determinar la amplitud de las clases se determina la diferencia entre los valores extremos de las alturas identificadas. Posteriormente se asigna un valor fitosociológico a cada sub-estrato, dividiendo el número de individuos en cada uno de los substratos en el número de individuos de las especies registradas para la cobertura (FINOL, 1976)¹⁵⁷.

$$Vf = \frac{n}{N}$$

VF= Valor fitosociológico
n= Número de individuos del substrato
N=Número total de individuos de todas las especies.

Finalmente se procedió al cálculo de la posición sociológica de cada una de las especies que componen la cobertura, sumando los valores fitosociológicos en cada substrato.

$$PSabs = VF \text{ superior} * n + Vf \text{ medio} * n + Vf \text{ inferior} * n$$

PSabs= Posición sociológica absoluta de la especie

VF= Valor fitosociológico del substrato

n= N° de Individuos de cada especie

La posición sociológica (PS%) de cada especie se define como la posición sociológica absoluta sobre la sumatoria de los valores absolutos:

$$PS\% = \frac{PS \text{ Abs de cada especie}}{\sum PS \text{ Abs}}$$

– **Diversidad**

A partir de la información primaria del número de individuos y especies, se determinó la riqueza en términos de composición florística. Para la determinación y análisis de la diversidad se estima el coeficiente de mezcla (Cm), grado de agregación, índice de riqueza de especies de Margalef; además del índice estructural de diversidad de Shannon y el

¹⁵⁶ CORRAL RIVAS, Sacramento. Herramientas para la gestión de los bosques mixtos e irregulares del Estado de Durango, México. 2015.

¹⁵⁷ FINOL. (1976). Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la Reserva Forestal del Caparo. Barinas.

índice de equidad de Simpson.

La diversidad biológica se refiere a la variedad y abundancia de especies, a su composición genética y a las comunidades, ecosistemas y paisajes en los cuales esta ocurre; igualmente se refiere a las estructuras ecológicas, funciones y procesos en todos estos niveles.

La diversidad se compone de dos elementos: variedad o riqueza y abundancia relativa de especies, su expresión se logra mediante el registro del número de especies, la descripción de la abundancia relativa o mediante el uso de una medida que combine los dos componentes (Magurran, 1988)¹⁵⁸.

La información sobre el número de especies presentes se utiliza para determinar la riqueza de especies, por medio de la aplicación del índice de riqueza de especies de Margalef, el índice estructural de diversidad de Shannon y el índice de equidad de Simpson, a través de las siguientes formulas:

- Índice de diversidad de Shannon (H'):

El índice de Shannon-Wiener mide la heterogeneidad de una comunidad vegetal, donde el valor máximo corresponde al indicador donde todas las especies son igual de abundantes. La homogeneidad que muestre la comunidad estudiada es equivalente a la proporción entre la diversidad y la diversidad máxima esperada. El índice de diversidad de Shannon permite calcular la suma de probabilidades de las especies y la homogeneidad de la distribución para una cantidad de especies (Melo & Vargas, 2003)¹⁵⁹. (Véase Tabla 2-65)

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i)$$

$$E = \frac{H'}{\ln(s)}$$

H' = Diversidad de Shannon

pi = (ni / N) = abundancia proporcional (relativa)

E = Uniformidad de Shannon

S = Número total de especies en el muestreo

Tabla 2-65. Características del índice de diversidad de Shannon.

Shannon (H)	Característica
<1	Muy baja diversidad
1-1,8	Baja diversidad
1,8-2,1	Diversidad media
2,1-2,3	Alta diversidad
>2,3	Muy alta diversidad

Fuente: Protocolo revisión de PMF, Gobernanza Forestal MADS, 2014 adaptado por INGEDISA S.A., 2023

- Índice de diversidad de Magalef (Dmg):

A partir del índice de Dmg o índice de densidad de las especies, se realizó una proyección del número de especies por muestra, en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra, suponiendo la existencia de una relación entre el número de especies y el número total de individuos. El resultado para el índice de Margalef cuando es igual a cero

¹⁵⁸ Magurran, A. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179p.

¹⁵⁹ Melo & Vargas. Op. Cit. 76p.

(0) indica la existencia de una sola especie (Melo & Vargas, 2003)¹⁶⁰. (Véase Tabla 2-66)

$$D = \sum p_i^2$$

$$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

p_i = Abundancia proporcional
 n_i = Número de individuos de misma especie
 N = Número de individuos totales

Tabla 2-66. Características del índice de riqueza de Margalef

Margalef (DMg)	Característica
<1	Muy baja diversidad
1-2	Baja diversidad
2-2,7	Diversidad media
2,7-3	Alta diversidad
>3	Muy alta diversidad

Fuente: Protocolo revisión de PMF, Gobernanza Forestal MADS, 2014 adaptado por INGEDISA S.A., 2023

El índice de Margalef es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

○ Índice de equidad de Simpson:

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde: **p_i** = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.


El índice de Simpson se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad tomados al azar pertenezcan a la misma especie, mide el grado de concentración y varía entre 0 y 1, cuando la diversidad es baja tiende a 1.

Para la interpretación de este índice, los valores numéricos se expresan en forma recíproca ($1/\lambda$), de esta manera son directamente proporcional a la diversidad.

• **Cociente de mezcla**

El índice de mezcla expresa la relación que existe entre el número de especies y el número total de individuos, dando una idea parcial de la intensidad de mezcla, además de un

¹⁶⁰ Ibid. 76p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 147

acercamiento al nivel de heterogeneidad de los bosques (Melo & Vargas, 2003)¹⁶¹

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

S: Número total de especies en el muestreo
N: Número total de individuos en el muestreo

– Cociente de mezcla

El índice de mezcla expresa la relación que existe entre el número de especies y el número total de individuos, dando una idea parcial de la intensidad de mezcla, además de un acercamiento al nivel de heterogeneidad de los bosques (Melo & Vargas, 2003)¹⁶²

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

S: Número total de especies en el muestreo
N: Número total de individuos en el muestreo

– Medidas de similitud

Dentro de éstas, se encuentran los índices de similitud de Jaccard y Sorensen, los cuales comparan las especies compartidas por dos (2) comunidades sin tener en cuenta las abundancias.

Estos índices por no tener en cuenta la distribución de las abundancias, pueden considerar dos comunidades como similares a pesar de que sus estructuras sean totalmente diferentes.

○ Índice de similitud de Sorensen-Jaccard:

El índice de Sorensen o Jaccard permite identificar para dos muestras con datos cualitativos la similitud entre las abundancias de los individuos para los ecosistemas objetivo, permitiendo identificar la variabilidad entre las abundancias entre las especies compartidas. Para dicho fin, se seleccionaron dos unidades muestrales (Parcelas) determinando dicho índice.

$$I = \frac{2pN}{aN + bN}$$

aN = número total de individuos en el sitio A
 bN = número total de individuos en el sitio A
 pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios

– Dinámica sucesional y regeneración natural

La regeneración permite que las especies puedan garantizar su permanencia y extenderse en los territorios a través del tiempo; existen fenómenos naturales y antrópicos que potencian los procesos de sucesión y regeneración, como puede ser la caída de árboles y

¹⁶¹ Ibid. 76p.

¹⁶² Ibid. 76p.

consecuente dinámica de claros, que determinan el rango de nuevos hábitats (Melo & Vargas, 2003).

El análisis de la regeneración natural para cada tipo de cobertura hace énfasis en el comportamiento de la estructura y composición florística. De acuerdo con lo anterior, a continuación, se describe la metodología para la regeneración natural y dinámica sucesiones.

- Dinámica sucesional:

Para la caracterización de la regeneración natural se sigue el procedimiento metodológico señalado para el análisis de posición sociológica de los individuos en estado fustal (Ver acápite Estructura vertical, Posición sociológica). Para el presente análisis se realiza el ajuste a los estratos por categorías de tamaño de la regeneración natural latizal y brinzal.

A continuación, en la Tabla 2-67, se muestran las categorías que serán asignadas a los individuos en la categoría de la regeneración natural.

Tabla 2-67 Categorías definidas para la clasificación de la regeneración natural

CATEGORÍA	RANGOS
Ct1	< 0.3 m
Ct2	0.3 – 1.5 m
Ct3	1.5 – 5 m (DAP<10cm)

Fuente: MELO, Omar; VARGAS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, Carder, Corpocaldas, Cortolima, 2003. adaptado por INGEDISA S.A., 2023



Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a realizar el cálculo de la regeneración natural relativa con la siguiente fórmula:

$$RN\% = AR + FR + CTR$$

RN% = Regeneración natural relativa
 AR= Abundancia relativa
 FR= Frecuencia relativa
 CTR= Categoría de tamaño relativa

- **Determinación de especies en veda, endémicas, amenazadas o en peligro crítico, con valor científico y cultural**

Para dar cumplimiento con la reglamentación de especies clasificadas como tal, se realizó la identificación de las especies con alguna categoría especial: endémicas, vedadas o amenazadas, ello se realiza consultando a nivel nacional la resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de especies amenazadas, bases de datos de la ANLA, especies en categoría de amenaza declaradas por la UICN, apéndices de la CITES, registros en IAvH, además, estados de vedas nacionales en la legislación actual contempladas dentro de la normatividad para flora de la SDA (de orden nacional), información de vedas de la CAR (Acuerdo 21 de 2018). Finalmente, para conocer el uso dado a las especies, se consultó fuentes de información local (consultas a la comunidad aledaña y baquianos). Además de las fuentes locales, se realiza la consulta en fuentes

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 149

internacionales disponibles en la web como The Plant List, The International Plants Name Index, Integrated Taxonomic Information System, catálogo de la biodiversidad de Colombia, el catálogo de líquenes y plantas de Colombia.

Tabla 2-68 Normatividad aplicable a especies en estado de veda grados de amenaza o endémicas

Entidad-norma	Descripción	Propósito de consulta
Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)- Resolución 1912 de 2017	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.	Determinación especies con alguna categoría de Amenaza
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza	Lista roja (UICN)-(www.iucnredlist.org, Versión 2015.4)	Determinación especies con alguna categoría de amenaza.
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).	Los libros rojos de plantas de Colombia (volúmenes I al VI)	Determinación especies con alguna categoría de amenaza.
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (www.cites.org, apéndices en vigor a partir del 05 de febrero de 2015).	Determinación de especies con comercio internacional prohibido
Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA). Resoluciones 0213 de 1977, 0316 de 1974, 0801 de 1977.	Veda indefinidamente y en todo el territorio nacional el aprovechamiento de las especies descritas en las resoluciones.	Consulta de especies en veda a nivel nacional.



*Los endemismos fueron consultados en monografías sobre cada uno de los grupos taxonómicos identificados, además de artículos disponibles sobre revisiones distribución de especies, consulta de herbarios virtuales (Universidad Nacional de Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas) y el catálogo de plantas de Colombia (Universidad Nacional de Colombia).

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Análisis de fragmentación y conectividad ecológica

Área de análisis

El análisis de fragmentación y conectividad ecológica fue realizado para el área de influencia físico-biótica-paisaje, ya que durante el proceso de delimitación se abarcaron aquellos parches de cobertura natural y seminatural que serán objeto de intervención por las obras del proyecto, cuyos límites fueron acotados con base en la presencia de vías, zonas de transición de la cobertura, los afluentes o humedales, límites de infraestructura antrópica que, funcionan como barreras para la dispersión o movilidad de la fauna, condicionado los nichos de las especies, permitiendo así definir la trascendencia de impactos sobre las coberturas, la fauna y flora, ver detalle en Capítulo 4 Área de influencia.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 150

Temporalidades analizadas

El término “temporalidad”, en este caso, refiere a las épocas cuyas condiciones de cobertura permiten al investigador definir el grado de transformación del paisaje a lo largo del tiempo. Para ello, se usan imágenes de épocas antiguas, cuyas características permiten la interpretación de coberturas. De este modo, se estimaron métricas de parche, clase y paisaje para dos (2) escenarios o temporalidades de análisis, uno correspondiente al escenario actual del paisaje de acuerdo con los insumos del proyecto para este análisis, y otro que vincula las características del paisaje de años anteriores, ello para poder establecer los cambios a lo largo de los años o los efectos en la composición de parches, forma, configuración y conectividad, principalmente a causa de las actividades existentes en el territorio.

Estos análisis permitirán establecer las condiciones actuales del área de influencia físico-biótica-paisaje y así definir zonas de importancia para la conservación de la fauna y flora. También se incluyó un análisis del escenario “con proyecto” a partir de la modelación del aprovechamiento forestal de las coberturas naturales y seminaturales interpretadas para el escenario actual, ello con el ánimo de identificar los impactos sobre los parches y la fauna.

Coberturas naturales y seminaturales analizadas (Unidad de análisis)

La estructura y composición del paisaje puede ser analizada en tres niveles correspondientes: en el nivel de fragmento, nivel de clase y nivel de paisaje, dependiendo de los objetivos del investigador¹⁶³ ¹⁶⁴. Para describir los cambios estructurales en la conectividad y establecer el grado de fragmentación del paisaje el nivel de análisis más apropiado corresponde al de clase (tipo de cobertura) ¹⁶⁵. El nivel de clase hace referencia al análisis de cada uno de los tipos de cobertura natural y seminatural definidas para el proyecto; la mayoría de las métricas en este nivel se pueden interpretar como índices de fragmentación dado que miden la configuración de los distintos tipos de cobertura en el paisaje¹⁶⁶.

Para este estudio se tuvieron en cuenta las unidades de cobertura vegetal de tipo natural y seminatural, incluyendo las zonas verdes urbanas, instalaciones recreativas, entre otras que presentan arbolado urbano, identificadas por medio de la metodología CORINE Land Cover para de esta manera estimar las métricas de clase y paisaje. De este modo, en el área de influencia físico-biótica-paisaje se identificaron un total de ocho (8) unidades de cobertura natural y seminatural, las cuales se relacionan en la Tabla 2-69.



Se resalta que las coberturas seminaturales como: las plantaciones forestales o zonas verdes urbanas fueron analizadas partiendo de que son coberturas que brindan hábitat y son fuente de recursos para las especies de fauna, favorecen la movilidad por el territorio y

¹⁶³ GUSTAFSON, E. J. Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art. En: Ecosystems, 1998, vol. 1, p. 143–156.

¹⁶⁴ MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S. A., NEEL, M. C., y ENE, E. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. University of Massachusetts. 2002.

¹⁶⁵ CORREA-AYRAM, C. A., MENDOZA, M. E., y LÓPEZ-GRANADOS, E. Análisis del cambio en la conectividad estructural del paisaje (1975-2008) de la cuenca del lago Cuitzeo, Michoacán, México. En: Revista de Geografía Norte Grande, 2014, vol. 59, p. 7–23.

¹⁶⁶ GUSTAFSON, E. J. Op. Cit., p. 143–156.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 151

permiten mantenimiento de nichos ecológicos, es por ello que, se consideraron en los análisis de conectividad estructural, composición, forma y configuración en el paisaje. Estas coberturas a pesar de ser transformadas por el hombre sirven como fuente de alimento particularmente para la avifauna, debido a la presencia de especies frutales, pero también sirven como zonas de paso de aves migratorias.

Tabla 2-69 Coberturas naturales y seminaturales analizadas

Nombre cobertura	Nomenclatura	Categoría
Pastos arbolados	232	Seminatural
Plantación forestal	315	
Vegetación secundaria alta	3231	Natural

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Métricas analizadas



Para el análisis de fragmentación y conectividad se estimaron métricas en el nivel de parche, clase y paisaje, haciendo un mayor énfasis en las métricas a nivel de clase. El análisis a nivel de clase parte de la estimación de métricas a nivel de cobertura que, para este caso, corresponden a las coberturas naturales y seminaturales definidas para el área de influencia. En tanto que, en el nivel de paisaje se estimaron métricas para todos los parches de cobertura, y en el nivel de parche, se estimaron métricas por cada fragmento para de este modo representar su dinámica en torno al tamaño (AREA), forma (SHAPE), dimensión fractal (FRAC), distancia euclidiana al vecino de su misma clase (ENN), área núcleo (CORE), índice de área núcleo (CAI), radio de giro (GYRATE), aislamiento (PROX) y perímetro.

En este orden de ideas, se presentaron los resultados en términos de composición, forma, configuración y conectividad en los distintos niveles de análisis. Se calcularon para este caso un total de 19 métricas en el nivel de clase y 23 métricas en el nivel de paisaje, como se puede apreciar en la Tabla 2-70. Para la estimación de métricas, las coberturas de la tierra identificadas para el área de influencia físico-biótica-paisaje fueron rasterizadas mediante el programa QGIS versión 3.8, usando una resolución de cinco (5) metros para la transformación de la capa vectorial; el formato ráster generado para el análisis fue de tipo GeoTIFF grid (*.tif).

A partir del ráster de coberturas, se generaron métricas a nivel de clase y de paisaje mediante el programa FRAGSTAT Versión 4.2¹⁶⁷, este es un programa de dominio público el cual desarrolla cálculos estadísticos espaciales, para cuantificar la composición, configuración y conectividad de objetos espaciales de una imagen ráster¹⁶⁸. Para la estimación del efecto de borde se estableció una longitud de 20 metros medidos desde el borde del fragmento hasta el límite con el área núcleo; este valor fue definido debido a que corresponde al área promedio de penetración de factores tensionantes de tipo antrópico, la cual fue definida a criterio del investigador con base a las condiciones del área de influencia físico-biótica-paisaje.

¹⁶⁷ MCGARIGAL, K. Op. Cit.

¹⁶⁸ CABACINHA, C. D., y CASTRO, S. S. Relationships between floristic diversity and vegetation indices, forest structure and landscape metrics of fragments in Brazilian Cerrado. En: Forest Ecology and Management, 2009, vol. 257, p. 2157–2165. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.02.030>



 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 152

La obtención de métricas se realizó bajo el supuesto de la regla de vecindad de ocho (8) vecinos, con el fin de definir los fragmentos y sus límites¹⁶⁹. La matriz importada al programa para la descripción de las clases de cobertura tuvo en cuenta los valores numéricos asignados a cada tipo de cobertura mediante la metodología CORINE Land Cover, así como sus símbolos correspondientes.



Tabla 2-70 Métricas analizadas a nivel de parche, clase de cobertura y paisaje

Métrica	Símbolo	Unidad	Nombre del índice	Descripción
Área-Borde	CA/TA	ha	Área de la clase/Área total	CA: Corresponde al área (ha) que ocupa la clase o cobertura en el área total del paisaje. TA: Corresponde al área total del paisaje (Marín Valencia, Toro Restrepo, y Uribe Soto 2008).
	PLAND	(%)	Porcentaje del paisaje	Porcentaje (%) ocupado por un tipo de cobertura en el total del paisaje. El valor se aproxima a 0 cuando el tipo de cobertura disminuye su área y se acerca a 100 cuando domina el total del paisaje (Turner 1990).
	LPI	(%)	Índice del fragmento más grande	Porcentaje (%) que ocupa el fragmento más grande de cada tipo de cobertura en el total del paisaje, si se calcula en el nivel de clase, de lo contrario corresponde al porcentaje que ocupa el fragmento más grande en el total del paisaje. El valor se aproxima a 0 cuando el área de fragmento más grande de la clase es muy pequeña y es igual a 100 cuando el total del paisaje consiste en un solo fragmento que ocupa el 100% del área del mismo (Forman 1995; Saura y Martínez-Millán 2001; With y King 1999).
	TE	m	Total borde	Corresponde a la suma de las longitudes de borde de todos los fragmentos que involucran el tipo de cobertura (Santos et al. 2016).
	ED	m ha ⁻¹	Densidad de borde	Corresponde a la suma de las longitudes de borde de todos los fragmentos en el paisaje dividido por el total de área del paisaje (Santos et al. 2016). El incremento en este valor usualmente indica fragmentación de parches. Si el (CORE) ÁREA incrementa y ED decrece, aumenta la ocurrencia de los mismos, así como una expansión de los parches existentes (Babí Almenar et al. 2019).
	MESH	(--)	Índice de tamaño efectivo de malla	De acuerdo con los lineamientos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), para cada fragmento de ecosistema natural y vegetación secundaria puede establecerse su tamaño e índice de tamaño efectivo de malla (MESH), el cual es fácil de estimar y tiene propiedades matemáticas que lo hacen útil como índice de conectividad, es decir como índice inverso de fragmentación (mayor tamaño efectivo de malla corresponde a <i>menor fragmentación</i> y viceversa). Este índice puede aplicarse al área de estudio en su conjunto (sin distinguir tipos de hábitats) o por separado a cada tipo de hábitats que sea de interés (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales 2018).



¹⁶⁹ MCGARIGAL, K. Op. Cit.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 153

Métrica	Símbolo	Unidad	Nombre del índice	Descripción
	AREA (MN, MD, SD, CV)	ha	Área del fragmento	AREA_MN: Corresponde al tamaño medio del fragmento. Muestra la superficie media de los parches individuales de cada tipo de cobertura (Aguilera 2010). El coeficiente de variación (CV) describe el área viable usado como hábitat de especies especialistas. Una reducción en el ÁREA al nivel de clase usualmente indica incremento en la fragmentación de coberturas. El ÁREA a nivel de parche provee la dimensión de cada parche, haciendo uso del mismo raster empleado para el análisis a nivel de clase, el cual puede ser usado en combinación con los resultados a nivel de clase para verificar cuales parches se encuentran por debajo del promedio ponderado de cada tipo de cobertura (Babí Almenar et al. 2019).
Forma	SHAPE (MN, MD, SD, CV)	(--)	Índice de forma	El índice de la forma aporta información sobre la complejidad geométrica de los fragmentos. Mide la relación entre el perímetro de un parche y el perímetro que tendría el fragmento más simple de la misma área, de acuerdo con ello mayores valores de este índice reflejarían un incremento en la complejidad de sus formas. SHAPE_MN hace referencia en este caso al valor medio del índice de forma para fragmentos del mismo tipo de cobertura. Los valores del índice tienden a uno (1) cuando los fragmentos son más regulares y van incrementando a medida que se vuelven más irregulares, sin un límite superior. Hace referencia al grado de compactación y complejidad de los fragmentos (Aguilera 2010; Alonso-F. et al. 2017).
	FRAC (MN, MD, SD, CV)	(--)	Índice de dimensión fractal	Es igual a dos veces el logaritmo del perímetro del parche (m) dividido por el logaritmo del área del parche (m ²); el perímetro es ajustado para corregir la parcialidad del raster en perímetros. Valores menores a uno indican formas poco complejas y mayores a 1 se relacionan a formas complejas (Cabacinha y Castro 2009; Marín Valencia et al. 2008).
	GYRATE_MN	(--)	Radio de giro	La compacidad media de los fragmentos (<i>Mean Compaction</i> o GYRATE_MN), proporciona una idea de la compacidad de los diversos parches o de su elongación. Este corresponde al valor medio para todos los fragmentos de una misma cobertura del parámetro radio de giro (GYRATE). Este es calculado para cada fragmento como la distancia de cada píxel al centroide de dicho fragmento. Cuanto más similares a la forma del círculo son estos parches, menores serán los valores del GYRATE y mayor será su compacidad, en tanto que, un mayor valor reflejará una mayor elongación de los fragmentos (Aguilera 2010).
Área núcleo	TCA	ha	Área núcleo total	Corresponde a la sumatoria de las áreas núcleo de los fragmentos del mismo tipo de cobertura para el análisis a nivel de clase. Para el nivel de paisaje corresponde a la sumatoria de áreas núcleo de todos los fragmentos (Santos et al. 2016).

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 154

Métrica	Símbolo	Unidad	Nombre del índice	Descripción
	CORE (MN, MD, SD, CV)	ha	Área núcleo	Corresponde al área (m ²) dentro del parche que no sufre efecto de borde, dividido en 10.000 para convertirlo en hectáreas (Cabacinha y Castro 2009). Es equivalente al promedio ponderado de la cantidad de área interna del parche de cada clase de cobertura; describe el área disponible como hábitat de especies especialistas teniendo en cuenta aquellas áreas externas del parche que no será usado por las mismas (Babí Almenar et al. 2019).
	CAI (MN, MD, SD, CV)	(%)	Índice de área núcleo	Corresponde al área núcleo del parche (m ²) dividido por el área total del fragmento (m ²) multiplicado por 100 para convertirlo en porcentaje; es igual al porcentaje de un parche que es área núcleo y por tanto no sufre efecto de borde (Cabacinha y Castro 2009).
Agregación	ENN (MN, MD, SD, CV)	m	Distancia euclidiana al vecino más cercano (radio de 1000 m)	Corresponde a la distancia en metros al fragmento de la misma clase más cercano, basado en la distancia más corta de borde a borde (Cabacinha y Castro 2009). Este mide la pérdida de conectividad estructural sin considerar las características de los demás tipos de cobertura o la presencia de barreras y como estas aumentan o reducen la capacidad de movimiento de las diferentes especies (Babí Almenar et al. 2019).
	PROX	(--)	Índice de proximidad (radio de 1000 m)	Corresponde a la suma del área del fragmento (m ²) dividido por la distancia cuadrada más cercana de borde a borde (m ²) entre el parche y el parche focal de todos los parches de cada clase de cobertura cuyos bordes se encuentran especificados a una distancia (m) del parche focal. Este índice muestra, en un radio de análisis definido, los parches de la misma clase, indicando la vecindad o contigüidad entre las coberturas (Cabacinha y Castro 2009; Marín Valencia et al. 2008).
	CONNECT	(%)	Índice de conectancia	Mide el grado de conexión física (%) entre los fragmentos que conforman un paisaje, siendo un indicador directo de conectividad espacial. Es definido por el número de enlaces funcionales entre fragmentos del mismo tipo de cobertura donde cada fragmento está conectado o no, basado en un criterio de distancia. El rango va de 0 a 100, donde es igual a 0 cuando la clase consiste de un solo fragmento o ninguno de los fragmentos está conectado, y es igual a 100 cuando todos los fragmentos de la clase están conectados (Kindlmann y Burel 2008; Mcgarigal et al. 2002).
	NP	Unidad	Número de parches	Corresponde al número de parches de un mismo tipo de cobertura, para un análisis a nivel de clase (Marín Valencia et al. 2008). A nivel de paisaje, corresponde al número total de parches en el área de estudio.
	PD	(#parches/100ha)	Densidad de parches	Número de fragmentos de un tipo de cobertura en 100 hectáreas. El valor mínimo de NP ocurre cuando el total del paisaje es dominado por un solo fragmento que ocupa toda el área del mismo (Franklin y Forman 1987; Saura y Martinez-Millan 2001).

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 155

Métrica	Símbolo	Unidad	Nombre del índice	Descripción
	COHESION	(--)	Índice de cohesión de parche	Mide el grado de agregación y la dominancia de las coberturas que conforman un paisaje determinado. En este sentido, es un indicador de la conectividad física de un paisaje o de un tipo de cobertura. Los resultados oscilan en un rango de 0 a 100, incrementando a medida que la agregación y la agrupación de las coberturas aumentan (Schumaker 1996).
Diversidad	PR	(#clases)	Riqueza de parches	La riqueza de parches (PR), refiere a la cantidad de clases de cobertura natural y seminatural presentes en el paisaje, en este caso, la variabilidad de parches.
	PRD	(#clases/ha)	Densidad de Riqueza de parches	Refiere a la variabilidad o riqueza de parches encontrada en una hectárea.
	SHDI	(--)	Índice de diversidad de Shannon	Este índice refleja la diversidad del paisaje basado en su composición, cuando se aproxima a cero solo existe una clase paisajística y aumenta debido al incremento de clases o coberturas, siendo sensibles a tipos de fragmento raros (Mcgarigal et al. 2002). Evalúa el incremento en la diversidad y heterogeneidad de las coberturas en el paisaje. Para la misma área de estudio, la disminución en sus valores indica aumentos en la homogenización de las clases de coberturas, lo cual puede ser interpretado como pérdida de hábitats (Babí Almenar et al. 2019).
	SHEI	(--)	Índice de equitatividad de Shannon	Equitatividad de Shannon (SHEI) (Pielou, 1975). Puede calcularse como: $SHEI = \frac{-\sum [p_i * \ln(p_i)]}{\ln(S)}$ Donde, S es el número de tipos de cobertura, pi es la proporción del tipo de cobertura i-ésimo. Sus valores oscilan entre 0 y 1; aquellos cercanos a 1 indican que las proporciones de cada tipo de cobertura son casi iguales, mientras que los cercanos a 0 indican que el paisaje se encuentra dominado por uno o unos pocos tipos de cobertura (Badii y Landeros 2007).



Nota: MN= Media; (--) = Sin unidad

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Conectividad ecológica

La conectividad ecológica puede ser valorada desde dos componentes fundamentales, el primero, corresponde al **componente estructural**, que lo determina el patrón espacial y la forma de conexión de los diferentes tipos de hábitat (parches) o coberturas del paisaje, en tanto que el **componente funcional** se asocia a la respuesta en la conducta de los individuos y especies ante la estructura física del paisaje, siendo influenciados por las características del hábitat, el grado de tolerancia a ambientes alterados y la fase de vida¹⁷⁰

¹⁷⁰ ALONSO-F., A. M., FINEGAN, B., BRENES, C., GÜNTER, S., y PALOMEQUE, X. Evaluación de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus-Yacuambi, Ecuador. En: Caldasia, 2017, vol. 39, no. 1., p. 140–156. <https://doi.org/10.15446/caldasias.v39n1.64324>

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 156

171.

Con base en ello, se valoró la conectividad estructural en función de la configuración de los parches de cobertura natural y seminatural, los cuales, favorecen el desplazamiento de la fauna, y por otra parte, se valoró la conectividad funcional reflejando los nichos de las especies en el paisaje, para de esta manera definir su distribución espacial o su patrón de ocurrencia conforme con la presencia de cuerpos de agua, vías, topografía del terreno, altura, infraestructura antrópica y las coberturas.

Para la estimación del índice de conectividad estructural (CONNECT), los umbrales de distancia que requiere el programa FRAGSTAT Versión 4.2 para el cálculo de esta métrica corresponden al espacio entre un fragmento y otro para así determinar la conectividad estructural, este umbral es definido a criterio del investigador de acuerdo con sus objetivos y los organismos de estudio, en este caso, se utilizó un amplio intervalo de umbrales de distancia con fines comparativos de manera que se puedan abarcar todos los requerimientos de movimiento de la fauna silvestre¹⁷².

En este sentido, se seleccionaron los umbrales de distancia para la estimación de la métrica de conectancia (CONNECT) de la siguiente manera: 500, 1000, 2000, 4000 y 6000 metros, debido a que el área de influencia cuenta con una extensión aproximada de 7 kilómetros, medidos desde sus límites más lejanos en los distintos planos de observación, por lo que se consideró apropiada esta escala de análisis. Por otra parte, para el análisis de configuración de parches en el paisaje, se empleó un radio de análisis de 1000 metros alrededor de cada fragmento.


En este caso, se estimó la conectividad estructural para todas las clases de cobertura natural y seminatural identificadas en el área de influencia físico-biótica-paisaje, en cada uno de los umbrales de distancia definidos, para de esta manera definir los parches o coberturas que más aportan en la conectividad o que constituyen corredores biológicos tomando en consideración los aspectos de la forma de los parches. Complementariamente, los resultados de las métricas de configuración de parches permitieron definir el patrón de conectividad estructural.

Para la evaluación de la conectividad funcional, los criterios de selección de los grupos biológicos fueron: comunidades o poblaciones con especies emblemáticas, endemismos, grado de amenaza, especies migratorias, con interés para la conservación, con registros en campo o cámaras trampa, características ecológicas contrastantes e información disponible sobre su ecología. Con base en ello, se seleccionaron cuatro grupos biológicos para el análisis de la conectividad funcional: aves, mamíferos, anfibios y reptiles, siendo analizadas especies particulares que representen el nicho de cada grupo.

Para la valoración de la conectividad funcional existen diversos métodos que incluyen la predicción de nicho y corredores de movimiento, así como la modelación de corredores de conectividad entre áreas de interés. A continuación, se presentan algunas de las metodologías más empleadas para dichos análisis, siendo elegidas partiendo de las

¹⁷¹ BENNETT, A. Enlazando el Paisaje: el papel de los corredores biológicos y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. IUCN. 2004.

¹⁷² ALONSO-F., A. M. Op. Cit. p. 140–156.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 157

características del área de influencia y las especies presentes.

Para la estimación de la conectividad funcional se validó el uso de dos (2) métodos de análisis, el primero corresponde al uso del programa “Corridor designer”, el cual constituye un juego de herramientas para ArcGIS cuyo propósito es crear modelos de hábitat y corredores¹⁷³. La entrada principal de la herramienta es el modelamiento de idoneidad de hábitat, el cual permite evaluar la calidad de hábitat para las especies y enmascarar el hábitat inadecuado. De este modo, los modelos de idoneidad de hábitat relacionan la idoneidad a capas de píxeles como coberturas, cuerpos de agua, vías, elevación, posición topográfica y disturbios humanos¹⁷⁴. De esta manera, “Corridor designer” construye los modelos de idoneidad de hábitat asignándole a cada factor un peso que refleja su importancia, los puntajes de idoneidad para todos los factores de hábitat son combinados para formar un solo mapa de hábitat con un puntaje para cada píxel¹⁷⁵. La capa resultante presenta cinco categorías de idoneidad de hábitat: hábitat evitado (valor cero en calidad de hábitat), fuertemente evitado (0–33), ocasionalmente usado (33–56), subóptimo (56–78) y óptimo (78–100), valores que son configurados en el ráster de salida.

Los fragmentos proporcionados por el mapa de salida son: fragmentos poblacionales, que hacen referencia a un área lo suficientemente grande para soportar una población por diez años y los fragmentos de reproducción que son áreas más pequeñas que un fragmento poblacional, pero lo suficientemente grandes como para soportar una pareja reproductiva y su cría en la época de reproducción, para este último caso, el cálculo se hace utilizando el rango de hogar¹⁷⁶.

Los insumos o datos requeridos por el programa son adquiridos por medio de muestreos en campo, mediante la revisión bibliográfica, encuesta a expertos o profesionales que participaron en los monitoreos de fauna (calidad de hábitat de las clases, rango de hogar, elevación, topografía). Para estos análisis es importante incluir el uso de la literatura para soportar la información cargada a la herramienta de acuerdo con lo sugerido por Clevenger et al., (2002)¹⁷⁷.

Como segunda medida, se validó el uso de modelos de calidad de hábitat a partir de las resistencias dadas por coberturas, zonas transformadas o artificializadas, ello a partir de la valoración de los requerimientos ecológicos de las especies seleccionadas para el análisis. Para la construcción de estos modelos, se identifican las áreas núcleo o zonas de interés para modelar corredores biológicos, ello a partir de mapas de aptitud o calidad de hábitat por medio de la herramienta Gnarly Landscape Utilities de ArcGis (<https://circuitscape.org/gnarly-landscape-utilities>) el cual genera una capa ráster de resistencia del paisaje basada en la robustez y la idoneidad del hábitat^{178 179}.

¹⁷³ BEIER, P., MAJKA, D. y JENNESS, J. Designing Wildlife Corridors with ArcGIS. Watsonville, CA. 2007. <http://corridordesign.org/>

¹⁷⁴ Ibid.



¹⁷⁵ Ibid.

¹⁷⁶ Ibid.

¹⁷⁷ CLEVENGER, A.P., WIERZCHOWSKI, J., CHRUSZCZ, B. y GUNSON, K. GIS-generated, expert-based models for identifying wildlife linkages and planning mitigation passages. En: Conservation Biology, 2002, vol. 16, no. 2, p. 503–514.

¹⁷⁸ MCRAE, B.H., A.J. SHIRK y J.T. PLATT. Gnarly Landscape Utilities: Resistance and Habitat Calculator User Guide. The Nature Conservancy, Fort Collins. 2013.

¹⁷⁹ MAILLARD, Oswaldo, Sixto ANGULO, Roberto VIDES-ALMONACID, Damián RUMIZ, Peter VOGT, Octavio MONROY-

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 158

Las variables a emplear para dicho ejercicio son el Modelo Digital del Terreno -DEM- categorizado en rangos de altura de 500 m, pendiente en cuatro rangos (0-25°, 25-45°, 45°-75°, >75°), también las coberturas de la tierra a partir de la metodología Corine Land Cover (Bosques y áreas seminaturales, territorios agrícolas, territorios artificializados, áreas húmedas y superficies de agua con sus respectivas subcategorías), afluentes y las barreras antrópicas como vías (primarios, secundarios, terciarios), presencia de proyectos lineales, entre otras. Así, se elabora el ráster de resistencia asumiendo una mayor resistencia del paisaje con mayor robustez, asignando a cada variable valores entre 0 (sin resistencia) a 100 (máxima resistencia), en tanto que, para el mapa de idoneidad del hábitat, se asignan valores de 0 (menor idoneidad) a 1 (mayor idoneidad).

Es así como la conectividad funcional de las poblaciones de especies de interés seleccionadas, es determinada con la herramienta Linkage Mapper de ArcGis (<https://www.circuitscape.org/linkagemapper>), la cual determina los enlaces de menor costo de rutas de movimiento (cost weighted) entre las áreas núcleo identificadas a partir del análisis de composición del paisaje o clases de cobertura¹⁸⁰, en este caso, las áreas protegidas o áreas de mayor importancia para la conservación como parches de cobertura natural. Por último, a los corredores identificados por Linkage Mapper se les asigna en ArcGis un área de amortiguamiento de entre 200 a 1 km a cada lado en base al tamaño promedio del rango de hogar de las especies¹⁸¹.

También se evaluó la necesidad de incluir modelaciones de nicho de especies a partir del programa MaxEnt 3.4.1k¹⁸², un software que implementa un algoritmo de máxima entropía a partir de registros de la especie en campo o por cámaras trampa; las variables a emplear pueden ser el DEM AsterGDEM, pendiente (grados), temperatura y precipitación media anual en base a WorldClim (<https://www.worldclim.org/>) entre otras fuentes de datos de acceso libre. Los resultados generados por MaxEnt son evaluados con base al área debajo de la curva ROC (AUC) y pruebas Jackknife para medir el efecto de cada variable utilizada. Posteriormente se realiza una reclasificación a un ráster discreto, obteniéndose el de hábitat potencial de la especie¹⁸³.

En este caso puntual, las metodologías expuestas fueron evaluadas a través de mesas de expertos de fauna y flora para luego elegir la más óptima en términos de representación de la conectividad funcional y corredores de movimiento, también dependiendo de las especies registradas en campo, los impactos identificados, las condiciones del ecosistema, y requerimientos ecológicos de las especies.



VILCHIS, Hermes JUSTINIANO, Huáscar AZURDUY, Roger CORONADO, Claudia VENEGAS, Rosa Leny CUELLAR y Rossy MONTAÑO. Integridad del paisaje y riesgos de degradación del hábitat del jaguar (*Panthera onca*) en áreas ganaderas de las tierras bajas de Santa Cruz, Bolivia. En: Ecología en Bolivia, 2020, vol. 55, no. 2., p. 94-110. ISSN 2075-5023.

¹⁸⁰ MCRAE, B.H. y D.M. KAVANAGH. Linkage mapper connectivity analysis software. Seattle, WA: The Nature Conservancy. 2011.

¹⁸¹ MCBRIDE, R.T. y J.J. THOMPSON. Space use and movement of jaguar (*Panthera onca*) in western Paraguay. En: Mammalia, 2018, vol. 82, no. 6., p. 1-10.

¹⁸² PHILLIPS, S.J., R.P. ANDERSON y R.E. SCHAPIRE. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 2006, vol. 190. p. 231-259.

¹⁸³ MAILLARD, Oswaldo, Sixto ANGULO, Roberto VIDES-ALMONACID, Damián RUMIZ, Peter VOGT, Octavio MONROY-VILCHIS, Hermes JUSTINIANO, Huáscar AZURDUY, Roger CORONADO, Claudia VENEGAS, Rosa Leny CUELLAR y Rossy MONTAÑO. Integridad del paisaje y riesgos de degradación del hábitat del jaguar (*Panthera onca*) en áreas ganaderas de las tierras bajas de Santa Cruz, Bolivia. En: Ecología en Bolivia, 2020, vol. 55, no. 2., p. 94-110. ISSN 2075-5023.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 159

Respecto a estos modelos de conectividad funcional, se cuenta con cierta “*incertidumbre de la información*” ya que la modelación de especies o grupos biológicos particulares no representarían en un escenario real la calidad el hábitat de un ecosistema o las dinámicas de movilidad de las especies pues, estas dependen de las condiciones del hábitat, de las dinámicas de movilidad. También hay condiciones de los ecosistemas que alteran sus estrategias de supervivencia, las cuales, no pueden ser modeladas a partir de cartografía e información secundaria. Y como bien su nombre lo indica, son modelos predictivos que cuentan con cierto grado de incertidumbre.

Además, por más que se aumente la cantidad de variables o criterios para la modelación de nicho, las especies tienen dinámicas etológicas diferenciables y la adaptabilidad depende de las condiciones de ecosistema, siendo parámetros que no son posibles de incluir en la modelación como por ejemplo la altura de la vegetación, la depredación, la frecuencia de cacería, quemas, incendios, frecuencia de atropellamiento en vías, entre otras.

Fragmentación de hábitats

Es importante adicionar que de acuerdo con los lineamientos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), para cada fragmento de ecosistema natural y vegetación secundaria puede establecerse su tamaño e índice de tamaño efectivo de malla (MESH), el cual es fácil de estimar y tiene propiedades matemáticas que lo hacen útil como índice de conectividad, es decir como índice inverso de fragmentación (*mayor tamaño efectivo de malla corresponde a menor fragmentación y viceversa*). Este índice puede aplicarse al área de estudio (En este caso el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva) en su conjunto (sin distinguir tipos de hábitats) o por separado a cada tipo de hábitats de interés¹⁸⁴.



Este índice será estimado en el programa FRAGSTAT Versión 4.2 de acuerdo con la siguiente ecuación (tamaño efectivo de malla):

$$M_{meff}(j) = \frac{1}{A_{tj}} \sum_{i=1}^n A_{ij}^2$$

n = número de parches sin fragmentar en la unidad de planeación j
A_{ij} = Tamaño del parche i dentro de la unidad de planeación jk
A_{tj} = Tamaño total de la unidad de planeación j

De esta manera, se estimó el grado de fragmentación del paisaje en el área de influencia físico-biótica-paisaje, a causa de las actividades existentes y por las intervenciones a lo largo de los años. Se resalta que las métricas de composición y forma también permiten evidenciar los efectos sobre las coberturas naturales y seminaturales a lo largo de los años, por ello forman parte integral del análisis de fragmentación.

¹⁸⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE -MADS- y AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES-ANLA-. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales, 2018. p. 133.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 160



Determinación de especies en veda, endémicas, amenazadas o en peligro crítico, con valor científico y cultural

Para dar cumplimiento con la reglamentación de especies clasificadas como tal, se realizó la identificación de las especies con alguna categoría especial: endémicas, vedadas o amenazadas, ello se realiza consultando a nivel nacional la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de especies amenazadas, bases de datos de la ANLA, especies en categoría de amenaza declaradas por La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), apéndices de la CITES, registros en IAvH, además, estados de vedas nacionales en la legislación actual. Finalmente, para conocer el uso dado a las especies, se consultó fuentes de información local (consultas a la comunidad aledaña y baquianos), además de las fuentes locales, se realiza la consulta en fuentes internacionales disponibles en la web como The Plant List, The International Plants Name Index , Integrated Taxonomic Information System , catálogo de la biodiversidad de Colombia , el catálogo de líquenes y plantas de Colombia.

Tabla 2-71 Normatividad aplicable a especies en estado de veda grados de amenaza o endémicas

Entidad-norma	Descripción	Propósito de consulta
Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)- Resolución 1912 de 2017	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.	Determinación especies con alguna categoría de Amenaza
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza	Lista roja (UICN)-(www.iucnredlist.org, Versión 2015.4)	Determinación especies con alguna categoría de amenaza.
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).	Los libros rojos de plantas de Colombia (volúmenes I al VI)	Determinación especies con alguna categoría de amenaza.
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (www.cites.org, apéndices en vigor a partir del 05 de febrero de 2015).	Determinación de especies con comercio internacional prohibido
Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA). Resoluciones 0213 de 1977, 0316 de 1974, 0801 de 1977.	Veda indefinidamente y en todo el territorio nacional el aprovechamiento de las especies descritas en las resoluciones.	Consulta de especies en veda a nivel nacional.
*Los endemismos fueron consultados en monografías sobre cada uno de los grupos taxonómicos identificados, además de artículos disponibles sobre revisiones distribución de especies, consulta de herbarios virtuales (Universidad Nacional de Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas) y el catálogo de plantas de Colombia (Universidad Nacional de Colombia).		

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 161

Especies Vasculares y No Vasculares Epífitas y de otros Sustratos

Teniendo presente el cambio en la normatividad para el trámite de levantamiento de veda, y bajo la premisa del Departamento Administrativo de la Función Pública¹⁸⁵, el trabajo de caracterización se realizó conforme a los lineamientos de la Metodología General para la elaboración y presentación de Estudios Ambientales, publicado por el MADS¹⁸⁶, así como lo divulgado por la autoridad nacional de licencias ambientales -ANLA, la cual publicó para el año de 2022, la estandarización de los cálculos de representatividad del muestreo de especies, en proyectos con área de intervención definida, buscando estandarizar criterios entre la entidad y los usuarios de licencias ambientales. El trabajo de caracterización de las especies vasculares y no vasculares de hábito epífita, terrestre y/o rupícola, se realizó en tres (3) fases: una fase de precampo, la cual se basó en la revisión de información primaria y secundaria del área de influencia preliminar Físico- biótica paisaje del proyecto y preparación de la salida de campo, posteriormente, una fase de campo donde se desarrollaron los muestreos propuestos y finalmente una fase de poscampo en la cual se incluyó el trabajo en herbario y el procesamiento de la información.

Fase precampo

Durante esta fase, se revisó la información secundaria de las especies vasculares y no vasculares de hábito epífita, terrestre y/o rupícola, presentes en el área de intervención del proyecto, teniendo como base los términos de referencia presentados por la autoridad nacional de licencias ambientales -ANLA¹⁸⁷.


– Conformación del equipo de trabajo de campo

El equipo estuvo conformado por una comisión, estructurada por un profesional especialista en la caracterización de flora epífita, terrestre y/o rupícola, un auxiliar de campo. En el caso del proyecto solo fue implementada una única cuadrilla, por lo cual los árboles fueron marcados de la siguiente manera: EPI (relación de la comisión en campo de la evaluación hábito epífita)- seguida del número desde el 1 hasta infinito, es decir el número consecutivo de cada árbol caracterizado (Ejemplo: EPI-28, significa forófito evaluado número 28).

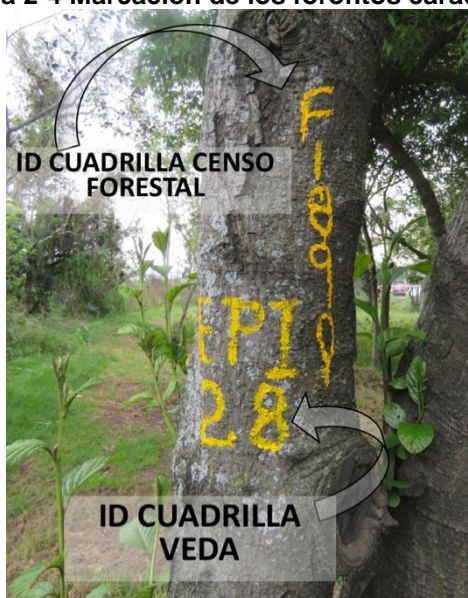
¹⁸⁵ Departamento Administrativo de la Función Pública, Decreto 2106 de 2019, Por el cual se dictan normas para simplificar, suprimir y reformar trámites, procesos y procedimientos innecesarios existentes en la administración pública, república de Colombia

¹⁸⁶ MADS-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2018). Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. www.minambiente.gov.co

¹⁸⁷ ANLA, CIRCULAR EXTERNA No. 00002, del 2022, Numeral 6, Estandarización de los cálculos de representatividad del muestreo de especies en veda nacional de conformidad con la Resolución 0213 de 1977 INDERENA, para proyectos con área de intervención definida

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 162

Fotografía 2-4 Marcación de los forofitos caracterizados



Barrio: Casablanca suba urbano
 Coordenadas: E 4884724,578, N 2087513,795
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023



– Selección puntos de muestreo

De acuerdo con las características bióticas del área de estudio; los puntos de muestreo fueron proyectados teniendo en cuenta las coberturas y los biomas (3) que se interceptan en el área de intervención del proyecto (análisis por ecosistema). La validación en campo se realizó principalmente sobre los polígonos puntuales de intervención (implementando el área de influencia solo cuando el número de árboles en el censo forestal no cumplió con los mínimos para considerar un buen esfuerzo de muestreo), ya que con la herramienta publicada en el año 2022 por el ANLA¹⁸⁸, es posible calcular la representatividad del muestreo, para las especies vasculares y no vasculares, por medio del tamaño de la cobertura a ser intervenida, la herramienta arroja el número de árboles teóricos a revisar para el proyecto, dicha publicación buscó estandarizar criterios entre la entidad y los usuarios de licencias ambientales respecto a la representatividad del muestreo.

En total se caracterizaron 75 forófitos o árboles , una cifra que supera los valores obtenidos en el cálculo de representatividad del muestreo conforme al marco del licenciamiento ambiental. Es importante destacar que la caracterización llevada a cabo ha superado significativamente el esfuerzo de muestreo proyectado, evaluando un numero de árboles mucho mayor según los obtenidos por la herramienta de cálculo (0 árboles teóricos) proporcionada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales¹⁸⁹.

¹⁸⁸ ANLA, CIRCULAR EXTERNA No. 00002, del 2022, Numeral 6, Estandarización de los cálculos de representatividad del muestreo de especies en veda nacional de conformidad con la Resolución 0213 de 1977 INDERENA, para proyectos con área de intervención definida

¹⁸⁹ ANLA, (2022). Circular N° 00002, Implementación de instrumentos técnicos en el marco del nuevo modelo de licenciamiento ambiental para proyectos, obras y/o actividades de competencia de la ANLA. 21 de abril de 2022

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 163

Los puntos de muestreo se distribuyen de manera representativa a lo largo de los tres biomas, generando datos estadísticamente significativos y proporcionando un listado exhaustivo de los taxones presentes en la zona de intervención del proyecto. La información detallada sobre los árboles hospederos revisados y la base de datos de las especies vasculares y no vasculares se encuentra disponible en el **Anexo, específicamente en el Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora, Base de datos especies Vasculares y No vasculares**.

Tabla 2-72 Muestreo realizado para el habito epifito en los biomas del área del proyecto

Ecosistema			Factor de ocupación forófitos	Número de forófitos teóricos	Número de forófitos a reales
Bioma	Cobertura	B. Área a intervención			
Helobioma Altoandino cordillera oriental	Canales	0,002	No aplica		
	Instalaciones recreativas	0,013	No aplica		
	Parques cementerios	0,034	No aplica		
	Pastos enmalezados	0,042	0,3	0	9
	Red vial y territorios asociados	0,009	0,1	0	9
	Zonas industriales o comerciales	0,166	No aplica		
	Zonas verdes urbanas	0,436	No aplica		11**
Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	Pastos limpios	0,020	0,3	0	9
	Red vial y territorios asociados	0,010	0,1	0	7
	Zonas verdes urbanas	1,322	No aplica		20**
Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	Red vial y territorios asociados	0,059	0,1	0	10
	Zonas industriales o comerciales	0,504	No aplica		
Total		2,617	-	0	75

Fuente: INGEDISA S.A., 2023


Las coberturas de Instalaciones recreativas, Parques cementerios, Zonas industriales o comerciales, NO FUERON OBJETO DE MUESTREO, ya que según la herramienta anteriormente nombrada, son coberturas en las cuales NO APLICA un muestreo; por su parte en la cobertura de Zonas verdes urbanas, a pesar de que el muestreo no aplicaba y teniendo en cuenta la importancia que tiene esta cobertura específicamente en el proyecto, se optó por realizar la caracterización en dicho ecosistema, buscando identificar los taxones presentes en el área del proyecto.

– Cartografía

Se elaboraron mapas temáticos de la zona de estudio, los cuales ayudaron a la orientación del profesional en campo; estos contenían información relevante del proyecto entre lo que se destacó el área de influencia definitiva del medio biótico, los polígonos de intervención, información veredal o centros poblados, vías de acceso, drenajes, localización de los puntos de muestreo (proyectados en la fase del precampo), coberturas de la tierra y finalmente los biomas.

Fase de campo

La información obtenida fue diligenciada en los formularios digitales (ver Fotografía 2-5) para su análisis y con ello la consolidación de los resultados (ver **Anexo Capítulo 2. Flora**,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 164

Formularios Vasculares y No vasculares).

Fotografía 2-5 Diligenciamiento de información en campo



Barrio: Casablanca suba urbano
Coordenadas: E: 4884309,859N: 2086397,714
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

– **Muestreo del hábito epífito**

El diseño del muestreo para epífitas se realizó teniendo como referencia el Protocolo para un Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED-Analysis por sus siglas en inglés) propuesto por Gradstein y colaboradores en 2003¹⁹⁰, según el cual se mide con base en el muestreo de una hectárea de bosque ocho (8) forófitos maduros para especies vasculares y líquenes, y cinco (5) forófitos para briófitos.

Esta metodología ha sido adaptada, de tal manera que se realizó el levantamiento de mínimo 8 forófitos por cobertura en los cuales se evaluaron las especies vasculares y no vasculares.

○ **Selección de forófitos**

Los forófitos fueron seleccionados teniendo presente las siguientes condiciones:

- Especies arbóreas con alturas superiores a 7 metros y Diámetro a la Altura del Pecho – DAP ≥ 10 cm. En el caso de especies arbustivas se buscaron los individuos con las mayores alturas que estuvieran disponibles en la cobertura a caracterizar.
- Árboles con buena representatividad de epífitas $> 40\%$: en el caso de que uno de los árboles seleccionados resultará una especie de poca afinidad para el establecimiento de epífitas, se seleccionó el siguiente forófito y así sucesivamente hasta garantizar la evaluación del árbol con mejores condiciones y diversidad en epífitas.

¹⁹⁰ Gradstein, R., & Kromer, T. (2003a). Protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. 24(1), 105–111

- Las copas de los forófitos no debían ser superpuestas, por lo tanto, se buscó que la distancia entre los forófitos fuera de 25 m aproximadamente.
- Árboles sin ritidoma (conjunto de tejidos muertos del tallo de las plantas leñosas que forma la parte exterior de la corteza que se resquebraja y se desprende), no exfoliables y preferiblemente con cortezas rugosas

Tabla 2-73 Criterios para seleccionar forófitos para muestrear epífitas

Criterio	Variable	Medida
Características del forófito	Altura	>7m
	% Epífitas	>40%
	DAP	≥10cm
	Corteza	No exfoliable, preferiblemente corteza rugosa
	Distancia entre árboles	25m (de ser posible, debido a los diseños del proyecto)

Fuente: Gradstein et al. (2003)¹⁹¹, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

○ Distribución vertical

De acuerdo con Johansson¹⁹², el árbol hospedero es el área muestral que sostiene fracciones de la comunidad epífita. En este sentido, la caracterización se realizó, dividiendo el árbol hospedero en cinco (5) zonas, tal como se muestra en la Figura 2-33.

- Zona 1- Base del Tronco: incluye desde las raíces hasta 60 centímetros la altura del tronco.
- Zona 2a- Parte media del Tronco: a partir de los 60 cm del anterior estrato hasta donde se cumple el diámetro a la altura del pecho (DAP).
- Zona 2b- Parte alta del Tronco: a partir del DAP hasta donde se inicia la primera ramificación.
- Zona 3- Corona Interna: a partir de la primera ramificación incluyendo todo el dosel de ramas bajas.
- Zona 4- Corona Media: refiere todo el conjunto del dosel de las ramas medias.
- Zona 5- Corona Externa: refiere todo el conjunto de ramas altas o externas.

¹⁹¹ Gradstein, R., & Kromer, T. (2003a). Protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. 24(1), 105–111

¹⁹² Johansson, D. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest (Acta Phytogeographica Suecica, Ed.).


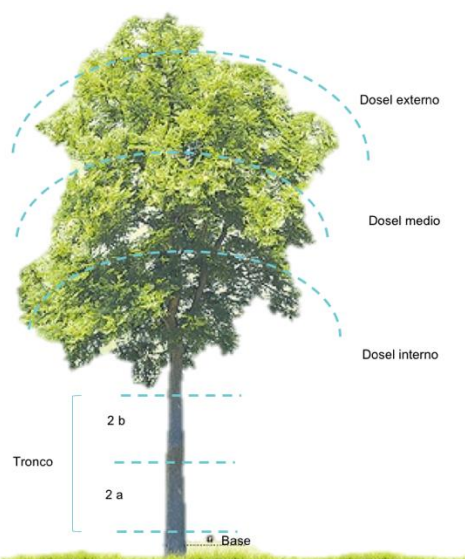
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 166

Figura 2-33 Estratos del forófito



Fuente: INGEDISA S.A., 2023, basado en Johansson (1974)¹⁹³

▪ **Epífitas vasculares**


En el caso de las epífitas vasculares, la abundancia de las especies se expresa como el número de individuos que crece sobre el árbol hospedero (Wolf¹⁹⁴; Gradstein¹⁹⁵). Por lo tanto, durante el inventario de las especies de epífitas vasculares, se realizó el conteo de todos los individuos por especie encontrados en cada uno de los estratos del forófito. En el caso de las especies gregarias, se contaron las agrupaciones de individuos (formas de vida).

Para el caso de los estratos altos, específicamente en la corona interna, media y externa, al no poder acceder a ellos directamente se implementó el uso de la rama baja para la toma de muestras botánicas, y para realizar el conteo y la validación, fue utilizada una cámara fotográfica con zoom óptico de 50x.

¹⁹³ Johansson, D. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest (Acta Phytogeographica Suecica, Ed.).

¹⁹⁴ Wolf, J. H. D. (2005a). The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. Forest Ecology and Management, 212(1–3), 376–393. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.027>

¹⁹⁵ Gradstein, R., & Kromer, T. (2003a). Protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. 24(1), 105–111

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 167

Fotografía 2-6 Identificación de especies vasculares en forófito evaluado



Barrio: Casablanca suba urbano
Coordenadas: E 4884591,153N 2087987,21
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

▪ **Epífitas no vasculares**

Para la caracterización de las especies no vasculares en forófitos arbóreos se evaluó un área máxima de 1.600 cm² en cada uno de los estratos 1, 2a, 2b; es decir, una plantilla de 20x20 cm por cada punto cardinal por cada estrato a evaluar con el fin, de registrar las morfoespecies. En forófitos arbustivos se evaluó un área de 100 cm² por cada estrato; para esto, se utilizó una plantilla de acetato de 10 cm x 10 cm de acuerdo con las áreas mínimas propuestas por Gil Novoa¹⁹⁶ y Mota de Oliveira,¹⁹⁷ quienes sugieren que, para ramas delgadas de los arbustos o el dosel externo de los árboles, se reduzca el área mínima propuesta por Iwatsuki¹⁹⁸

¹⁹⁶ Gil Novoa, J. E. (2014). Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en Quercus humboldtii (Fagaceae) de Boyacá. Revista de Biología Tropical, 62(2), 19-727

¹⁹⁷ Mota de Oliveira, S. T. (2009). Niche assembly of epiphytic bryophyte communities in the Guianas. Journal of biogeography, 36(11), 2076-2084.

¹⁹⁸ Iwatsuki, Z. (1960). The Epiphytic Briophyte Communities in Japan. Hattori Bot. Lab, 22, 159-339

Fotografía 2-7 Conteo de especies no vasculares sobre el forófito evaluado



Barrio: Torca I Localidad_ Usaquén
 Coordenadas: E 4885078,029N 2088199,338
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-8 Metodología para la estimación de cobertura de epífitas no vasculares con plantilla de acetato



Barrio: Torca I Localidad: Usaquén
 Coordenadas: E 4885078,029N 2088199,338
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

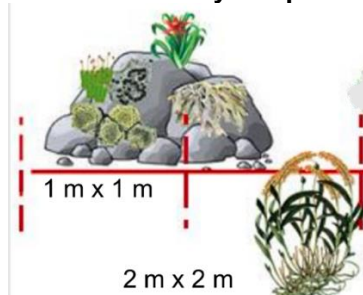
– **Muestreo del sustrato terrestre y/o rupícola**

Para el muestreo especies vasculares y no vasculares en los sustratos terrestres y rupícolas se tuvo en cuenta el método propuesto en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales¹⁹⁹, se realizó el levantamiento de una parcela de 1 m x 1 m para especies no vasculares y de 2 X 2 m para especies vasculares, donde se registraron los datos de abundancia (número de individuos) para especies vasculares y de cobertura (en cm²) con ayuda de la cuadrícula de acetato para las especies no vasculares. Para la toma de datos y colecta, se consideraron los diferentes sustratos, tales como, suelo, rocas y troncos en descomposición, en una parcela pueden encontrarse todos los sustratos o solo uno de ellos.

¹⁹⁹ ANLA. (2018). Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá: Autoridad nacional de licencias ambientales.

Fotografía 2-9 implementación de parcela para la evaluación de los hábitos terrestres y/o rupícolas

Figura 2-34 Esquema de la parcela para hábito terrestre y/o rupícola



Fuente: Adaptado de Larrota, F. 2018²⁰⁰
modificado por INGEDISA S.A., 2023



Barrio: Casablanca suba urbano
 Coordenadas: E 4885233,32, N 2088085,598
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Se efectuaron un total de 48 parcelas distribuidas en los tres biomas y en las mismas coberturas evaluadas para el hábito epífita, así las cosas, en la Tabla 2-74, se presenta de manera detallada la cantidad de parcelas evaluadas en cada uno de los biomas.

Tabla 2-74 Muestreo realizado para el hábito rupícola y/o terrestre área del proyecto


Bioma	Bioma	Nº parcelas
Helobioma Altoandino cordillera oriental	Instalaciones recreativas	No aplica
	Parques cementerios	No aplica
	Pastos enmalezados	6
	Red vial y territorios asociados	6
	Zonas industriales o comerciales	No aplica
	Zonas verdes urbanas	6
Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	Pastos limpios	6
	Red vial y territorios asociados	6
	Zonas verdes urbanas	6
Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	Red vial y territorios asociados	6
	Tejido urbano discontinuo	6
	Zonas industriales o comerciales	No aplica
Total		48

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

○ Georreferenciación y marcado de las parcelas

Se realizó la georreferenciación en el centroide de la parcela, empleando los equipos de posicionamiento o GPS. Siempre que se pudo, cuando hubo una superficie rocosa, se realizó el marcado en campo indicando el tipo de muestreo “T” Terrestre/rupícola, seguido del número consecutivo de parcela.

200 Larrota Fabian a Estupiñan. Propuesta metodológica para la caracterización de especies en veda de hábito epífita, terrestre y/o rupícola. Universidad Militar Nueva Granada-2018

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 170

– Recolección y procesamiento del material vegetal

○ Especies vasculares

Colecta: se tomaron muestras con secciones preferiblemente fértiles de tal manera que ocuparan una hoja de papel periódico. Las plantas se colectaron con una parte del rizoma, tallo, hojas y sus estructuras reproductivas (inflorescencia e infrutescencia). A cada muestra se le realizó el respectivo registro fotográfico.


Fotografía 2-10 Material fértil colectado para su posterior herborización



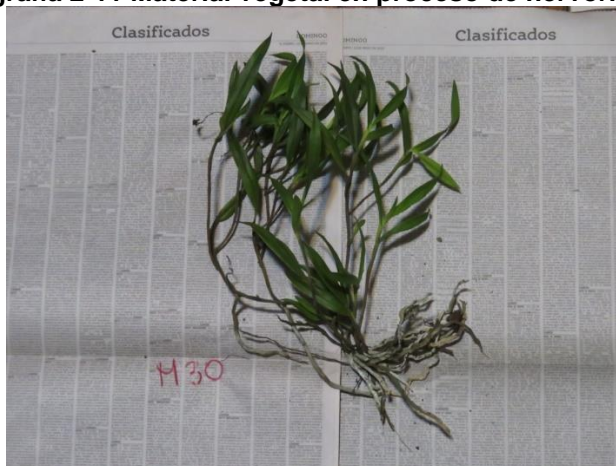
Barrio: Casablanca suba urbano Localidad: Suba
 Coordenadas: E 4884626,373 N 2086136,524
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Paralelo a este proceso, se realizó el registro de datos y se consignó la información relacionada con localización geográfica, fecha, tipo de cobertura vegetal, colector, morfotipo y/o número de colección. Además, se incluyeron las características morfológicas y ecológicas por organismo tales como, formas de crecimiento, color, estructuras reproductivas, hábito, entre otros.

Prensado: cada muestra colectada se colocó en hojas de papel periódico de formato 112 cm x 30 cm doblado por la mitad, dejando ver tanto el envés como el haz y las estructuras reproductivas en el primer plano de la muestra, en el caso de las orquídeas los frutos y flores se separaron de la muestra para protegerlos. Cada muestra se marcó con el número del proyecto y el código de colección

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 171

Fotografía 2-11 Material vegetal en proceso de hervorización



Barrio: Casablanca suba urbano Localidad: Suba
Coordenadas: E 4885141,178 N, 2089696,767
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Alcoholizado y Preservación: una vez organizadas las muestras, se les agregó alcohol al 75% y posteriormente fueron selladas, preparándolas para su embalaje y transporte de acuerdo con manuales convencionales de herbario ²⁰¹

Embalaje y transporte: las muestras se dispusieron y organizaron en una caja. Este material se envió a oficina de acuerdo con el formato de rótulo para envío de muestras botánicas al herbario.


○ Especies no vasculares

Colecta: posterior a la observación del ejemplar con una lupa de mano (30X), se retiró de la corteza del árbol una muestra del tamaño de la palma de la mano procurando no maltratar el ejemplar o sus estructuras reproductivas. Cada muestra se colocó en bolsas de papel Kraft de dos libras, marcadas con el número del punto de muestreo, el número de forófito, fecha de colecta, morfotipo y/o número de colección, para lo cual se utilizó un lápiz de cera rojo, basado en lo propuesto por Churchill²⁰² y Delgadillo²⁰³

²⁰¹ Udbc, U. D. (2017). Guía Para La recolección y preservación de muestras botánicas en campo.

²⁰² Churchill, S., & Linares, E. (1995). Prodrum bryologiae novo granatensis. Bogotá: Guadalupe Ltda.

²⁰³ Delgadillo, M. (1986). Biofitas. En A. Lot, & F. Chiang, Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos (págs. 77-82). Ciudad de Mexico: Consejo Nacional de la Flora de México.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 172

Fotografía 2-12 Colecta de Liquen extraído de la corteza de un forofito



Barrio: Torca I
 Coordenadas: E 4885078,029N 2088199,338
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Paralelo a este proceso se realizó el registro de datos en la libreta de campo, y se consignó la información relacionada con localización geográfica, fecha, tipo de cobertura vegetal, colector, morfotipo y/o número de colección. Además, se incluyeron las características morfológicas y ecológicas por organismo de musgos, hepáticas, antoceros y líquenes, tales como, formas de crecimiento, color, estructuras reproductivas, hábito, entre otros. Los datos referidos a abundancia y estrato en el forófito se registraron en los formatos de campo para tal fin, entre otra información relevante, la cual, se utilizó en el último proceso para la determinación taxonómica en el laboratorio y el manejo de las bases de datos.

Preservación: las muestras colectadas en las bolsas Kraft, se depositaron en bolsas plásticas resellables para ser transportadas en una bolsa de fique, mientras se terminaban las labores de campo. En el caso del periódico, constantemente se revisaron las muestras, para evitar que estas se mezclaran o se contaminaran, las bolsas de papel para las especies no vasculares permanecieron abiertas en un lugar seco y seguro para lograr un secado temporal y posteriormente fueron guardadas nuevamente.

Fotografía 2-13 Secado a temperatura ambiente de especies no vasculares



Barrio: Casablanca suba urbano
 Coordenadas: E 4885141,178 N, 2089696,767
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

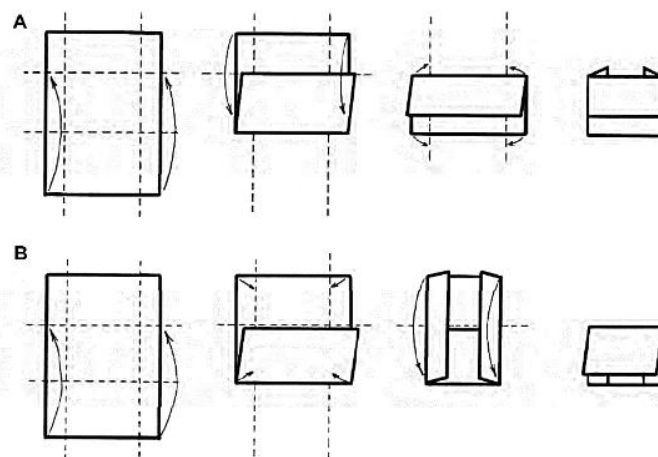
En las muestras tipo Sphagnum o los líquenes gelatinosos, se les realizó una ligera presión sobre las mismas, con el objetivo de eliminar el exceso de humedad. Los ejemplares se mantuvieron frescos, de otra forma los hongos crecerían rápidamente y arruinarían las muestras. Las plantas fueron transportadas en bolsas de plástico, selladas y sin ningún tipo de humedad, para evitar el deterioro de las muestras.

Movilización: las muestras secadas al ambiente y dispuestas en las bolsas de papel Kraft, fueron organizadas en cajas de cartón debidamente selladas y etiquetadas para ser enviadas a las instalaciones de la empresa, donde finalmente fueron enviadas al herbario certificado para finalizar el proceso del secado

Fase poscampo

Secado de especies vasculares: las muestras fueron entregadas al herbario certificado (HT: herbario Tropical) en el cual se procesaron de acuerdo con los protocolos establecidos por dicho herbario y en los cuales se garantizó el manejo adecuado de las muestras botánicas. Esta colección de material vegetal fue puesta a revisión y evaluación del curador, quién definió finalmente la aceptación de las muestras en la colección de su entidad.

Figura 2-35 Preparación de sobres de papel para depósito de muestras no vasculares



Fuente: Eyman y otros (2010), adaptado por INGEDISA S.A., 2023

– **Determinación taxonómica**

La determinación de las muestras (morfoespecies) colectadas en campo, fue realizada por profesionales especializados en la determinación de epífitas vasculares y no vasculares (Ver **Anexo Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora Epífita, certificado de identificación vascular y no vascular y certificado de depósito vascular y no vascular**), quienes realizaron el proceso de determinación taxonómica y comparación en colecciones de referencia, con el fin de determinar los especímenes hasta el nivel de género o especie (teniendo en cuenta el nivel de complejidad de cada grupo), a partir de claves taxonómicas provenientes de literatura especializada tales como: Gradstein²⁰⁴ (2008), Churchill & Linares²⁰⁵, Uribe & Aguirre²⁰⁶ entre otros.

Para la verificación de la taxonomía se consultaron las bases de datos como Mycobank para líquenes, the plant list, herbario de la Universidad Nacional y Trópicos.


– **Análisis de la información**

La información obtenida en campo fue procesada y digitalizada en la matriz base del componente (Programa Excel) donde se realizó el análisis estadístico, así posteriormente se calcularon los análisis estadísticos de los datos bajo los programas estadísticos PAST® y Estimates® Versión 9.1.0, determinando los principales índices de diversidad que definen la biodiversidad de especies presentes en el área de estudio, para lo cual se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros e índices estadísticos:

²⁰⁴ Gradstein, S. R., Churchill, S. P., & Allen, N. S. (2001). Guide to the Bryophytes of Tropical America. New York: BOARD. 577 p

²⁰⁵ Churchill, S., & Linares, E. (1995). Prodrum Bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la Flora de Musgos de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana. Bogotá. 924 p.

²⁰⁶ Uribe, J & Aguirre, J. (1997). Clave para los géneros de hepáticas de Colombia. Caldasia, 19,13-27.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 175

○ Representatividad del muestreo

La completitud del muestreo se verificó mediante la elaboración de curvas de acumulación para cada grupo vegetal y unidad de cobertura de la tierra, las cuales se construyeron siguiendo lo descrito por Villareal *et al.*,²⁰⁷ en el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de diversidad.

De manera que, el eje Y estuvo definido por el número de especies acumulado y en el eje X se estableció el número de unidades de muestreo (p.ej. forófitos, parcelas). La representatividad del muestreo se verificó mediante dos formas:

- **Gráficamente:** Al evidenciar que las curvas de las especies observadas son asintóticas respecto a los estimados, así como las curvas generadas por los singletons o uniques son asintótica o tienden a descender
- **Porcentaje de representatividad:** Al alcanzar al menos el 85% de la representatividad de las especies esperadas mediante estimadores de riqueza adecuados.
- **Curva de acumulación de especies**



La curva de acumulación de especies es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea el esfuerzo de muestreo, mayor será el número de especies colectadas. Las curvas de acumulación de especies permiten:

1. Dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación; 2. Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables; 3. Extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el número total de especies que estarían presentes en una zona.

Las curvas de acumulación de especies se realizaron teniendo en cuenta los siguientes datos:

- El número total de especies registradas por cobertura y el número total de muestras trabajadas.
- Generación de la matriz de datos de presencia-ausencia.
- La matriz presencia ausencia es cargada en el programa estadístico “EstimateS” y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (100 que es lo recomendado).
- Se utilizan métodos no paramétricos, los cuales son utilizados cuando no se asume una distribución estadística conocida a ningún modelo determinado. Estos se emplean generalmente cuando no se tienen datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie.

²⁰⁷ Villarreal, H. Á. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programas de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 176

- **Riqueza**

- **Riqueza específica (S):**

La riqueza específica es una de las formas más sencillas de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un área determinada. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario que permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de una comunidad.

- **Diversidad**

- **Índice de diversidad de Margalef**

Este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S=k\sqrt{N}$ donde k es constante. Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad. Se expresa como:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

S = Número de especies

N = Número total de individuos

- **Índice de Simpson – Dominancia:**

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Lande, 1996). Se expresa como:



$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

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

- **Índice de Equidad - Shannon-Wiener**

Este término refiere a qué tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies. El índice de Shannon-Wiener: Indica la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra; mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección; y asume

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 177

que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Se expresa como:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

El valor siempre se presenta con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Para su interpretación, el índice de Shannon tiene como valor de referencia a 1 para alta diversidad y 5 para baja diversidad.

- **Estructura**
- **Abundancia**

Este parámetro es calculado para especies vasculares, la abundancia absoluta (Aa) corresponde al número de individuos por especie. La abundancia relativa se refiere a la proporción porcentual de cada especie en el número total de individuos.

$$Ar = \left(\frac{Aa}{At} \right) * 100$$

Dónde:

Aa=Abundancia absoluta

At= Abundancia total de individuos reportados para el ecosistema o cobertura evaluado

- **Frecuencia**
- **Frecuencia absoluta Fa:** informa sobre la existencia o falta de una especie determina en la unidad de muestreo.

$$Fa = \left(\frac{U}{AT} \right) * 100$$



Dónde:

Ft= suma de las frecuencias absolutas

- **Cobertura**

La cobertura está dada por la ocupación de un organismo, en briófitos y líquenes se utiliza para determinar la abundancia en individuos que visiblemente es difícil determinar los límites entre ellos dentro de una comunidad de especies.

La cobertura absoluta se refiere a la ocupación de una especie determinada en el área muestreada, mientras que la cobertura corresponde al área proporcional de cada especie

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 178

en relación con el área total de muestreo.

$$Cr = \left(\frac{Ca}{Ct} \right) * 100$$

Donde:

Cr=Cobertura relativa

Ca=Cobertura absoluta

Ct= Cobertura total

– Catálogo

Una vez consolidada la información, se procedió a realizar el catálogo fotográfico de las especies registradas en el área de estudio, haciendo diferenciación entre plantas vasculares y no vasculares (Musgos, Hepáticas y Líquenes y Anthoceros). Para esto, fue importante para el caso de las plantas vasculares, tomar fotografías directamente en campo, mientras que para las plantas no vasculares los especialistas que determinaron las muestras entregaron un registro fotográfico estéreo de cada especie.

Luego de identificado todo el material botánico al nivel jerárquico posible y realizando todas las actividades descritas en la fase poscampo, se incorporó la información dentro de la caracterización de: nombre común, nombre científico, familia, hábito, usos, endemismos, veda nacional o regional y grado de amenaza, para esto se tuvo en cuenta las fuentes de información como: listado de especies amenazadas en Colombia Resolución 1912 de 2017 del MADS²⁰⁸, libros rojos publicados por Calderón et al.,²⁰⁹; Garcia & Betancur²¹⁰, el catálogo de plantas y líquenes de Colombia publicado por Bernal & Gradstein²¹¹ listado CITES²¹², UICN²¹³, Resolución 0801 de 1977²¹⁴, Resolución 0316²¹⁵ Resolución 0213 emitida por elINDERENA²¹⁶, entre otros.

Incertidumbre

²⁰⁸ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución No 1912 (15 septiembre 2017). Por la cual se establece el listado de las especies silvestre amenazadas. Bogotá, D.C. MADS. 38 p.

²⁰⁹ CALDERÓN Eduardo. et al. Libro Rojo de Plantas de Colombia: Orquídeas, Primera Parte. Volumen 3 Instituto Alexander von Humboldt - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. 828 p. ISBN: 978-958-8343-14-3.

²¹⁰ GARCIA, Néstor & BETANCUR Julio. Libro rojo de plantas de Colombia: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras. Volumen 3. Instituto Alexander von Humboldt. Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. ISBN: 978-958-8151-79-3

²¹¹ CALDERÓN Eduardo. et al. Libro Rojo de Plantas de Colombia: Orquídeas, Primera Parte. Volumen 3 Instituto Alexander von Humboldt - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. 828 p. ISBN: 978-958-8343-14-3.



²¹² CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Apéndices I, II y III. Disponible en Internet:< <https://cites.org/esp/app/appendices.php>.

²¹³ UICN, Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, [en línea]. ago. 2020 [citado 29 de octubre, 2020]. Disponible en Internet:<URL:<<https://www.iucnredlist.org>>

²¹⁴ INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURAELS RENOVABLES –INDERENA. Resolución 0801, 24 de junio, "Por la cual se declara planta protegida una especie de flora silvestre y se establece una veda. Bogotá D.C. 1977.

²¹⁵ INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURAELS RENOVABLES –INDERENA. Resolución 0316. Por la cual se modifican las resoluciones 316 de 1974 y 1408 de 1975, proferidas por el Inderena, en relación con la veda sobre la especie Roble (Quercus humboldtii). Bogotá D.C. 1974-

²¹⁶ INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURAELS RENOVABLES –INDERENA. Resolución 0213 (febrero 1977). Por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre. Bogotá, D.C. INDERENA. 1977. 2 p.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 179

Desde el componente flora, el grado de incertidumbre se tiene desde los datos recopilados en campo, considerando variaciones en la captura de variables dasométricas, características de las especies y otros que pueden presentar características cualitativas desde el ámbito de la subjetividad, no obstante, la verificación en campo y experiencia de los profesionales permite disminuir el grado de incertidumbre durante la captura de la información. Para lo que corresponde a la información que permite conformar las temáticas de coberturas de la tierra y biomas, es necesario indicar que parte de esta corresponde a la interpretación de las diferentes condiciones en campo, donde, los profesionales del medio verifican según aspectos metodológicos la correspondencia de las coberturas de la tierra, sin embargo, está sujeto a la subjetividad y toma de decisiones para incluir los polígonos en diferentes categorías.

En cuando a los análisis que permiten la caracterización de los ecosistemas presentes en el área de influencia físico biótica-paisaje definitiva, se contemplan error

es de muestreo definidos por la imposibilidad de encontrar muestras totalmente homogéneas, lo cual, es condicionado por las características propias de las especies y factores que determinan, tanto el crecimiento, desarrollo, y formas en la que responden a la presión de diferentes factores en el medio ambiente.

2.3.1.3.2 Fauna

La diversidad biológica es la variación de las formas de vida que existen no solo entre las especies de plantas, animales, microorganismos, entre otras formas, sino también se manifiesta parte en la diversidad genética, de poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y paisajes²¹⁷. La biodiversidad es importante porque constituye el sostén de una gran variedad de servicios ambientales de los cuales han dependido las sociedades humanas, tal y como la alimentación, la fabricación de medicinas y la elaboración de tejidos, por ejemplo. Razón por la cual, cuando desaparece algún elemento de esta, se pierde un componente fundamental para el sostenimiento de la vida en la tierra²¹⁸.

A nivel nacional, Colombia cuenta con el 10% de diversidad mundial de especies, convirtiéndose en el primer país en el mundo con mayor biodiversidad por metro cuadrado²¹⁹. Además, gracias a los esfuerzos realizados recientemente por plataformas como el Sistema de Información sobre la Biodiversidad (SIB), al 2023 se cuenta con un total de 75.947 especies observadas en Colombia, siendo las aves el grupo de fauna más representativo con 1966 especies reportadas²²⁰, seguido por los peces dulceacuícolas con 1610²²¹. Así mismo, el grupo de anfibios está representado por 883 especies, de las cuales



²¹⁷ ANDRADE, Gonzalo. Estado del Conocimiento de la Biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para Fortalecer la Interacción Ciencia-Política. *En: Rev. Acad. Colomb.cieci. exac. Fis. Nat*, 2011, vol.35 no. 137, p. 491 – 507.

²¹⁸ *Ibid.* p.492.

²¹⁹ RANGEL, Orlando. La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *En: Rev. Acad. Colomb.cieci. exac. Fis. Nat*, junio 2015, vol. 39 no. 151, p. 176 – 200.

²²⁰ ECHEVERRY-GALVIS, María Á. *et al.* Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado. *En: Ornitología Colombiana*, 2022, vol. 22, p. 25-51. Disponible en internet: <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/lista-oficial-de-las-aves-de-colombia-2022-adiciones-cambios-taxonomicos-y-actualizaciones-de-estado/>.

²²¹ SIB Colombia. Biodiversidad en Cifras, Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia [en línea], Bogotá. Colombia, 2020, [citado 09 mayo,. 2023]. Disponible en interne: <https://cifras.biodiversidad.co/>.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 180

815 son anuros (ranas y sapos), 28 salamandras y 40 apodos (cecilias)²²², mientras que los reptiles integran un grupo con una diversidad de 759 taxones en el país²²³ y para los mamíferos se han documentado 543, donde el grupo de los murciélagos (Chiroptera) (217 especies) y Rodentia (137 especies) son los órdenes que albergan mayor riqueza de especies^{224 225}.

Con respecto a las cifras de especies amenazadas, para las aves aproximadamente 470 se encuentran en alguna categoría de amenaza, 17 de ellas en peligro crítico (CR), 56 en peligro (EN) y 67 vulnerables (VU), así mismo, 158 son migratorias y 82 endémicas²²⁶. Para los mamíferos, 62 son endémicas y 42 se encuentran bajo alguna categoría de amenaza, de estas últimas siete (7) figuran en peligro crítico (CR), 10 en peligro (EN) y 25 catalogadas especies vulnerables (VU)²²⁷. Para los reptiles, 43 especies se encuentran agrupadas en al menos una de las categorías de amenaza, encontrándose 11 como en Peligro Crítico (CR), 16 en Peligro (EN) y 17 Vulnerables (VU), además, de 31 como Casi Amenazadas (NT), 322 bajo Preocupación Menor (LC) y 105 con Datos Insuficientes²²⁸; entre tanto, para los anfibios reportados en Colombia, 372 especies son endémicas y 55 están en alguna categoría de amenaza (IUCN, 2022), 14 de ellas en Peligro Crítico (CR), 26 En Peligro (EN) y 15 Vulnerables (VU)²²⁹.

Con el fin de conocer el estado de la fauna en el área de estudio, sus estados de amenaza y relaciones con el entorno, a continuación se presentan las metodologías empleadas para la caracterización de la fauna del Área de Influencia físico – biótica- paisaje definitiva, las cuales se elaboraron y ejecutaron teniendo en cuenta los términos de Referencia TdR-17 “Para la elaboración del estudio de impacto ambiental proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica”²³⁰, la “Metodología general para la elaboración y presentación de Estudios ambientales”²³¹ y las metodologías propuestas por el Grupo de Monitoreo Ambiental (GEMA) del Instituto de Investigaciones Biológicas de Colombia Alexander Von Humboldt plasmada en el “Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de

²²²ACOSTA-GALVIS, Andres R. Lista de los Anfibios de Colombia [en línea]. Boyacá, Colombia. 2023, [citado 13 junio., 2023] Disponible en internet: <http://www.batrachia.com>.

²²³UETZ, P. *et al.* The Reptile Database [en línea]. [Version 09 mayo., 2023] [Citado 09 mayo., 2023]. Disponible en internet: <http://www.reptile-database.org>.

²²⁴RAMÍREZ-CHAVES, Hector E., SUÁREZ-CASTRO, Andres F y GONZÁLEZ AMAYA, Jose F. “Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia”. En: Mammalogy, 2016. Notes vol. 3 no 1, p. 1–9. Disponible en internet: <https://doi.org/10.47603/manovol3n1.1-9>.

²²⁵RAMÍREZ-CHAVES, Héctor E. *et al.* Mamíferos de Colombia. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist, 2021. Disponible en internet: <https://doi.org/https://doi.org/10.15472/kl1whs>.

²²⁶SIB Colombia. Op cit., Disponible en internet: <https://cifras.biodiversidad.co/>.



²²⁷COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 (15, septiembre, 2017). “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. MADS. Bogotá. D.C., 2017. 38 p.

²²⁸MORALES-BETANCOURT, Monica. *et al.* . Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia, 2015. 258 p.

²²⁹COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Op cit., 38 p.

²³⁰MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS y AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA. 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., 2018. 131 p.

²³¹MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE -MADS y AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA. Metodología general para la elaboración y presentación de Estudios ambientales. BOGOTÁ D.C., Colombia. 2018. 228p. Disponible en internet: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/metodologia-general-para-la-elaboracion-y-presentacion-de-estudios-ambientales-mgepea/#>.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 181

Biodiversidad”²³².

• Fase precampo

Esta fase, se desarrolló a partir de la búsqueda de información secundaria de los grupos faunísticos a evaluar en el área de influencia definida (Aves, Reptiles, Anfibios y Mamíferos), así como también de la selección de los puntos de muestreo de acuerdo con el mapa preliminar de coberturas y área de influencia físico – biótica- paisaje preliminar.

Conforme a esto, se obtuvo información sobre el uso características de cada una de las especies, estado de conservación, valor comercial, distribución altitudinal, y si son especies migratorias o endémicas. Como información secundaria énfasis en estudios recientes y guías de campo, libros, colecciones biológicas (portales web), documentos, catálogos y bases de datos con mapas de distribución de especies presentes para la ciudad de Bogotá D.C., de acuerdo a los documentos consultados en la Tabla 2-75:

Tabla 2-75 Documentación utilizada para la fase precampo

Grupo de fauna	Tipo de documento	Título	Autor y año
General	Plan de manejo	Plan de manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. – Thomas Van Del Hammen	CAR, 2014 ²³³
	Plan de manejo	Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral	CAR -SDA, 2022 ²³⁴
	Plan de manejo	Plan de manejo Ambiental del Humedal del Torca - Guaymaral	Instituto de Estudios Ambientales -IDEA de la Universidad Nacional de Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-Secretaría Distrital de Ambiente, 2009 ²³⁵
	Plan de manejo	Formulación participativa del plan de manejo ambiental del parque ecológico distrital de montaña cerro de Torca tomo I	AITEC, 2014 ²³⁶



²³²VILLARREAL, Humberto. *et al.* Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia.: Programas de inventarios de biodiversidad, Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006. 236 p.

²³³CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Documento - Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. - THOMAS VAN DER HAMMEN. Componente descriptivo. Bogotá, D.C, Colombia.: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2014. 473p. Disponible en Internet:< URL: https://www.car.gov.co/van_der_hammen/vercontenido/17.

²³⁴CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ. ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS HUMEDALES DE TORCA Y GUAYMARAL. CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN. Bogotá D.C, Colombia.: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2022. 1052p. Disponible en Internet:< URL: <https://www.ambientebogota.gov.co/es/humedal-torca-y-guaymaral>.

²³⁵INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES -IDEA, EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ y SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Plan de Manejo Ambiental del Humedal Torca – Guaymaral. Caracterización Diagnóstica. Bogotá, D.C, Colombia.: Instituto de Estudios Ambientales -IDEA, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y Secretaría Distrital de Ambiente, 2009. 548p. Disponible en Internet:< URL: https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dln_download&p=15044.

²³⁶AITEC S.A.S. Formulación participativa del plan de manejo ambiental del parque ecológico distrital de montaña cerro de Torca tomo I. 2014.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 182

Grupo de fauna	Tipo de documento	Título	Autor y año
	Informe	Cuenca Torca-Guaymaral. Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2019 ²³⁷
	Informe	PEDH Torca-Guaymaral.	Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2021 ²³⁸ .
	Informe	Informe Análisis de resultados de los monitoreos de la Biodiversidad Año 2021 del Parque Ecológico Distrital de Humedal Torca - Guaymaral	Secretaria Distrital de Ambiente, 2022 ²³⁹
	Informe	Biodiversidad y conectividad ecológica en la localidad de Suba	Ruiz <i>et al.</i> , 2008 ²⁴⁰
Herpetofauna	Base de datos	Reptiles del Ecuador	Torres, 2023 ²⁴¹
	Base de datos	Anfibios del Ecuador	Ron, 2023 ²⁴²
	Base de datos	The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2022-2	UICN, 2022 ²⁴³
	Base de datos	Sistema de Información Sobre Biodiversidad –SIB Colombia.	Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt, 2023 ²⁴⁴
	Base de datos	The Reptile Database, http://www.reptile-database.org	Uetz, P., Freed, P. & Jirí Hošek (eds.), 2023 ²⁴⁵
	Base de datos	http://www.batrachia.com	Acosta Galvis, A. R. 2023 ²⁴⁶ .
	Revisión	Diversidad de los reptiles en Colombia	Sánchez, Castañ, y Cárdenas, 1995 ²⁴⁷
	Libro	Libro Rojo de Reptiles de Colombia	Morales-Betancourt, Lasso, Páez, y Bock, 2015 ²⁴⁸

²³⁷EMPRESA ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Cuenca Torca – Guaymaral. Parque ecológico distrital de humedal torca - especies de fauna. Bogotá, D.C, Colombia.: Empresa Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2019. 4p. Disponible en internet:< url: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/gestores-ambientales/gestion-ambiental/Sistema_hidrico_del_Distrito_Capital/Cuenca_torca-guaymaral.

²³⁸JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ. PEDH Torca-Guaymaral [En Línea]. [Bogotá, D.C, Colombia, 2021]: [Citado en mayo, 2023]. Disponible en Internet:< URL: <https://jbb.gov.co/generacion-de-conocimiento/pedh-torca-guaymaral/#Biodiversidad>.

²³⁹SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ. INFORME ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS MONITOREOS DE LA BIODIVERSIDAD AÑO 2021 DEL PARQUE ECOLÓGICO DISTRITAL DE HUMEDAL TORCA – GUAYMARAL. Bogotá D.C, Colombia. Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá, 2022. 110p. Disponible en Internet:< URL: <https://ambientebogota.gov.co/documents/10184/2884782/torca+guaymaral-informe+monitoreo+biodiversidad.pdf>.

²⁴⁰RUÍZ, Febe L. *et al.* Biodiversidad y conectividad ecológica en la localidad de Suba. Bogotá, D.C. Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2008. 52p. Disponible en Internet:< URL:<https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dln_download&p=3623.

²⁴¹TORRES, Omar. Reptiles del Ecuador [En Línea]. [Versión 23/05/04]: [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/>.

²⁴²RON, Santiago. Anfibios del Ecuador [En Línea]. [Versión 23/06/06]: [Citado en junio., 2023]. Disponible en internet: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/>.

²⁴³INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES - IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species [On line]. Version 2022-2 [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: <https://www.iucnredlist.org>.



²⁴⁴INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD –SIB Colombia [En línea]. [Bogotá, Colombia]: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2023 [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: www.sibcolombia.net/web/sib/home.

²⁴⁵UETZ, P. *et al.* Op cit. Disponible en internet: <http://www.reptile-database.org>.

²⁴⁶ACOSTA-GALVIS, Andres R. Op cit. Disponible en internet: <http://www.batrachia.com>.

²⁴⁷SÁNCHEZ, H. CASTAÑO, O. y CARDENAS, G. Diversidad de los Reptiles en Colombia. En: Colombia Diversidad Biotica I. Bogotá.: Rangel-Ch. J. (ed.). Instituto de Ciencias Naturales. FEN, 1995. p. 277-325.

²⁴⁸MORALES-BETANCOURT, Monica. *et al.* Op cit., 258 p.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 183

Grupo de fauna	Tipo de documento	Título	Autor y año
	Revisión	Ranas, Salamandras y Caecilias, (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia	Acosta, 2000 ²⁴⁹
Aves	Base de datos	Neotropical Birds Online	Cornell Lab of Ornithology, 2010 ²⁵⁰
	Base de datos	Colección en línea ICN/UNAL	ICN/UNAL 2023 ²⁵¹
	Base de datos	Global Biodiversity Information Facility	GBIF, 2023 ²⁵²
	Base de datos	Registros sonoros de las aves del mundo. Colombia	Xenocanto, 2020 ²⁵³
	Base de datos	Sistema de Información Sobre Biodiversidad –SIB Colombia.	Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander Von Humboldt, 2023 ²⁵⁴
	Base de datos	The birdlife Checklist of the World	BirdlifeInternational, 2022 ²⁵⁵
	Revisión	Aves del norte de Suramérica	Restall, Rodner y Lentino, 2007 ²⁵⁶
	Base de datos	A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society. http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACC_Baseline.htm.	Remsen, J et al., mayo ²⁵⁷ .
	Libro	Guía de las aves de Colombia	Hilty y Brown, 2001 ²⁵⁸
	Guía	Guía ilustrada de la avifauna colombiana,	Ayerbe, Fernando, 2019 ²⁵⁹
	Guía	Colibríes de Colombia	Ayerbe, - Quiñones, 2015 ²⁶⁰
	Revisión	Aves del Departamento de Cundinamarca	Chaparro-Herrera, Lopera – Salazar y Stiles, 2018 ²⁶¹

²⁴⁹ACOSTA - GALVIS, Andrés R. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *En: Biota Colombiana*, diciembre, 2000, vol. 1, no 3, p. 289-319. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49110303>.

²⁵⁰NEOTROPICAL BIRDS. Species, Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds, 2010 [Downloaded on may 2023]. Disponible en internet: http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=579596.

²⁵¹INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES. Colecciones en línea (2004 y continuamente actualizado) [En línea]. [Bogotá, Colombia]: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, 2016 [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: < <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>>.

²⁵²GLOBAL BIODIVERSITY FACILITY - GBIF. Global Biodiversity Facility Colombia [En línea]. [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: <https://www.gbif.org/es/country/CO/summary>.

²⁵³XENOCANTO. Bird sounds from all over the world [En línea]. Xeno-canto Foundation 2005 -2023 [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: <https://www.xeno-canto.org/>.

²⁵⁴INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Op cit., Disponible en internet: www.sibcolombia.net/web/sib/home.

²⁵⁵BIRDLIFE INTERNATIONAL. [HBW and BirdLife Taxonomic Checklist v7 \(December 2022\)](https://datazone.birdlife.org/species/taxonomy) [En Línea]. [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: [http://datazone.birdlife.org/species/taxonomy](https://datazone.birdlife.org/species/taxonomy).

²⁵⁶RESTALL, Robin, RODNER, Clementina. y LENTINO, Miguel. Birds of Northern South America: an Identification guide. New Haven.: Yale University Press, 2007. Volume 2. 656 p.



²⁵⁷REMSEN, J. V. et al. Classification of the bird species of South America [En línea]. [Versión 31 May 2023]. American Ornithologists' Union [Citado en junio., 2023]. Disponible en internet: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>.

²⁵⁸HILTY, Steven L. y BROWN, William L. Guía de Aves de Colombia. Segunda Edición (Álvarez-López, H, Reimpresión de la traducción). New Jersey.: Princeton University Press, 2001.1031p.

²⁵⁹AYERBE-QUIÑONES, Fernando. Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Segunda Edición. Bogotá D.C.: Wildlife Conservation Society/Colombia Program, 2019. 212 p. (Panamericana Formas e impresos). ISBN 978-958-5461-44-4.

²⁶⁰AYERBE-QUIÑONES, Fernando. Colibríes de Colombia. Cali, Colombia.: Wildlife Conservation Society, 2015. 344 p. (Serie: Avifauna Colombiana). ISBN 13 978-958-58741-5-2.

²⁶¹CHAPARRO-HERRERA, Sergio, LOPERA-SALAZAR, Andrea. y STILES, Gary. Aves del departamento de Cundinamarca, Colombia: conocimiento, nuevos registros y vacíos de información. *En: Biota Colombiana*, enero-junio 2018, vol.19 no 1, p. 160-189. Disponible en internet: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-53762018000100160.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 184

Grupo de fauna	Tipo de documento	Título	Autor y año
	Revisión	Uso De Hábitat De La Avifauna En El Humedal Guaymaral (Cundinamarca, Colombia)	Osbaahr y Gómez, 2006 ²⁶²
	Revisión	Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la cordillera oriental de Colombia	Gutiérrez-Zamora, 2008 ²⁶³
	Informe	Aves de los Humedales de Bogotá, Aportes para su Conservación	Chaparro-Herra. y Ochoa 2015 ²⁶⁴
	Libro	Libro Rojo de las Aves de Colombia Vol 1 y Vol 2	Renjifo, et al. 2014 ²⁶⁵ y 2016 ²⁶⁶
	Revisión	Listado actualizado de las aves endémicas y casi endémicas de Colombia	Chaparro-Herrera, Echeverry-Galvis, Córdoba-Córdoba y Sua-Becerra, 2013 ²⁶⁷
	Guía	Guía de las aves migratorias de Colombia	Naranjo, Amaya, Eusse-González y Cifuentes-Sarmiento, 2012 ²⁶⁸
Mamíferos	Libro	Mamíferos de Suramérica Volumen 1	Gardner, 2007 ²⁶⁹
	Libro	Mamíferos de Suramérica Volumen 2	Patton, Pardiñas, y D'Elia, 2015 ²⁷⁰
	Libro	Libro rojo de los mamíferos de Colombia	Rodrigo-Mahecha, J., Alberico, M., Trujillo, F., y Jorgeson, J (2006) ²⁷¹
	Revisión	Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia.	Solari. <i>et al</i> , (2013) ²⁷² .
	Revisión	Cambios recientes a la lista de mamíferos de Colombia.	Ramírez-Chaves, Héctor & Suárez Castro, Andrés & González-Maya, José.

²⁶²OSBAHR, Karin. y GÓMEZ, Norma C. Uso De Hábitat De La Avifauna En El Humedal Guaymaral (Cundinamarca, Colombia). En: Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación científica, 2006, vol. 9 no 2, p 157-168. Disponible en internet: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2532>.

²⁶³GUTIÉRREZ-ZAMORA, Aquiles. Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la cordillera oriental de Colombia. En: Ornitología Colombiana, 2008, vol.7, p.17-42. Disponible en internet: <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/175>.

²⁶⁴CHAPARRO-HERRERA, Sergio. y OCHOA, Diego. Aves de los Humedales de Bogotá, Aportes para su Conservación. Bogotá D. C., Colombia.: Asociación Bogotana de Ornitología -ABO, 2015. 92 p.

²⁶⁵RENJIFO, Luis M *et al*. Libro rojo de aves de Colombia. Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Bogotá, Colombia.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014. 465 p.

²⁶⁶RENJIFO, Luis M. *et al*. Libro rojo de aves de Colombia: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Bogotá, D. C., Colombia.: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt, 2016. Vol. II. 565 p.

²⁶⁷CHAPARRO-HERRERA, Sergio. *et al*. Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. En: Biota Colombiana, 2013, vol. 14, no 2, p. 235-272. Disponible en internet: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32892?locale-attribute=es>.



²⁶⁸NARANJO, Luis G. *et al*. Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Bogotá, D.C Colombia.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia, 2012. 708 p. ISBN: 978-958-8353-43-2.

²⁶⁹GARDNER, A. L. MAMMALS OF SOUTH AMERICA. VOLUME 1 MARSUPIALS, XENARTHANS, SHREWS, AND BATS. University of Chicago, 2007. 669 P. ISBN: 9780226282404.

²⁷⁰PATTON, James L, PARDIÑAS, Ulises y D'ELIA, Guillermo. Mammals of South America, Volume 2: Rodents. University of Chicago, 2015. 1336 p. ISBN: 9780226169576.

²⁷¹RODRIGUEZ-MAHECHA, José V. *et al*. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Bogotá.: Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006. 430 p. ISBN: 978-958-97690-7-2.

²⁷²SOLARI, Sergio. *et al*. RIQUEZA, ENDEMISMO Y CONSERVACIÓN DE LOS MAMÍFEROS DE COLOMBIA. En: Mastozoología Neotropical, julio-diciembre, 2013, vol. 20 no 2, p. 301-365. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45729294008>.

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 185

Grupo de fauna	Tipo de documento	Título	Autor y año
			(2016) ²⁷³ .
	Revisión	Mamíferos de Colombia. v1.12	Ramírez-Chaves, Héctor. <i>et al.</i> , 2021 ²⁷⁴
	Base de datos	Colección en línea ICN/UNAL	ICN/UNAL ²⁷⁵

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

○ Fase de campo

El trabajo de campo se desarrolló en dos (2) fases, la primera se realizó entre el siete (7) y el 18 de junio de 2022, bajo las metodologías amparadas bajo la Resolución 02145 del 30 de diciembre de 2020 “*Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones*”, y la segunda etapa surtió entre el tres(3) y 12 de mayo de 2023, amparados bajos los métodos autorizados en la Resolución 0108 del 26 de enero de 2023, resaltando que los muestreos realizados para el año 2023 constituyen un complemento a los efectuados en el año 2022.

Se desarrollaron técnicas específicas para cada grupo faunístico conforme a la identificación de coberturas de tipo boscoso, en donde el muestreo se realizó por tres (3) días (metodología pasiva o puntos fijos), y en los restantes puntos con coberturas antrópicas se realizaron transectos libres de observación (recorridos). De igual forma, se recopiló información mediante encuestas estructuradas referente a la presencia, uso y percepción de fauna silvestre por parte de la comunidad en general. Además, la información recolectada en campo se registró en bases de datos y formatos, los cuales se pueden observar en los **Anexos, Cap 5.2, Fauna**.

A continuación, se describen y se presentan las metodologías para la caracterización del componente fauna:

▪ Anfibios y Reptiles

✓ Recorridos de reconocimiento

Esta actividad se desarrolló a través del método VES (Visual Encounter Surveying)²⁷⁶, el cual consta de buscar individuos en un área delimitada, siendo este caso las coberturas vegetales objeto de evaluación, y durante un tiempo previamente definido (Tabla 2-76).

²⁷³RAMÍREZ-CHAVES, Hector E., SUÁREZ-CASTRO, Andres F y GONZÁLEZ AMAYA, Jose F. “Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia”. *En*: Mammalogy, 2016. Notes vol. 3 no 1, p. 1–9. Disponible en internet: <https://doi.org/10.47603/manovol3n1.1-9>.

²⁷⁴RAMÍREZ-CHAVES, Héctor E. *et al.* Mamíferos de Colombia. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist, 2021. Disponible en internet: <https://doi.org/https://doi.org/10.15472/kl1whs>.

²⁷⁵INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES. Colecciones en línea (2004 y continuamente actualizado) [En línea]. [Bogotá, Colombia]: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, 2016 [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: < <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>>.

²⁷⁶HEYER, W. Ronald. *et al.* Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Washington, DC.: Smithsonian Institution Press, 1994. 320 p. ISBN 1560982845.


Tabla 2-76 Recorridos de reconocimiento

Punto	Transecto	Coordenadas				Cobertura	Longitud de transecto (m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12						
		Coordenadas Iniciales		Coordenadas Finales				
		Este	Norte	Este	Norte			
Punto 1	P01_H_TR01	4884623,11	2088799,15	4884715,80	2088787,73	Zonas Pantanosas	1174.71	2022-06-11
	P01_H_TR02	4884616,20	2088777,22	4884632,71	2088877,13	Zonas Pantanosas	522.92	2022-06-13
Punto 2	P02_H_TR01	4884573,45	2088793,52	4884655,24	2088688,24	Vegetación secundaria alta	266.17	2022-06-11
	P02_H_TR02	4884566,33	2088812,36	4884667,47	2088684,92	Vegetación secundaria alta	313.77	2022-06-13
Recorrido 1	R01_TH	4884514,96	2086918,53	4884535,61	2086862,96	Cuerpos de agua artificiales	303.27	2022-06-08
Recorrido 2	R02_TH	4884850,74	2088674,01	4884862,79	2088680,31	Pastos enmalezados	530.62	2022-06-08
Recorrido 3	R03_TH	4884355,43	2086259,33	4884378,31	2086465,19	Pastos limpios	392.39	2022-06-08
Recorrido 4	R04_TH	4884543,33	2088968,45	4884457,44	2089087,59	Zonas Pantanosas	467.04	2022-06-08
Recorrido 5	R05_TH	4884760,00	2087958,77	4884782,91	2088097,27	Pastos arbolados	503.54	2022-06-09
Recorrido 6	R06_TH	4884293,16	2086400,29	4884496,81	2086359,85	Pastos enmalezados	442.09	2022-06-09
Recorrido 7	R07_TH	4884694,91	2086416,81	4884697,35	2086443,00	Parques cementerios	525.80	2022-06-10
Recorrido 8	R08_TH	4884798,63	2087421,07	4884925,70	2087763,74	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	575.30	2022-06-10
Recorrido 9	R09_TH	4883946,60	2088584,10	4883960,11	2088576,99	Instalaciones recreativas	354.67	2022-06-10
Recorrido 10	R10_TH	4884553,62	2086109,91	4884656,34	2085887,75	Zonas verdes urbanas	402,86	2022-06-10
Recorrido 11	R11_TH	4885250,24	2089299,84	4885244,69	2089330,94	Plantación forestal	217,04	2022-06-12
Recorrido 12	R12_TH	4884552,11	2087048,88	4884570,04	2087080,81	Vegetación secundaria baja	294,16	2022-06-12
Recorrido 13	R13_TH	4884544,27	2087609,49	4884546,93	2087774,96	Zonas industriales o comerciales	394,42	2022-06-13
Recorrido 14	R14_TH	4884398,23	2087473,02	4884378,08	2087543,48	Instalaciones recreativas	727,27	2022-06-15
Recorrido 15	R15_TH	4884999,82	2087755,65	4884731,77	2086672,62	Zonas Pantanosas	1199.89	2023-05-03
Recorrido 16	R16_TH	4885263,60	2090774,66	4884919,17	2088664,21	Zonas verdes urbanas	2757,31	2023-05-03
Recorrido 17	R17_TH	4884851,33	2088211,78	4884439,39	2085793,73	Zonas verdes urbanas	2803,89	2023-05-04
Recorrido 18	R18_TH	4884755,02	2088463,82	4884763,13	2088443,31	Pastos arbolados	596,78	2023-05-04
Recorrido 19	R19_TH	4884587,83	2087934,23	4884634,24	2087691,97	Pastos enmalezados	312,54	2023-05-04
Recorrido 20	R20_TH	4885547,87	2087531,00	4885661,63	2086774,31	Pastos limpios	800,74	2023-05-05
Recorrido 21	R21_TH	4884931,98	2089899,60	4884897,20	2089753,50	Pastos arbolados	289,19	2023-05-05
Recorrido 22	R22_TH	4884450,41	2089131,07	4884455,59	2089156,12	Zonas pantanosas	547,05	2023-05-05
Recorrido 23	R23_TH	4885095,91	2090168,18	4885163,18	2090406,95	Pastos arbolados	842,50	2023-05-12
Recorrido 24	R24_TH	4884118,10	2088413,35	4884124,24	2088400,26	Tejido urbano discontinuo	297,43	2023-05-12
Recorrido 25	R25_TH	4885108,01	2089385,65	4885378,51	2089325,04	Vegetación secundaria alta	316,13	2023-05-12

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Con el propósito de aumentar la eficiencia del estudio y de cubrir el mayor número de microhábitats disponibles, se realizaron recorridos a pie (Fotografía 2-14 y Fotografía 2-15) desarrollados entre las 8:00 y las 13:00 horas para las especies diurnas y entre las 17:00 y 21:00 horas para las especies nocturnas, a razón de que la mayoría de estas, especialmente los anfibios, presentan su mayor actividad en horas de la noche²⁷⁷.

²⁷⁷ ANGULO, Ariadne. *et al.* ., Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Bogotá D.C.: Conservación Internacional, Serie manuales para la conservación, 2006. 298 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 187

Fotografía 2-14 Recorrido diurno para el registro de herpetofauna



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba urbano
Coordenadas: E4884587,83 – N 2087934,23
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

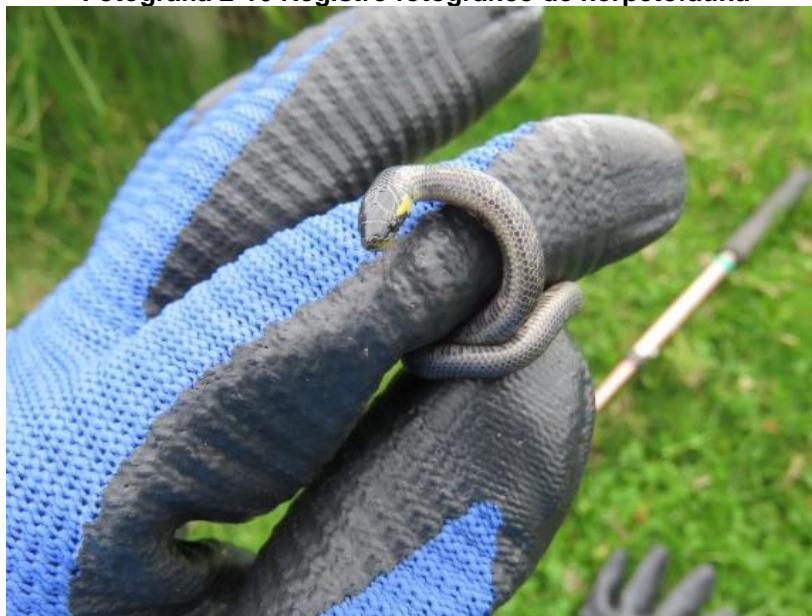
Fotografía 2-15 Búsqueda nocturna de herpetofauna



Localidad: Suba-Barrio: Casablanca Suba Urbano
Coordenadas: E4884616,20 – N 2088777,22
Fuente: INGEDISA S.A., 2022

La búsqueda para este grupo se centró sobre todos los posibles hábitats presentes en el transecto, colocando principal atención sobre cuerpos de agua, hojarasca, madrigueras, ramas y hojas con el apoyo de una pinza y gancho herpetológico. Luego de capturar al individuo, se tomó registro fotográfico y se procedió a la respectiva determinación taxonómica, la cual se basa en patrones de características cromáticas y estructuras tales como glándulas, membranas timpánicas, tipo de discos y almohadillas en dedos, escudetes, entre otros (Fotografía 2-16). Toda la información obtenida se registró en bases de datos.

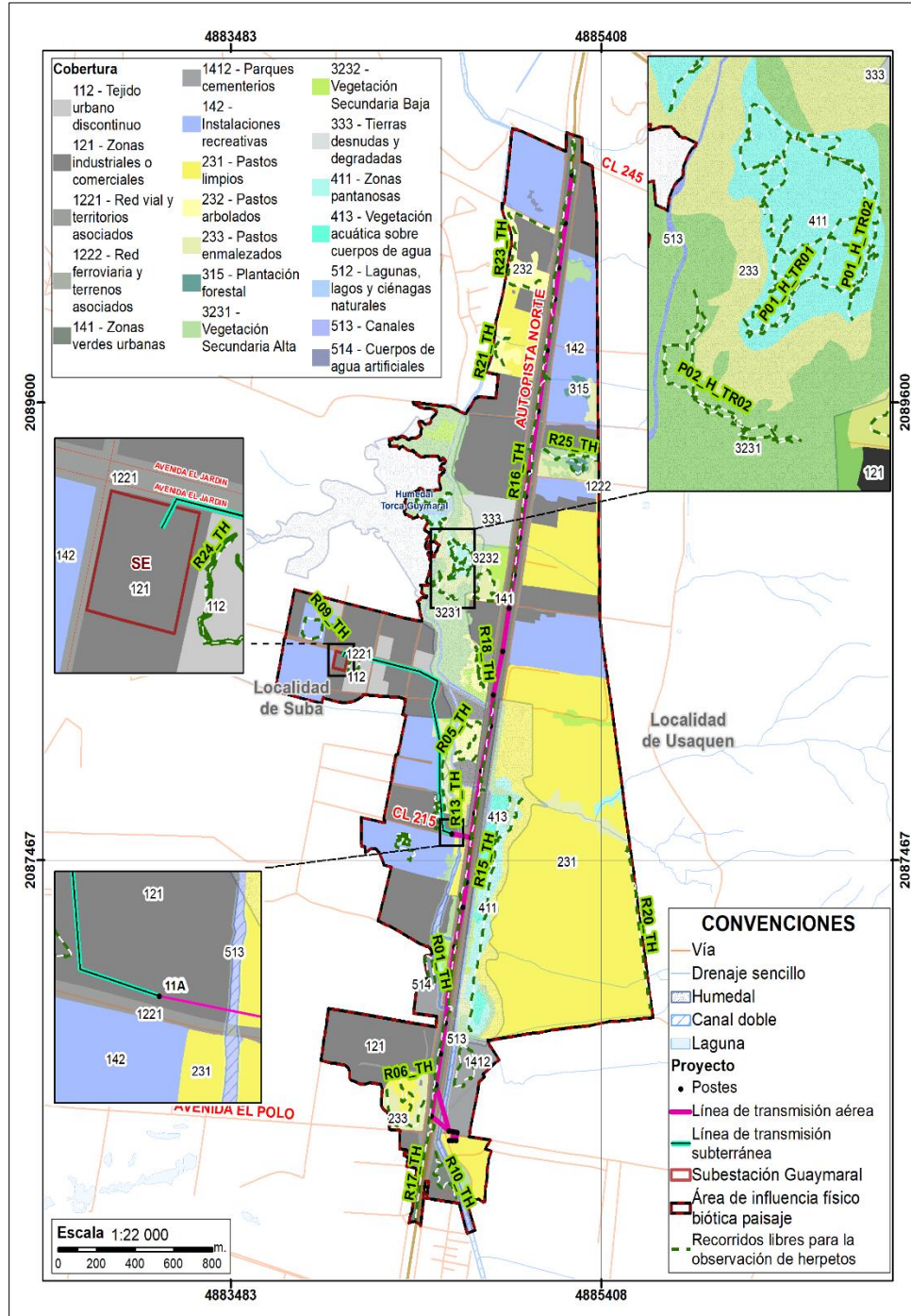
Fotografía 2-16 Registro fotográfico de herpetofauna





Localidad: Usaqué- Barrio: Torca I
Coordenadas: E4885547,87 - N2087530,99
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

A continuación, en la Figura 2-36 se presenta la ubicación espacial de los recorridos de observación para la caracterización del grupo herpetofauna.

Figura 2-36 Ubicación puntos de muestreo para la caracterización de herpetofauna



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 189

▪ Aves

La caracterización de la avifauna se realizó a partir de puntos fijos de instalación de redes de niebla y recorridos o transectos libres de observación. Los puntos de muestreo se definieron según las coberturas vegetales establecidas para el área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta la oferta de recursos para las aves y su representatividad dentro del área de estudio.

✓ Recorridos libres y puntos fijos de observación

Teniendo en cuenta las coberturas naturales y semi-naturales inmersas en el área definida para el desarrollo del proyecto, el trabajo de campo se planteó siguiendo los lineamientos metodológicos de Villareal *et al.* (2006)²⁷⁸, que incluye además de los recorridos o transectos de observación, la instalación de redes de niebla para la captura y liberación de individuos.

Los recorridos se realizaron entre las 5.30 y las 10.00 de la mañana y entre las 15.30 y 18.00 en la tarde haciendo uso de binoculares Nikon Action 7x35, GPS Garmin etrex 30 y cámara fotográfica Sony HX300 50x (Tabla 2-77). Además, se tomó registro fotográfico de las especies (cuando fue posible), y los datos obtenidos se reportaron a través de formatos de campo.

Tabla 2-77 Recorridos libres de observación

Punto	Transecto	Coordenadas				Cobertura	Longitud de transecto (m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12						
		Coordenadas Iniciales		Coordenadas Finales				
		Este	Norte	Este	Norte			
Punto 1	P01_A_TR01	4884668,633	2088794,389	4884657,26	2088883,894	Zonas Pantanosas	692,20	2022-06-14
	P01_A_TR02	4884703,787	2088813,164	4884728,106	2088909,649	Zonas Pantanosas	418,58	2022-06-14
Punto 2	P02_A_TR01	4884700,057	2088685,744	4884576,075	2088795,019	Vegetación secundaria alta	262,46	2022-06-14
	P02_A_TR02	4884591,005	2088832,528	4884620,533	2088690,314	Vegetación secundaria alta	239,65	2022-06-15
Recorrido 1	R01_TA	4884490,674	2086994,048	4884502,594	2086867,255	Cuerpos de agua artificiales	321,69	2022-06-08
Recorrido 2	R02_TA	4884850,68	2088677,838	4884865,401	2088682,371	Pastos enmalezados	589,06	2022-06-08
Recorrido 3	R03_TA	4884358,732	2086261,461	4884370,516	2086457,339	Pastos limpios	366,87	2022-06-08
Recorrido 4	R04_TA	4884559,343	2088985,306	4884465,84	2089088,665	Zonas Pantanosas	467,87	2022-06-08
Recorrido 5	R05_TA	4884647,899	2087922,153	4884784,934	2088115,543	Pastos arbolados	557,00	2022-06-08
Recorrido 6	R06_TA	4884495,84	2086338,037	4884309,859	2086397,714	Pastos enmalezados	442,32	2022-06-09
Recorrido 7	R07_TA	4884667,147	2086395,076	4884702,707	2086413,703	Parques cementerios	521,11	2022-06-09
Recorrido 8	R08_TA	4884799,188	2087421,91	4884929,747	2087757,131	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	460,24	2022-06-10
Recorrido 9	R09_TA	4883915,214	2088585,073	4883937,413	2088538,316	Instalaciones recreativas	414,71	2022-06-10
Recorrido 10	R10_TA	4884553,618	2086109,913	4884652,639	2085898,925	Zonas verdes urbanas	357,01	2022-06-10
Recorrido 11	R11_TA	4885262,972	2089285,501	4885329,276	2089282,473	Plantación forestal	302,96	2022-06-10
Recorrido 12	R12_TA	4884543,909	2087067,665	4884606,961	2087094,412	Vegetación secundaria baja	214,17	2022-06-16
Recorrido 13	R13_TA	4884544,76	2087606,61	4884555,14	2087785,361	Zonas industriales o comerciales	258,65	2022-06-16
Recorrido 14	R14_TA	4884396,419	2087441,597	4884392,166	2087473,792	Instalaciones recreativas	584,27	2022-06-16
Recorrido 15	R15_TA	4885002,849	2087759,507	4884731,249	2086678,684	Zonas Pantanosas	1177,67	2022-06-15

²⁷⁸VILLARREAL, Humberto. *et al.* Op cit., p. 94-106.

Punto	Transecto	Coordenadas				Cobertura	Longitud de transecto (m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12						
		Coordenadas Iniciales		Coordenadas Finales				
		Este	Norte	Este	Norte			
Recorrido 16	R16_TA	4885265,626	2090840,85	4884900,735	2088619,109	Zonas verdes urbanas	2788,25	2023-05-03
Recorrido 17	R17_TA	4884856,727	2088227,092	4884436,733	2085792,282	Zonas verdes urbanas	2823,36	2023-05-03
Recorrido 18	R18_TA	4884755,492	2088462,763	4884761,762	2088443,139	Pastos arbolados	466,60	2023-05-04
Recorrido 19	R19_TA	4884584,604	2087936,469	4884629,477	2087689,058	Pastos enmalezados	305,33	2023-05-04
Recorrido 20	R20_TA	4885555,77	2087500,503	4885659,982	2086781,428	Pastos limpios	765,53	2023-05-04
Recorrido 21	R21_TA	4884929,942	2089915,725	4884912,244	2089738,657	Pastos arbolados	294,39	2023-05-05
Recorrido 22	R22_TA	4884447,947	2089132,965	4884452,656	2089156,989	Zonas pantanosas	549,62	2023-05-05
Recorrido 23	R23_TA	4885136,757	2090192,184	4885162,406	2090391,507	Pastos arbolados	924,43	2023-05-05
Recorrido 24	R24_TA	4884118,097	2088413,35	4884132,463	2088403,487	Tejido urbano discontinuo	243,64	2023-05-12
Recorrido 25	R25_TA	4885106,73	2089383,182	4885377,642	2089346,215	Vegetación secundaria alta	301,16	2023-05-12

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Los recorridos se efectuaron con una longitud variable cubriendo las distintas coberturas, dado que el esfuerzo de muestreo para esta actividad se presenta en términos de tiempo por recorrido realizado. En estos se registró únicamente los individuos observados y/o escuchados a una distancia aproximada de 25 m a cada lado del transecto y que presentaron un desplazamiento contrario al trayecto del observador para evitar rec conteos; así mismo, la identificación se hizo por reconocimientos previos del observador y con ayuda de la bibliografía o guías de campo especializadas para el grupo: “*Guía de Aves de Colombia*”²⁷⁹, la Guía de aves del norte de Sur América “*Birds of Northern South America: An Identification Guide*”²⁸⁰ y la “*Guía ilustrada de la avifauna colombiana*”²⁸¹.

²⁷⁹HILTY, Steven L. y BROWN, William L. Op cit., 1031p.

²⁸⁰RESTALL, Robin, RODNER, Clementina. y LENTINO, Miguel. Op cit. 656 p.

²⁸¹AYERBE-QUIÑONES, Fernando. Op cit., 212 p.

Fotografía 2-17 Recorridos y puntos de observación para el registro de aves



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba Urbano
 Coordenadas: E4885186,92-N2090285,71
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023



Durante los recorridos de observación, también se tuvo en cuenta la identificación de aves mediante el reconocimiento de sus cantos. En los casos donde no se identificó el canto *in situ*, se realizaron grabaciones que posteriormente se contrastaron e identificaron con los cantos de la base de datos de aves del mundo (XENOCANTO). Por último, se tuvo en cuenta registros indirectos de nidos y plumas como una herramienta para incluir los taxones que no fueron avistados durante los recorridos.

✓ Captura con redes de niebla

La captura de individuos se realizó utilizando cinco (5) redes de niebla de 12 x 3 con un ojo de malla de 36 mm, ubicándolas estratégicamente de tal forma que abarcaran los hábitats representativos de la zona de estudio de acuerdo con las coberturas de interés. Este trabajo, se ejecutó entre las 5.30 y las 10.00 en la mañana y entre las 15.30 y 18.00 horas en la tarde, verificando cada 15 minutos la presencia de individuos. Las redes permanecieron abiertas durante tres (3) días por sitio o cobertura vegetal evaluada (Fotografía 2-18 y Tabla 2-78).

Tabla 2-78 Ubicación redes de niebla


Tabla 2-13 Ubicación Puntos de Muestra						
Punto de muestreo	Código	Coordenadas		Cobertura	Altitud (m.s.n.m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12				
		Este	Norte			
Punto 1	P01_A_RN01	4884617,30	2088985,99	Zonas pantanosas	2545,59	2022-06-14

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 192

Punto de muestreo	Código	Coordenadas		Cobertura	Altitud (m.s.n.m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12				
		Este	Norte			
	P01_A_RN02	4884618,03	2088968,00	Zonas pantanosas	2545,63	2022-06-14
	P01_A_RN03	4884612,47	2088940,56	Zonas pantanosas	2545,95	2022-06-14
	P01_A_RN04	4884629,51	2088934,25	Zonas pantanosas	2545,75	2022-06-14
	P01_A_RN05	4884646,23	2088922,09	Zonas pantanosas	2545,95	2022-06-14
Punto 2	P02_A_RN01	4884667,15	2088717,73	Vegetación secundaria alta	2546,76	2022-06-14
	P02_A_RN02	4884662,62	2088691,61	Vegetación secundaria alta	2547,06	2022-06-14
	P02_A_RN03	4884616,09	2088711,14	Vegetación secundaria alta	2546,49	2022-06-14
	P02_A_RN04	4884645,49	2088706,86	Vegetación secundaria alta	2546,63	2022-06-14
	P02_A_RN05	4884692,77	2088686,04	Vegetación secundaria alta	2547,43	2022-06-14

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En cada sitio evaluado, las redes fueron dispuestas de forma consecutiva o interrumpida teniendo en cuenta zonas transicionales entre coberturas, ecotonos o donde se observó mayor afluencia o movimiento de individuos (ej. Bordes de bosques, cerca de cuerpos de agua, entre otros) a fin de tener mayores tasas de captura. En un punto equidistante de las redes, se estableció un lugar de espera y toma de datos con el fin de evitar interrupciones en el monitoreo. Los individuos capturados fueron bajados manualmente y dispuestos en bolsas de tela para posteriormente realizar la identificación con reconocimiento de sus patrones de forma y color al compararlas con las ilustraciones y descripciones (hábitat y distribución geográfica) con las mismas guías de campo usadas durante los recorridos de observación.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 193

Fotografía 2-18 Instalación de redes de niebla





Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba Urbano
 Coordenadas: E4884667,15 – N 2088717,73
 Fuente: INGEDISA S.A., 2022

Así mismo, a cada individuo capturado se tomó registros fotográficos si este se encontraba en buen estado (que no estuviera estresado, cansado o fatigado), la respectiva morfometría (longitud alar, pico, cola y tarso), datos ecológicos (ej. estado reproductivo, niveles de grasa corporal, estado del plumaje), así como la determinación del sexo en aquellos taxones que presentan dimorfismo sexual. Una vez realizada la identificación y toma de datos, se procedió a marcar cada individuo pintando uno de sus tarsos o la uña con esmalte pintauñas para que no fueran censados de nuevo.

Posteriormente, cada individuo fue liberado o devuelto a su medio natural (*in situ*) cerca del área de captura, verificando que se encontrara en buen estado. Para ello se estableció prioridades de liberación de acuerdo con las características morfofisiológicas de cada ave: primero colibríes, luego aves pequeñas de difícil extracción de la red y finalmente liberación de aves grandes extraídas sin dificultad. Toda la información fue consignada en formatos de campo específicos para la actividad de captura con redes de niebla.

A continuación, en la Figura 2-37 se presenta la ubicación espacial de los recorridos de observación y puntos de redes de niebla para la caracterización del grupo aves.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 195

▪ Mamíferos

Dada la gran diversidad de hábitos asociados a patrones de actividades, formas de locomoción, uso de hábitat y tipo de alimentación²⁸², la caracterización de este grupo faunístico se consolidó a través de redes de niebla para mamíferos voladores, para aquellos no voladores de tamaño pequeño (como roedores y marsupiales) se utilizaron trampas tipo Sherman, y adicionalmente se manejaron cámaras trampa y trampas Tomahawk para evidenciar la presencia de mastofauna terrestre de tamaño mediano y/o grande (tales como canidos, felinos, entre otros).

✓ Captura de pequeños y medianos mamíferos, trampas Sherman y Tomahawk

Para la determinación de mamíferos pequeños, se instalaron 18 trampas Sherman con un tamaño cada una de 23 x 7.5 x 8.5 cm, dispuestas a una distancia mínima de 10 metros entre sí al interior de las coberturas objeto de estudio y ubicadas sobre transectos alejados de actividades antrópicas (Fotografía 2-19). La instalación de estas trampas se hizo en sitios identificados como probables para la captura de estos organismos, donde se observó senderos, madrigueras utilizadas, túneles, bases de los árboles, entre otras, que pudieran indicar su presencia²⁸³.

Las trampas fueron georreferenciadas individualmente, y se instalaron en horas de la mañana entre las 5.30 y 10.00, así mismo fueron cebadas con una mezcla de avena, maní y grasa animal en una proporción 4:2:1²⁸⁴, además de utilizar plátano o banano (*Musa* sp).

Tabla 2-79 Ubicación trampas Sherman



Tabla 2-75 Ubicación trampas Chenman						
Punto de muestreo	Código	Coordenadas		Cobertura	Altitud (m.s.n.m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12				
		Este	Norte			
Punto 1	P01_M_TS01	4884606,44	2088909,85	Zonas pantanosas	2545,82	2022-06-14
	P01_M_TS02	4884615,82	2088894,56	Zonas pantanosas	2545,90	2022-06-14
	P01_M_TS03	4884631,06	2088885,59	Zonas pantanosas	2545,94	2022-06-14
	P01_M_TS04	4884632,41	2088867,38	Zonas pantanosas	2545,99	2022-06-14
	P01_M_TS05	4884633,08	2088854,04	Zonas pantanosas	2546,06	2022-06-14
	P01_M_TS06	4884641,09	2088842,70	Zonas pantanosas	2546,11	2022-06-14

²⁸²VÁZQUEZ, Miguel y ULLOA, Roberto. Estrategia para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Sector Forestal del Ecuador. Quito, Ecuador.: Proyecto FAO-Holandace Apoyo a la Ejecución del Plan de Acción Forestal del Ecuador (PAFE)/EcoCiencia, 1997. 149 p. ISBN9978-95-196-2.

²⁸³ROMERO-ALMARAZ, María de Lourdes. *et al.* Mamíferos pequeños manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. 2a edición. México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología, 2007. 201p. ISBN: 978-970-32-4709-7.

²⁸⁴VOSS, Robert y EMMONS, Louise. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforest: A preliminary assessment. American Museum Natural History, 1996. 115 p. ISSN 0003-0090.

Punto de muestreo	Código	Coordenadas		Cobertura	Altitud (m.s.n.m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12				
		Este	Norte			
	P01_M_TS07	4884638,87	2088829,60	Zonas pantanosas	2546,15	2022-06-14
	P01_M_TS08	4884636,59	2088819,49	Zonas pantanosas	2546,20	2022-06-14
	P01_M_TS09	4884630,23	2088808,34	Zonas pantanosas	2546,30	2022-06-14
	P01_M_TS10	4884623,108	2088799,15	Zonas pantanosas	2546,37	2022-06-14
	P01_M_TS11	4884618,37	2088780,79	Zonas pantanosas	2546,44	2022-06-14
	P01_M_TS12	4884636,85	2088774,52	Zonas pantanosas	2546,47	2022-06-14
	P01_M_TS13	4884652,54	2088779,31	Zonas pantanosas	2546,53	2022-06-14
	P01_M_TS14	4884563,82	2088992,92	Zonas pantanosas	2545,76	2022-06-14
	P01_M_TS15	4884560,01	2088986,67	Zonas pantanosas	2545,63	2022-06-14
	P01_M_TS16	4884555,19	2088980,46	Zonas pantanosas	2545,57	2022-06-14
	P01_M_TS17	4884548,76	2088970,17	Zonas pantanosas	2545,61	2022-06-14
	P01_M_TS18	4884539,74	2088965,73	Zonas pantanosas	2545,91	2022-06-14
Punto 2	P02_M_TS01	4884559,37	2088739,3	Vegetación secundaria alta	2546,55	2022-06-14
	P02_M_TS02	4884557,28	2088751,9	Vegetación secundaria alta	2546,72	2022-06-14
	P02_M_TS03	4884552,75	2088758,75	Vegetación secundaria alta	2546,81	2022-06-14
	P02_M_TS04	4884587,6	2088715,71	Vegetación secundaria alta	2546,41	2022-06-14
	P02_M_TS05	4884579,29	2088721,47	Vegetación secundaria alta	2546,43	2022-06-14
	P02_M_TS06	4884677,26	2088698,00	Vegetación secundaria alta	2547,01	2022-06-14
	P02_M_TS07	4884666,82	2088687,52	Vegetación secundaria alta	2547,10	2022-06-14
	P02_M_TS08	4884632,5	2088713,21	Vegetación secundaria alta	2546,50	2022-06-14
	P02_M_TS09	4884617,52	2088705,17	Vegetación secundaria alta	2546,63	2022-06-14
	P02_M_TS10	4884602,67	2088716,34	Vegetación secundaria alta	2546,39	2022-06-14

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 197

Punto de muestreo	Código	Coordenadas		Cobertura	Altitud (m.s.n.m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12				
		Este	Norte			
	P02_M_TS11	4884597,56	2088718,33	Vegetación secundaria alta	2546,35	2022-06-14
	P02_M_TS12	4884548,33	2088770,59	Vegetación secundaria alta	2546,71	2022-06-14
	P02_M_TS13	4884544,29	2088782,86	Vegetación secundaria alta	2546,88	2022-06-14
	P02_M_TS14	4884548,43	2088790,8	Vegetación secundaria alta	2546,77	2022-06-14
	P02_M_TS15	4884552,04	2088798,96	Vegetación secundaria alta	2546,63	2022-06-14
	P02_M_TS16	4884555,21	2088806,3	Vegetación secundaria alta	2546,73	2022-06-14
	P02_M_TS17	4884705,03	2088686,73	Vegetación secundaria alta	2548,00	2022-06-14
	P02_M_TS18	4884684,25	2088690,63	Vegetación secundaria alta	2547,14	2022-06-14



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Además, fueron revisadas y cebadas cada 24 horas entre las 5:30 y las 10:00 horas²⁸⁵, completando un periodo de monitoreo de tres (3) días por cobertura. Posteriormente, los individuos capturados se guardaron en bolsas de tela para su respectiva medición (Fotografía 2-20) y luego ser liberados *in situ*.

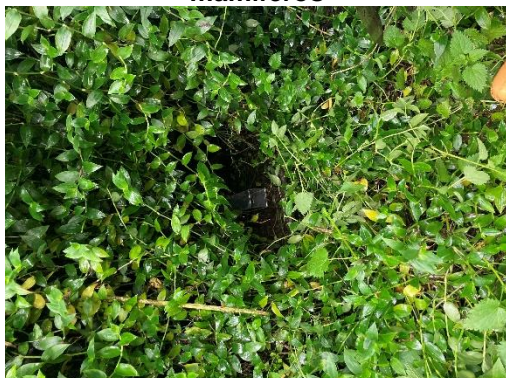
Por otro lado, tres (3) trampas Tomahawk de 30 x 20 x 50 cm fueron instalados durante las 5.30 y las 10:00 horas distribuidas a una distancia de 25 metros entre cada una, colocando especial interés en microhábitats idóneos para la mastofauna objeto de estudio. De igual forma, individualmente fueron georreferenciadas y revisadas cada 24 horas durante el periodo de tiempo anteriormente mencionado²⁸⁶. Para esta actividad se empleó como cebo plátano, banano (*Musa* sp.) y atún con el propósito de cubrir diferentes gremios tróficos.

²⁸⁵ RAMÍREZ, Hector E. y PÉREZ, Weimar A. Mamíferos de un fragmento de bosque de roble en el departamnto del Cauca, Colombia. En: Boletín Científico - Centro de Museos - Museo de Historia Natural, enero-diciembre 2007, vol. 11, p. 65–79. Disponible en internet: <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/5366>.

²⁸⁶ *Ibid.* p. 68

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 198

Fotografía 2-19 Instalación de Trampa Sherman para la captura de pequeños mamíferos



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba Urbano
 Coordenadas: E4884597,56 – N 2088718,33
 Fuente: INGEDISA S.A., 2022

Fotografía 2-20 Medición individuos capturados mediante trampas Sherman



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba Urbano
 Coordenadas: E4884597,56 – N 2088718,33
 Fuente: INGEDISA S.A., 2022

Tabla 2-80 Ubicación trampas Tomahawk


Punto de muestreo	Código	Coordenadas		Cobertura	Altitud (m.s.n.m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12				
		Este	Norte			
Punto 1	P01_M_TT01	4884632,71	2088877,13	Zonas pantanosas	2545,97	2022-06-14
	P01_M_TT02	4884638,16	2088843,29	Zonas pantanosas	2546,09	2022-06-14
	P01_M_TT03	4884613,03	2088788,14	Zonas pantanosas	2546,44	2022-06-14
	P01_M_TT04	4884608,09	2088927,25	Zonas pantanosas	2545,67	2022-06-14
	P01_M_TT05	4884534,87	2088985,47	Zonas pantanosas	2546,53	2022-06-14
Punto 2	P02_M_TT01	4884544,35	2088778,09	Vegetación secundaria alta	2546,78	2022-06-14
	P02_M_TT02	4884551,23	2088748,89	Vegetación secundaria alta	2546,71	2022-06-14
	P02_M_TT03	4884578,03	2088699,94	Vegetación secundaria alta	2547,00	2022-06-14
	P02_M_TT04	4884627,26	2088712,89	Vegetación secundaria alta	2546,46	2022-06-14
	P02_M_TT05	4884679,94	2088678,84	Vegetación secundaria alta	2547,13	2022-06-14

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Luego de ser capturados, se tomaron medidas morfológicas tal y como el largo total (LT), largo cabeza-cuerpo (LCC), largo cola (LC), largo pie (LP) y largo oreja (LO).

✓ **Captura con redes de niebla**

Los mamíferos voladores se identificaron con redes de niebla de 12 x 3 m con un ojo de malla de 36 mm, un total de cinco (5) redes estuvieron activas entre las 16:00 hasta las 21:30 horas de la noche con revisiones cada treinta (30) minutos (Fotografía 2-21 y Tabla 2-81). El trabajo de campo se efectuó durante tres (3) días por cobertura vegetal objeto de estudio, abarcando distintos sectores y trasladando las redes diariamente para aumentar la

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 199

tasa de captura. Además, con el propósito de cubrir posibles rutas de desplazamiento y para conseguir el mayor número de individuos, las redes se ubicaron al interior y sobre las áreas abiertas de las coberturas²⁸⁷.

Tabla 2-81 Ubicación redes de niebla

Punto de muestreo	Código	Coordenadas		Cobertura	Altitud (m.s.n.m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12				
		Este	Norte			
Punto 1	P01_M_RN01	4884667,15	2088717,73	Zonas pantanosas	2546,76	2022-06-14
	P01_M_RN02	4884662,62	2088691,61	Zonas pantanosas	2547,06	2022-06-14
	P01_M_RN03	4884616,09	2088711,14	Zonas pantanosas	2546,49	2022-06-14
	P01_M_RN04	4884645,49	2088706,86	Zonas pantanosas	2546,63	2022-06-14
	P01_M_RN05	4884692,77	2088686,04	Zonas pantanosas	2547,43	2022-06-14
Punto 2	P02_M_RN01	4884617,3	2088985,99	Vegetación secundaria alta	2545,59	2022-06-14
	P02_M_RN02	4884618,03	2088968	Vegetación secundaria alta	2545,63	2022-06-14
	P02_M_RN03	4884612,47	2088940,56	Vegetación secundaria alta	2545,95	2022-06-14
	P02_M_RN04	4884629,51	2088934,25	Vegetación secundaria alta	2545,75	2022-06-14
	P02_M_RN05	4884646,23	2088922,09	Vegetación secundaria alta	2545,95	2022-06-14


Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-21 Redes de niebla activas



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba
Coordenadas: E4884616,06-N2088711,13
Fuente: INGEDISA S.A., 2022

²⁸⁷Ibid. p. 67

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 200

Luego de ser capturados, los ejemplares se depositaron en bolsas de tela y se registró su hora de observación, se tomaron coordenadas y en algunos casos se realizó la identificación *in situ* hasta familia y/o género; posteriormente se procedió a la toma de medidas morfológicas que además de las mencionadas en la técnica anterior, para mamíferos voladores se incluyen otras como el antebrazo (AB), longitud tibia-pie (Lt) y longitud de la hoja nasal (LHN). Así mismo se registraron datos reproductivos y ecológicos. Finalmente, luego de culminada esta labor, se procedió a liberar los individuos *in situ*.

✓ Transectos de observación

Para el desarrollo de esta técnica, se realizaron transectos (recorridos) de duración y distancia variable, en compañía de un auxiliar de campo con el fin de registrar el avistamiento directo de mamíferos y todo rastro o evidencia indirecta tales como huellas, senderos, rasguños, heces, letrinas, comederos, madrigueras, hozaderos, restos óseos, entre otros (Fotografía 2-22, Fotografía 2-23). La información tomada en cada recorrido se consignó en el correspondiente formato de campo.

Fotografía 2-22 Transectos de observación diurnos



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba Urbano
 Coordenadas: E4884616,06-N2088711,25
 Fuente: **INGEDISA S.A.**, 2023



Fotografía 2-23 Transecto de observación nocturnos





Localidad: Suba - Barrio: Casablanca Suba Urbano
 Coordenadas: E4884530,92 – N 2088838,02
 Fuente: **INGEDISA S.A.**, 2022

Tabla 2-82 Recorridos libres de observación

Punto	Transecto	Coordenadas				Cobertura	Longitud de transecto (m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12						
		Coordenadas Iniciales		Coordenadas Finales				
		Este	Norte	Este	Norte			
Punto 1	P01_M_TR01	4884619.25	2088990.07	4884737.35	2088849.77	Zonas Pantanosas	472.73	2022-06-11
	P01_M_TR02	4884622.47	2088970.90	4884717.51	2088929.94	Zonas Pantanosas	379.85	2022-06-13
Punto 2	P02_M_TR01	4884530,92	2088838,02	4884706,70	2088686,47	Vegetación secundaria alta	999,41	2022-06-11

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 201

Punto	Transecto	Coordenadas				Cobertura	Longitud de transecto (m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12						
		Coordenadas Iniciales		Coordenadas Finales				
		Este	Norte	Este	Norte			
	P02_M_TR02	4884537,70	2088861,01	4884662,55	2088696,01	Vegetación secundaria alta	363,69	2022-06-13
Recorrido 1	R01_TM	4884550,57	2086885,69	4884489,61	2087005,33	Cuerpos de agua artificiales	195,69	2022-06-08
Recorrido 2	R02_TM	4884863,14	2088666,68	4884863,44	2088686,71	Pastos enmalezados	642,42	2022-06-08
Recorrido 3	R03_TM	4884379,37	2086262,94	4884402,67	2086466,17	Pastos limpios	367,50	2022-06-08
Recorrido 4	R04_TM	4884555,85	2088981,92	4884457,80	2089090,09	Zonas Pantanosas	416,39	2022-06-08
Recorrido 5	R05_TM	4884761,34	2087948,63	4884784,61	2088105,95	Pastos arbolados	546,36	2022-06-08
Recorrido 6	R06_TM	4884287,32	2086393,98	4884494,99	2086349,11	Pastos enmalezados	522,79	2022-06-09
Recorrido 7	R07_TM	4884695,60	2086408,40	4884681,66	2086408,60	Parques cementerios	623,54	2022-06-09
Recorrido 8	R08_TM	4884798,18	2087419,74	4884930,00	2087761,05	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	470,72	2022-06-10
Recorrido 9	R09_TM	4883964,63	2088563,21	4883864,71	2088553,74	Instalaciones recreativas	195,81	2022-06-10
Recorrido 10	R10_TM	4884548,06	2086109,52	4884658,20	2085879,28	Zonas verdes urbanas	365,26	2022-06-10
Recorrido 11	R11_TM	4885260,51	2089300,59	4885294,29	2089291,30	Plantación forestal	658,46	2022-06-10
Recorrido 12	R12_TM	4884582,60	2087095,81	4884585,45	2087095,43	Vegetación secundaria baja	306,59	2022-06-12
Recorrido 13	R13_TM	4884545,06	2087605,49	4884559,37	2087786,06	Zonas industriales o comerciales	332,45	2022-06-12
Recorrido 14	R14_TM	4884337,19	2087458,81	4884394,60	2087476,60	Instalaciones recreativas	690,34	2022-06-13
Recorrido 15	R15_TM	4884996,92	2087746,86	4884733,92	2086740,77	Zonas Pantanosas	1131,18	2022-06-15
Recorrido 16	R16_TM	4885262,44	2090825,60	4884918,68	2088664,41	Zonas verdes urbanas	3071,35	2023-05-03
Recorrido 17	R17_TM	4884856,66	2088227,99	4884423,18	2085785,19	Zonas verdes urbanas	2910,49	2023-05-03
Recorrido 18	R18_TM	4884759,01	2088447,31	4884766,08	2088441,30	Pastos arbolados	535,06	2023-05-04
Recorrido 19	R19_TM	4884583,10	2087935,27	4884616,78	2087688,79	Pastos enmalezados	282,53	2023-05-04
Recorrido 20	R20_TM	4885552,68	2087495,32	4885663,53	2086775,49	Pastos limpios	744,86	2023-05-04
Recorrido 21	R21_TM	4884980,84	2089798,46	4884894,20	2089742,34	Pastos arbolados	679,65	2023-05-05
Recorrido 22	R22_TM	4884440,55	2089140,86	4884461,30	2089155,99	Zonas pantanosas	596,45	2023-05-05
Recorrido 23	R23_TM	4885140,11	2090195,75	4885153,22	2090389,22	Pastos arbolados	912,76	2023-05-05

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 202

Punto	Transecto	Coordenadas				Cobertura	Longitud de transecto (m)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12						
		Coordenadas Iniciales		Coordenadas Finales				
		Este	Norte	Este	Norte			
Recorrido 24	R24_TM	4884118,10	2088413,35	4884119,57	2088399,81	Tejido urbano discontinuo	369,60	2023-05-12
Recorrido 25	R25_TM	4885102,08	2089375,58	4885382,89	2089337,10	Vegetación secundaria alta	339,83	2023-05-12

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

✓ Cámaras trampa

Se utilizaron dos (2) cámaras trampa ubicadas estratégicamente sobre los hábitats de las coberturas seleccionadas para los muestreos pasivos, cerca de lugares que mostraron actividad de mastofauna silvestre, como huellas, caminos, zendas, comederos (semillas mordidas), trillos, bañaderos, entre otros (Fotografía 2-24 y Tabla 2-83). La importancia de esta técnica no invasiva se alude a que la mayoría de las especies perteneciente a este grupo son poco detectables a causa de sus hábitos evasivos, nocturnos, crípticos y sus bajas densidades poblacionales^{288 289}



Tabla 2-83 Ubicación cámaras trampa

Punto De Muestreo	Código	Coordenadas		Cobertura	Altitud (M.S.N.M)	Fecha
		Magna Sirgas Origen único CTM 12				
		Este	Norte			
Punto 1	P1_M_CT01	4884543,71	2088967,34	Zonas pantanosas	2545,77	2022-06-14
	P1_M_CT02	4884600,74	2088899,24	Zonas pantanosas	2545,83	2022-06-14
Punto 2	P2_M_CT01	4884636,37	2088707,24	Vegetación secundaria alta	2546,58	2022-06-14
	P2_M_CT02	4884596,31	2088753,76	Vegetación secundaria alta	2546,46	2022-06-14

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

²⁸⁸MONROY-VILCHIS, Octavio. *et al.* Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central Mexico. *En: Animal Biology*, 2009, vol. 59 no 2, p. 145–157. Disponible en internet: <https://doi.org/10.1163/157075609X437673>.

²⁸⁹DÍAZ - PULIDO, Angélica y PAYÁN - GARRIDO, Esteban. Manual de fototrampeo: Una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia (Primera ed). Bogotá, D. C., Colombia.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia, 2012. 32p. Disponible en internet: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31415/240.pdf;jsessionid=A4EBCA7EB92E1B3C89B84CE234D523DF?sequence=1>.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 203

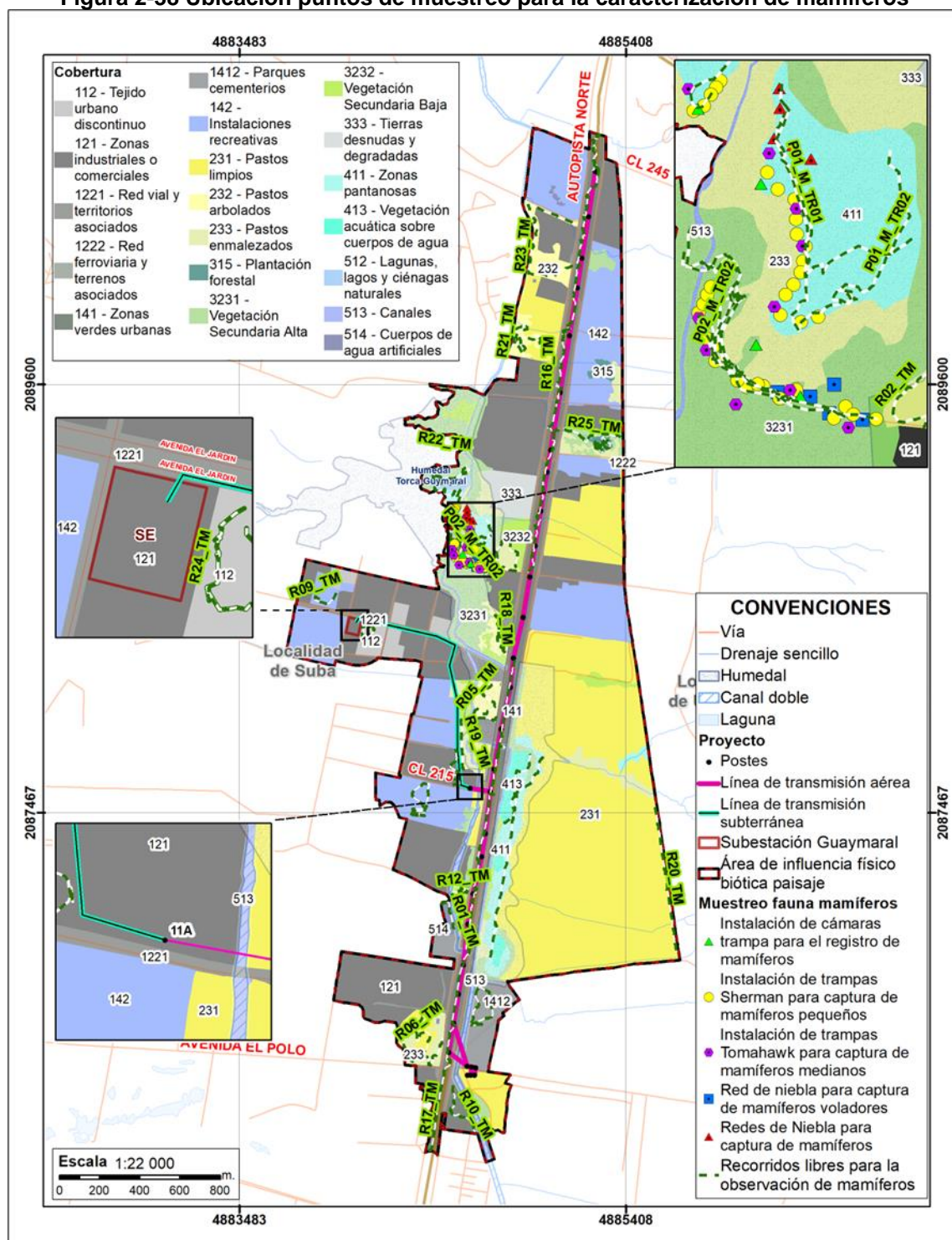
Fotografía 2-24 Instalación cámara trampa



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba Urbano
 Coordenadas: E: 4884600,74 N: 2088899,24
 Fuente: INGEDISA S.A., 2022

A continuación, en la Figura 2-38 se presenta la ubicación espacial de los recorridos de observación, puntos de redes de niebla, trampas Sherman, Tomahawk y cámaras trampa para la caracterización del grupo mamíferos.

Figura 2-38 Ubicación puntos de muestreo para la caracterización de mamíferos



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

▪ Entrevistas a la comunidad

Como método complementario de información indirecta, se realizaron entrevistas con las personas de la zona que amablemente accedieron a realizarla. Esto, a razón de que la población en el área de estudio se encontró eventualmente por los lugares utilizados para realizar los recorridos de reconocimiento y los muestreos pasivos (Tabla 2-84). Al mismo tiempo, dado que es un elemento adicional a lo exigido por los TdR 17 y la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales, no fue necesario realizar un tamaño representativo de la muestra, para lo cual se efectuaron tres (4) entrevistas en las que se abordó todos los grupos faunísticos estudiados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Los resultados de las encuestas se pueden observar en los **Anexos, Cap 5.2, Fauna, FC.**

Tabla 2-84 Ubicación Entrevistas

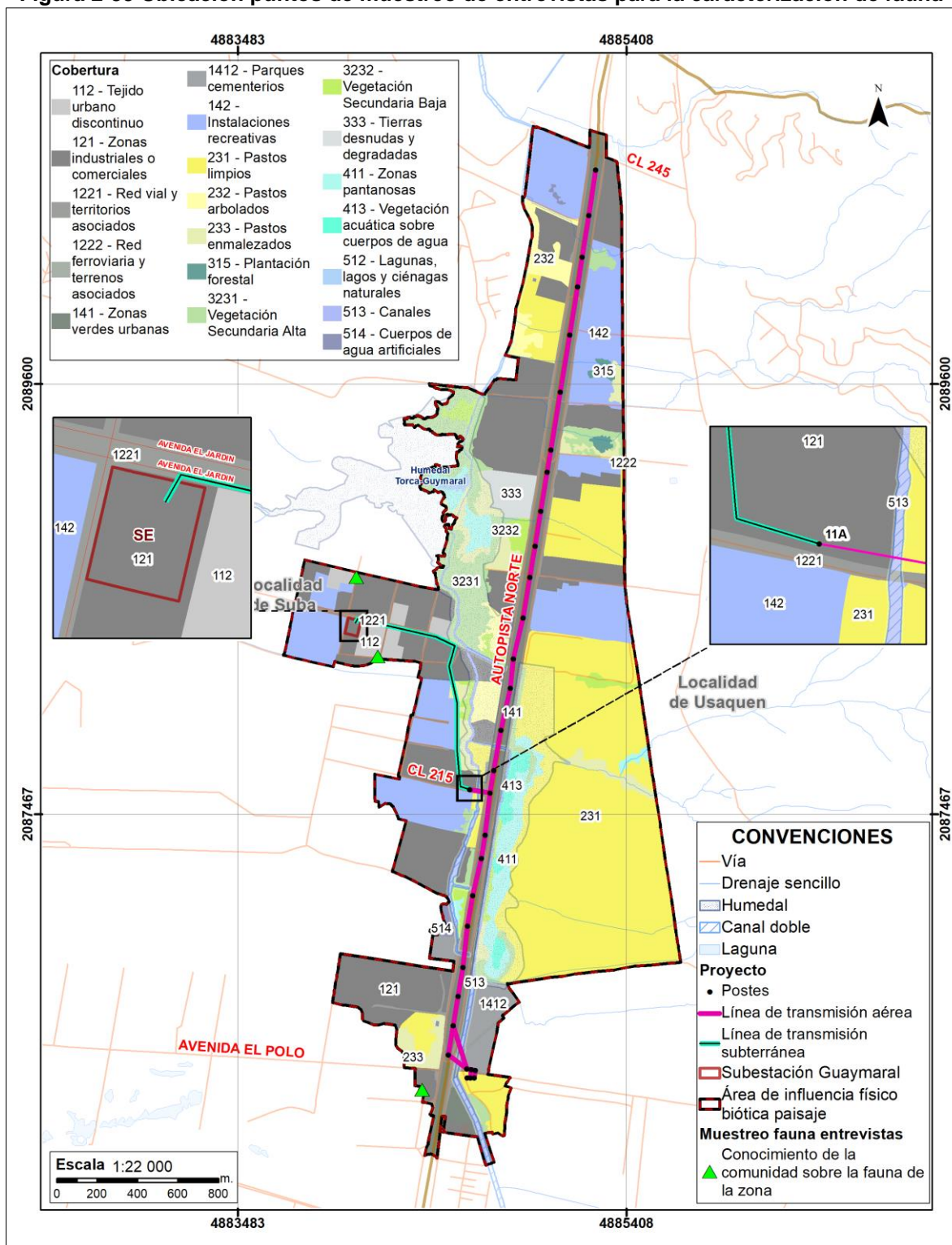
Código	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)	Fecha
	Magna Sirgas Origen CTM12			
	Este	Norte		
E01	4884396,83	2086103,05	2558,88	2022-06-09
E02	4884177,48	2088251,65	2553,30	2022-06-10
E03	4884070.41	2088644.21	2552.97	2022-06-15

Fuente: INGEDISA S.A., 2023



Cabe resaltar, que las entrevistas se hicieron preferiblemente a personas adultas, que llevaran un tiempo mayor a 10 años viviendo en el sitio y con conocimiento de la fauna en la zona (ej. labores cotidianas en el campo o cazadores). La información obtenida fue acerca de nombres comunes, hábitats frecuentados, grado de rareza y usos dados por las personas; aunque dicha información no se tuvo en cuenta en los análisis de diversidad (alfa y beta), esfuerzo y representatividad, dado que no cuentan con abundancia real de individuos.

A continuación, en la Figura 2-39 se presenta la ubicación espacial de las entrevistas realizadas para la caracterización del componente fauna.

Figura 2-39 Ubicación puntos de muestreo de entrevistas para la caracterización de fauna



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 207

▪ Incertidumbre

La incertidumbre en los datos recopilados en campo para los cuatro (4) grupos biológicos evaluados parte de los equipos usados, si bien, todos son verificados durante su instalación, la presencia de perros y gatos son atraídos por los cebos usados resultando en la activación de los equipos lo que disminuye la posibilidad de capturar un mayor número de individuos. Por otro lado, el resultado de las caracterizaciones de fauna puede variar de acuerdo con la temporalidad climática en la que se realicen los muestreos, y a la oferta de recursos asociados por la disponibilidad de agua. En este sentido, los datos aquí recopilados son el resultado de la fauna asociada al momento en el que fue realizado el muestreo (Entre mayo y junio), y podría haber variaciones de las poblaciones de fauna en otra época del año.

• Fase poscampo

▪ Análisis de la información

A partir de la información colectada en campo se elaboraron matrices primarias basadas en las especies identificadas, en donde para cada una se documentó como mínimo la siguiente información: tipo de registro (observación, auditivo, captura, indicio, entrevista), y parámetros ecológicos (distribución altitudinal, dieta, hábitat, abundancia relativa, endemismo, rareza, vulnerabilidad, migración y uso).

Así mismo, se efectuó el análisis, depuración y manejo de la información agrupando cada taxón con la siguiente información: rangos altitudinales, abundancias, uso e interacciones con las unidades vegetales, especies sensibles (endémicas, amenazadas, de valor comercial, migratorias, vedadas), principales cadenas tróficas y fuentes naturales de alimentación, tal y como se describe a continuación:

▪ Tratamiento taxonómico

La asignación de nombres comunes y la respectiva clasificación taxonómica de las especies encontradas, se realizó a través de la siguiente documentación:



Tabla 2-85 Bases de datos para la asignación de nombres comunes y clasificación taxonómica

Grupo de fauna	Tipo de documento	Título	Autor y año
Herpetofauna	Base de datos	Amphibian Species of the World versión 6.0	Frost, 2023 ²⁹⁰
	Base de datos	Batrachia Colombia	Batrachia, 2023 ²⁹¹
	Base de datos	The Reptile Database	Uetz et al., 2023 ²⁹²

²⁹⁰FROST, Darrel R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2. Electronic Database accesible. [Citado 14/06/2023]. Disponible en internet: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>.

²⁹¹ACOSTA-GALVIS, Andres R. Op cit. Disponible en internet: <http://www.batrachia.com>.

²⁹²UETZ, P. et al. Op cit. Disponible en internet: <http://www.reptile-database.org>.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 208

Grupo de fauna	Tipo de documento	Título	Autor y año
Avifauna	Guía	Guía de Aves de Colombia	Hilty y Brown, 2001 ²⁹³
	Guía	Guía de aves del norte de Sur América “Birds of Northern South America: An Identification Guide”	Restall et al., 2007 ²⁹⁴
	Base de datos	Unión americana de ornitología “American Ornithologists' Union (AOU)” Versión (31/05/2023)	Remsen et al., 2023 ²⁹⁵
Mastofauna	Base de datos	Mammal species of the world	Wilson y Reeder, 2005 ²⁹⁶
	Base de datos	Catálogo de especies de mamíferos de Colombia	Sociedad colombiana de mastozoología, 2021 ²⁹⁷

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

▪ **Abundancia relativa**

El valor de este resultado para los grupos de fauna se interpretó como el porcentaje de cada especie animal con respecto al total de los individuos capturados y observados. Así mismo, con el fin de hacer una aproximación al estado poblacional de las especies registradas, se emplearon rangos de abundancia según criterios utilizados por Parker para realizar inventarios de biodiversidad, los cuales se encuentran citados por Villareal *et al* (2006)²⁹⁸:

- Abundante: Registrada en todos los recorridos de observaciones y grabaciones dentro de hábitat apropiado en números mayores a dos individuos por km de recorrido.
- Común: Registrada en todos los recorridos dentro de hábitat apropiado en números menores a dos individuos por km. de recorrido.
- Poco común: Registrada no en todos los recorridos y menos de dos individuos por kilómetro de recorrido, pero registrado más de tres veces del total de muestreos.
- Rara: Registrada menos de tres veces durante todos los recorridos de muestreo.

▪ **Selección y uso de hábitat**

En cuanto a la asociación de los taxones con las unidades de cobertura vegetal, todas las especies se agruparon con base al tipo unidad donde fueron registradas según el inventario florístico conforme a las coberturas de la tierra definidas por la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia²⁹⁹.

²⁹³HILTY, Steven L. y BROWN, William L. Op cit., 1031p.

²⁹⁴RESTALL, Robin, RODNER, Clementina. y LENTINO, Miguel. Op cit. 656 p.



²⁹⁵REMSEN, J. V. et al. Op cit., Disponible en internet: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>.

²⁹⁶WILSON, Don E. y REEDER, DeeAnn M. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed). Johns Hopkins University Press, 2005. 142 p. ISBN 1-800-537-5487.

²⁹⁷RAMÍREZ-CHAVES, Héctor E. *et al*. Op cit., Disponible en internet: <https://doi.org/https://doi.org/10.15472/k11whs>.

²⁹⁸VILLARREAL, Humberto. *et al*. Op cit., p. 112.

²⁹⁹IDEAM. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000. 2010.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 209

De acuerdo con esto, se permitió la agrupación de todos los taxones evaluados con base al uso de las unidades de vegetación, donde se emplearon criterios de selección como sitios de refugio, alimentación, corredor de migración y concentración estacional. Así mismo, para las coberturas boscosas donde se presenta estructura vertical y horizontal, se determinó la distribución espacial, tanto horizontal (borde o interior) como vertical (estratos: sotobosque, medio o subdosel, dosel y emergente).



▪ Esfuerzos de muestreo, representatividad y cálculos de diversidad

Para obtener los cálculos de esfuerzos y representatividad de los muestreos, así como los índices de diversidad con las metodologías empleadas en los diferentes grupos estudiados, se siguió lo planteado en la siguiente tabla.

Tabla 2-86 Cálculos esfuerzos de muestreo

Esfuerzo de Muestreo	
Recorridos de observación (Herpetos, Aves y Mamíferos)	$EM = h \cdot d$ Dónde: h= horas totales de detección visual/auditiva d= distancia total recorrida
Capturas en redes de niebla (Aves y Mamíferos)	$EM = \sum R \times T$ Dónde: R= número de redes abiertas en cada sitio T= tiempo en horas en el que permanecieron abiertas las redes
Trampas Sherman y Tomahawk (Mamíferos)	$EM = t \cdot n$ Dónde: t= número de trampas activas n= número de noches de muestreo
Cámaras trampa (Mamíferos)	Esfuerzo de muestreo = horas totales X número de trampas cámaras activas
Representatividad del muestreo	
$E(S) = \sum 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}$ Dónde: E (S)= número de especies encontradas en el tamaño n de muestra N= número total de individuos anuros o reptiles en la muestra n= tamaño de muestra estandarizado N _i = número de individuos en la i-estima especie	Las curvas de acumulación de especies fueron realizadas basadas en los estimadores CHAO 1, CHAO 2, Jackknife 1, Jackknife 2, ICE, MMEANS y/o bootstrap. Estas se efectuaron por el método de rarefacción con ayuda del programa EstimateS (Versión 9.1.0) ³⁰⁰ .
Diversidad alpha	
Simpson:	Shannon-Wiener:

³⁰⁰COLWELL, Robert. K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples [Programa de computador]. Versión 9.1.0. 15 June 2013. [Consultado en mayo de 2023]. Disponible en internet: <http://viceroy.colorado.edu/estimates/EstimateSPages/EstimateSRegistration.htm>.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 210

$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$ <p>Dónde: S = número de especies N = total de organismos presentes n = número de ejemplares por especie.</p>	$H' = -\sum p_i \ln p_i$ <p>Dónde: Pi = abundancia proporcional de la especie i</p> <p>El cálculo de estos índices correspondientes a la diversidad Alpha, se realizó con la ayuda del programa Past versión 4.3³⁰¹.</p>
Diversidad beta	
<p>Índice de Sorensen (Coeficiente de similitud-cuantitativo)</p> $I_{Scuant} = \frac{2pN}{aN + bN}$ <p>Donde,</p> <p>aN = número de individuos en el sitio A bN = número de individuos en el sitio B pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas por los dos sitios</p>	<p>Evaluada mediante la similitud entre coberturas y el grado de recambio de especies de una cobertura a otra.</p> <p>Para el primer caso, se realizó un análisis de conglomerados (Clúster Analysis) con base en el índice de Bray-Curtis o índice de Sorensen cuantitativo, el cual es bastante robusto y tiene en cuenta las bajas abundancias de las especies compartidas.</p> <p>Adicionalmente, para el cálculo de estos conglomerados mediante dicho índice, se utilizó el programa BioDiversity Pro³⁰².</p>

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Para evaluar la representatividad del muestreo se realizó una curva de acumulación haciendo uso del programa de software libre EstimateS (Versión 9.1.0), Copyright R. K. Colwell. En este caso se escogieron estimadores que permiten calcular las curvas de acumulación de especies esperadas, con intervalos de confianza incondicionales del 95%, utilizando las fórmulas ofrecidas por dicho programa. Fueron tomados como unidades muestrales, los transectos, puntos de observación y redes de niebla realizados en campo, para verificar así si los estimadores se acercan o no a la cantidad de especies halladas.

▪ Gremios tróficos



Con el propósito de determinar las principales cadenas tróficas y fuentes naturales de alimentación de la fauna, se procedió a evaluar su estructura trófica, la cual hace referencia a las relaciones alimenticias de los taxones de una comunidad que son determinados por el flujo de materia y energía en los ecosistemas.

Para la herpetofauna se usaron los criterios propuestos por Díaz-Páez y Ortiz 2003³⁰³, agrupando las especies en cinco (5) gremios alimentarios (frugívoro, insectívoro, carnívoro, omnívoro y carroñero) de acuerdo con el nivel trófico (consumidor primario, secundario y terciario) y al tipo de alimento consumido.

³⁰¹HAMMER, Øyvind, HARPER, David. A. y RYAN, Paul. D. Programa PAST (Version 4.03, june 03 2020): Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. En: Paleontología Electrónica. 2001. vol. 4, no1. 9p. Disponible en internet: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf.

³⁰²MCALLEE, N. *et al*. BioDiversity Professional statistics analysis software [En Línea]. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London, 1997 [Accessed on 25 May 2023]. Disponible en internet: <http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro>.

³⁰³DÍAZ-PAEZ, Helen y ORTIZ, Juan C. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. En: Revista Chilena de Historia Natural, septiembre 2003, vol. 76 no 3, p. 509–525. Disponible en internet: <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000300014>.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 211

En la avifauna se utilizó una clasificación general de los gremios, determinando las dietas teniendo en cuenta la descripción de los hábitos alimenticios propuestos por Stiles & Rosselli (1998)³⁰⁴. En tal caso, se definieron ocho (8) grupos tróficos con base en la disponibilidad de alimento y las necesidades fisiológicas de las especies: Insectívoros (I), aquellas especies que se alimentan principalmente de artrópodos y que pueden o no complementar su dieta con frutos. Herbívoro (H), especies que consumen preferiblemente hojas, rizomas y meristemos de las plantas. Frugívoros (F), las que se alimentan de frutos carnosos. Granívoros (G), especies que se alimentan de semillas. Carnívoros (C), las que se alimentan de animales que cazan activamente. Nectarívoro (N), especies que se alimentan del néctar de las flores. Carroñeros (CÑ), aves que se alimentan de animales muertos o en descomposición. Omnívoros (O), especies que tienen una dieta amplia incluyendo los hábitos antes descritos.

Para el grupo de mamíferos se empleó una clasificación general con base en los criterios propuestos por García-Londoño y Trujillo³⁰⁵ especies que se alimentan de Insectos (I: Insectívoro), de carne (C: Carnívoro), peces (Pis: Piscívoro), plantas (H: Herbívoro), frutas (F: Frugívoro), y los que consumen todas las anteriores (O: Omnívoro); para los mamíferos voladores se añaden otros dos gremios, los que consumen sangre (He: Hematófago), polen (Pol: Polinívoro) y néctar floral (N: Nectarívoro).

▪ **Especies endémicas y casi endémicas**

Las especies endémicas para todos los grupos de fauna se establecieron de acuerdo al centro de endemismos y unidades biogeográficas en Colombia³⁰⁶. Adicionalmente, para las aves se revisó el listado de aves endémicas de Colombia elaborado por la SACC (South American Classification Committee)³⁰⁷ y la lista actual de aves endémicas y casi-endémicas registradas en el país³⁰⁸.

▪ **Especies amenazadas**

Los taxones amenazados de cada grupo taxonómico se determinaron según las categorías de amenazas establecidas a nivel nacional en la Resolución 1912 del 15 de septiembre de



³⁰⁴STILES, F Gary. y ROSSELLI, Loretta. Inventario de las aves del bosque altoandino: comparación de dos métodos. *En*: Caldasia, 1998, vol. 20, p. 29-43. Disponible en internet: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17468>.

³⁰⁵GARCÍA-LONDOÑO, Andrés y TRUJILLO, Fernando. MAMÍFEROS. *En*: Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquia. Bogotá, D. C. Colombia. : MERCADO, O., M. F. BATISTA-MORALES, P. MORA, C. OSORIO-PELÁEZ y C. A. LASSO. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), 2015. p. 320-345.

³⁰⁶HERNÁNDEZ-CAMACHO, Jorge. *et al.* Centros de endemismo en Colombia. Disponible en internet: https://www.researchgate.net/publication/245631485_Centros_de_endemismo_en_Colombia.

³⁰⁷REMSEN, J. V. *et al.* Op cit., Disponible en internet: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>.

³⁰⁸CHAPARRO-HERRERA, Sergio. *et al.* Op cit., p. 235-272.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 212

2017³⁰⁹ y las series de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia: Anfibios³¹⁰, Reptiles³¹¹, Aves^{312 313} y Mamíferos³¹⁴. Igualmente, se revisó el estado de amenaza a nivel global con base en los criterios que se encuentran en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN³¹⁵.

También se tuvo en cuenta las especies incluidas en las resoluciones de vedas nacionales expedidas en su momento por el Instituto de los Recursos Naturales (INDERENA) y los taxones que son objeto de comercio encontrados en alguno de los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) para determinar su valor comercial³¹⁶.

▪ Especies migratorias

Las especies migratorias de todos los grupos se definieron según el “Plan Nacional de Especies Migratorias”³¹⁷. Igualmente, para las aves se usó la “Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia”³¹⁸, en la que se encuentran establecidas tres (3) categorías de las especies que hacen su arribo al país: Invernantes No Reproductivas (INR), Invernantes con Poblaciones Reproductivas Permanentes (IPRP) e Invernantes con Poblaciones Reproductivas Ocasionales (IPRO); a cada taxón migratorio registrado se elaboró una ficha a partir de información secundaria de aspectos ecológicos y que incluyó principalmente lo siguiente: Mapa de distribución, amenazas, distribución global y nacional, época de migración en Colombia y rutas de migración que sigue la especie. Para la elaboración de cada una de las fichas, se consultó principalmente lo documentado por Naranjo *et al.* (2012)³¹⁹ y las bases de datos de NeotropicalBirds³²⁰ y la IUCN³²¹. En los presentes monitoreos se revisaron, posterior a la debida determinación, cuáles de las especies halladas/avistadas/capturadas se encontraban en alguna categoría migratoria.

³⁰⁹COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 (15, septiembre, 2017). “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. MADS. Bogotá. D.C., 2017. 38 p.

³¹⁰RUEDA-ALMONACID, Jose V, LYNCH, John D y AMEZQUITA, Adolfo. Libro rojo de anfibios de Colombia. Bogotá, D.C.: Serie Libros Rojos de las Especies Amenazadas de Colombia. [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Universidad Nacional, Conservación Internacional](#), 2004. 384p. ISSN: 33-6070-8.

³¹¹MORALES-BETANCOURT, Mónica. *et al.* Op cit., 258 p.

³¹²RENJIFO, Luis M *et al.* Op cit., 465 p.

³¹³RENJIFO, Luis M. *et al.* Op cit., 565 p.

³¹⁴RODRIGUEZ-MAHECHA, José V. *et al.* Op cit., 430 p.

³¹⁵INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES - IUCN. Op cit., Disponible en internet: <https://www.iucnredlist.org>.

³¹⁶CONVENCION SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES - CITES. Apéndices I, II y III de la CITES [En línea]. Versión 11/01/2023 [Consultado en mayo, 2023]. Disponible en internet :< <http://www.cites.org/esp/app/index.shtml>>.


³¹⁷NARANJO, Luis G. y AMAYA, Juan D. Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnostico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad de Colombia. Bogotá, Colombia.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia, 2009. 214 p. ISBN: 978-958-8353-11-1.

³¹⁸NARANJO, Luis G. *et al.* Op cit., 708 p.

³¹⁹*ibid.*

³²⁰NEOTROPICAL BIRDS. Species, Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds, 2010 [Downloaded on may 2023]. Disponible en internet: http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=579596.

³²¹INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES - IUCN. Op cit., Disponible en internet: <https://www.iucnredlist.org>.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 213

2.1.1.1.1 Ecosistemas acuáticos

Durante el desarrollo de los estudios ambientales de proyectos, obras o actividades, es primordial identificar los ecosistemas acuáticos del área de influencia del proyecto (físico-biótica-paisaje) ya que estos cuentan con dimensiones de ronda establecidas a nivel nacional y Distrital, por tanto, deben ser considerados durante la fase de planeación y diseño del proyecto, y de ser necesaria su intervención, estos deben ser considerados en la **delimitación del área de influencia**, ser caracterizados o monitoreados, identificar los impactos potenciales, **contemplanlos** en la zonificación, solicitar los permisos de ocupación de cauce, captación o vertimientos (en caso de ser aplicables), y por último, formular las medidas de manejo.



Para este estudio la identificación y representación de los principales cuerpos de agua lóticos y lénticos se basó en la consulta de geovisores ambientales como el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y la plataforma GeoNetwork I2D del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, revisando las capas de Humedales continentales e insulares de Colombia, ecosistemas acuáticos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), humedales RAMSAR y reservas de biosfera que involucran estos ambientes acuáticos.

También se consultaron los drenajes dobles y sencillos definidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), así como el sistema hídrico del POT de Bogotá, actualizado a través del Decreto 555 del año 2021. Adicional a ello, se identificaron los principales cuerpos de agua naturales o artificiales mediante la metodología Corine Land Cover, los cuales, fueron ilustrados en mapas temáticos.

Agregando a lo anterior, se formalizaron consultas con las entidades y autoridades ambientales para obtener la cartografía de estos ambientes acuáticos, resultados de monitoreos hidrobiológicos en su jurisdicción y los respectivos documentos técnicos y cartografía de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), cuya respuesta e información cartográfica suministrada se encuentra relacionada en los **Anexos, Cap. 2, Generalidades, Correspondencia**. A esto se añade la solicitud de información cartográfica del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá para identificar los principales cuerpos de agua lóticos y lénticos en el ámbito local que se encuentran reglamentados.

Así, describieron e ilustraron por medio de mapas los principales ecosistemas acuáticos lóticos y lénticos del área de influencia físico-biótica-paisaje, así como también se describen las especies con probable ocurrencia en estos ecosistemas acuáticos, las cuales tienen una relevancia en términos económicos, culturales y ecológicos, particularmente las especies de peces. En este sentido, se **complementó con información secundaria** la caracterización biótica con la descripción de las especies con probable ocurrencia en estos ecosistemas acuáticos, pero también se indican los principales cuerpos de agua donde pueden ser registradas.

Para complementar la identificación de ambientes acuáticos, durante los recorridos de campo se realizó el registro fotográfico de los principales ambientes lóticos y lénticos, naturales o artificiales, indicando el sistema de coordenadas y barrio donde fueron registrados. También se identificaron los principales usos del agua y los impactos en el

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 214

escenario sin proyecto, siendo insumos necesarios para la evaluación ambiental del **componente hidrobiota**.



Añádase que para los estudios ambientales del proyecto se contemplaron monitoreos de cuerpos de agua lóticos y lénticos presentes en el área de influencia físico-biótica-paisaje, no obstante, se aclara que no se contempla la captación de fuentes hídricas o el vertimiento de aguas residuales ni desviaciones de cauce, por tal motivo no se realizó la caracterización de las comunidades hidrobiológicas de la totalidad de cuerpos de agua cruzados de forma aérea por la servidumbre del proyecto pues no se generaran impactos directos sobre las comunidades acuáticas con el desarrollo de las actividades del proyecto y los impactos potenciales serán manejados por medio del Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

Sin embargo, se realizaron monitoreos de caracterización de las comunidades acuáticas de los afluentes y humedales de mayor relevancia en términos ecológicos, culturales y económicos, puntualmente el Drenaje Canal Guaymaral y el humedal **Torca (Ver Capítulo 5.2.1.2. Ecosistemas acuáticos)**. En cuanto a la línea de **transmisión subterránea**, se estima realizar el cruce del Canal artificial Drenaje Canal Guaymaral a través de una cercha, siendo localizadas las cajas de conexión fuera de la **zona de la protección delimitada** en el sistema hídrico del POT de Bogotá **y realizando el cruce aéreo a través de esta cercha**, por ello no se contemplan impactos significativos sobre este **canal artificial**.

En este sentido, se caracterizaron las comunidades acuáticas a partir de muestreos de perifiton, macroinvertebrados asociados al bentos y fauna íctica en sistemas lóticos y lénticos presentes en el área de influencia **definida (Drenaje Canal Guaymaral y el humedal Torca - Guaymaral)**, así como el canal artificial que será objeto de la ocupación de cauce **relacionada en el Capítulo 7 Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales**, y adicionalmente muestreos de plancton (fito y zoo) y macrófitas en sistemas lénticos. Ello partiendo de análisis de densidad, abundancia, cobertura o extensión, dominancia, biomasa y aspectos fisicoquímicos, entre otra información, obtenida para las familias, géneros, especies o grupos de organismos característicos, y empleando las herramientas estadísticas e índices ecológicos que se consideren adecuados, que permiten analizar sus diferentes hábitats, su distribución espacial y temporal y las interrelaciones que tienen con otros grupos de organismos y otros ecosistemas.

Asimismo, se analizaron estas comunidades como indicadores de calidad biológica del agua a partir de la correlación de los datos fisicoquímicos registrados en los muestreos. Para terminar, se aseguró que los sitios de muestreo correspondieran con los sitios donde se realizó la caracterización fisicoquímica del agua, se georreferenciaron y se justificó su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal (en relación con los sitios a intervenir por el proyecto y las actividades asociadas), tal como lo indican los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17.

Respecto a la comunidad de peces, para complementar la información de los monitoreos se empleó información secundaria para identificar otras especies con probable ocurrencia en la cuenca, también para identificar especies migratorias, en veda, y/o endémicas, para lo cual, se consultaron los documentos técnicos del POMCA del río Bogotá, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y el Plan de **Manejo Ambiental** de los humedales Torca y

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 215

Guaymaral, entre otros estudios adelantados en la cuenca.

La metodología empleada para el monitoreo de comunidades hidrobiológicas, los soportes de campo, resolución de acreditación, cadenas de custodia, reporte de laboratorio, permiso de colecta, entre otros se encuentran relacionados en el informe suministrado por el laboratorio con sus respectivos anexos (Ver **Anexos, Cap. 5, Medio biótico, numeral 5.2.1.2. Ecosistemas acuáticos**). El planteamiento metodológico de los monitoreos no se incluye en este numeral debido a que corresponde a una metodología estandarizada por el laboratorio SERAMBIENTE S.A.S., y CPA INGENIERIA SAS, la cual ya se encuentra avalada y acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), a través de la Resolución 1169 de 2022. Se aclara que toda la información de los monitoreos fue almacenada de acuerdo con el modelo de base de datos geográficos GDB de la ANLA, siendo discriminada por tipo de ambiente acuático (lótico o léntico) y punto de monitoreo.


A esto se añade la información cartográfica de humedales, ríos y quebradas que se encuentran en el área de influencia físico-biótica-paisaje, la cual, también es presentada con detalle en el Capítulo 5 numeral 5.1.6. Hidrología y numeral 5.2.1.3. Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas. Sin embargo, en este numeral se describen e ilustran por medio de mapas las dimensiones de ronda definidas para quebradas y canales de conformidad con el POT de Bogotá actualizado a través del Decreto 555 del año 2021, así como la reglamentación de cada tipo de ecosistema acuático con sus dimensiones de ronda, ello con relación a la ubicación de la infraestructura del proyecto.

En cuanto al grado de “*incertidumbre*” de la información se resalta que la misma se encuentra relacionada con la determinación taxonómica a nivel de especie, la cual para estos grupos biológicos no cuenta con suficiente soporte de literatura o investigaciones detalladas a dicho nivel, en especial para las algas, macroinvertebrados y zooplancton. También se resalta que las condiciones de riqueza y diversidad se encuentran relacionados con parámetros de contaminación o estrategias de adaptación de las especies, por ello no se puede aludir de forma precisa la bio-indicación.

2.1.1.1.2 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Desde el componente biótico, se validó la presencia de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles, de manejo especial o áreas protegidas que cuenten con declaratoria oficial, se encuentren reglamentadas, contengan algún tipo de normatividad u ordenamiento, o cuenten con Plan de Manejo Ambiental, las cuales, deban ser contempladas durante el diseño del proyecto, las medidas de manejo de impactos, la zonificación ambiental y la compensación del medio biótico.

Con esto en mente, se consultaron los principales geovisores ambientales de Colombia como el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), el geovisor de Parques Nacionales Naturales (PNN), la plataforma GeoNetwork I2D del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, la plataforma de datos abiertos del Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la plataforma de datos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), el geovisor de la Secretaría

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 216

Distrital de Ambiente, el Plan de Ordenamiento Territorial (Decreto 555 del año 2021) y por último la plataforma TREMARCTOS, para poder obtener información cartográfica de estas zonas (ver Tabla 2-87).



Complementariamente, se radicaron oficios de consulta ante las autoridades y entidades competentes para lograr la consolidación de información cartográfica actualizada de estos ecosistemas estratégicos, de manejo especial, áreas protegidas o suelos de protección del Distrito, así como actos administrativos relacionados. La trazabilidad de los trámites de radicación de oficios de consulta, así como la respuesta de las entidades o autoridades competentes pueden ser consultadas en los **Anexos, Cap. 2, Generalidades, Correspondencia**, donde de igual forma se encuentra anexa la información documental y cartográfica suministrada.

En este sentido, desde el medio biótico se describen las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) presentes en el área de influencia físico-biótica-paisaje con base en la consulta de los visores ambientales y la información suministrada por las entidades (PNN, RESNATUR, alcaldías) y autoridades ambientales (Corporación, MADS, ANLA, SDA), para de esta manera identificar áreas de restricción o exclusión para el diseño del proyecto. Se da claridad que, a pesar de que algunas áreas no son restrictivas para el proyecto, fueron consideradas en la zonificación ambiental, el plan de compensación del medio biótico y el Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

Las áreas protegidas en el ámbito nacional, regional y local, de carácter público o privado, fueron consultadas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), disponible en la plataforma de datos abiertos del SIAC. De igual forma, se validó la presencia de estas áreas en el geovisor de Parques Nacionales Naturales (PNN), también se consultó la plataforma de datos abiertos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y se formalizó la consulta con RESNATUR sobre la presencia de Reservas Naturales de la Sociedad Civil o reservas naturales privadas. Asimismo, se consultó el geovisor de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA) y del POT de Bogotá (ver formato en **Anexos, Cap. 2, Generalidades, Correspondencia**).

Por otra parte, se analizó el traslape con áreas en proceso de declaratoria de conformidad con lo establecido en la Resolución 1628 del 13 de julio de 2015 o la Resolución 1814 del 12 de agosto de 2015, como zonas de protección y desarrollo. También se validó la información cartográfica y normatividad de las zonas de reserva forestal Ley 2da o Reservas Forestales Protectoras Productoras Nacionales o Regionales, disponibles en la plataforma SIAC (Ver Tabla 2-87).

En el mismo sentido, las áreas sensibles o de manejo especial como el caso de ecosistemas de la lista roja, áreas del CONPES, áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS), zonas de importancia internacional como el caso de las reservas de biosfera o los humedales Ramsar, y el registro único de ecosistemas y áreas ambientales (REAA) fueron analizadas con base en la información disponible en la plataforma SIAC y la plataforma TREMARCTOS. También se consultó la zonificación ambiental del POMCA del Río Bogotá, disponible en la plataforma de datos abiertos de la Corporación, siendo valorado el traslape con las categorías de conservación y protección ambiental (Ver Tabla 2-87).

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 217



Se revisó la información cartográfica de los ecosistemas estratégicos de humedal que de conformidad con la normatividad nacional y Distrital cuentan con rondas de protección hídrica; también se validó la presencia de complejos de páramo, bosques secos tropicales y manglares de acuerdo con la información cartográfica disponible en la plataforma del SIAC, el instituto Humboldt y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (INVEMAR) (Ver Tabla 2-87).

Por último, se consultó el Plan de Ordenamiento territorial de Bogotá actualizado a través del Decreto 555 del año 2021 para identificar suelos de protección que se encuentren reglamentados en el ámbito local, así como la validación de cartografía de la Estructura Ecológica Principal y para consultar las dimensiones de ronda que se tienen contempladas para los cuerpos de agua.

A partir de la consulta de información se identificaron las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) presentes al interior del área de influencia físico-biótica-paisaje o en aproximaciones de la misma, para de esta manera seleccionar aquellas áreas reglamentadas, reguladas o que hayan sido declaradas por las entidades o autoridades ambientales, para ser consideradas durante los diseños de la línea de transmisión, la delimitación del área de influencia físico-biótica-paisaje, la zonificación ambiental, el plan de compensación del medio biótico y el Plan de Manejo Ambiental.

Tabla 2-87 Fuente de información cartográfica consultada

Categoría	Nombre	Emisor	Fuente
Áreas protegidas o de manejo especial	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP)	SPNN	SIAC
	Zonas de Reserva Forestal Ley 2da	MADS	SIAC
	Propuestas de nuevas áreas y ampliaciones de PNN	SPNN	SIAC
	Zonas de protección y desarrollo	MADS	SIAC
	Áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS)	IAvH	SIAC
	Humedales RAMSAR	MADS	SIAC
	Reservas biosfera	MADS	SIAC
	Zonificación ambiental POMCA del río Bogotá	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR
	Áreas protegidas en jurisdicción CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR
Ecosistemas estratégicos o sensibles	Bosque seco tropical	IAvH	SIAC
	Complejos de páramo	IAvH	SIAC
	Registro único de ecosistemas y áreas ambientales (REAA)	MADS	SIAC
	Humedales continentales e insulares de Colombia	IAvH	IAvH

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 218

Categoría	Nombre	Emisor	Fuente
	Lista Roja de Ecosistemas de Colombia	CI	TREMARCTOS
	Prioridades de conservación nacional CONPES	SPNN	SIAC
	Ecosistemas acuáticos MADS	MADS	SIAC
	Zonas de recarga de acuíferos	ENA-IDEAM	SIAC
Áreas de interés ambiental Distrital	Estructura Ecológica Principal, suelos de protección y rondas hídricas	Alcaldía de Bogotá	Alcaldía de Bogotá

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

2.1.1.2 Medio socioeconómico

Para la elaboración del EIA, el Medio Socioeconómico, se plantearon dos líneas de acción importantes. La primera, actividades que enmarcan **la caracterización del medio socioeconómico**, se realizó atendiendo los lineamientos de los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17³²² en las etapas de precampo, campo y poscampo. Y la segunda, las actividades correspondientes a la planeación, ejecución y documentación de los **espacios de socialización y participación del proyecto**, lo cuales son orientados por la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (ANLA) y la Guía de Participación Ciudadana para el Licenciamiento Ambiental (ANLA)

De manera que se presenta inicialmente la metodología que integra las etapas de precampo, campo y poscampo para la Caracterización del medio socioeconómico) y posteriormente la metodología de participación y socialización

2.1.1.2.1 Etapa de precampo



○ Solicitud de información secundaria

Previo a la realización de actividades en campo, se realizó la consulta de información secundaria para la caracterización de cada uno de los componentes del medio socioeconómico en lo que corresponde al nivel Distrital y Local, según lo que establecen los TdR-17 de 2018. Para esto, se realizó la revisión de información disponible en portales web de instituciones, autoridades y entidades competentes, así mismo, ante estas se llevó a cabo la solicitud de información mediante radicación de oficios (**Ver Anexo 2, Correspondencia**) En la Tabla 2-88 se detalla la información consultada por componente y fuente.

Tabla 2-88 Información secundaria consultada– Medio socioeconómico

COMPONENTE	INFORMACIÓN CONSULTADA	FUENTE
Demográfico	Estructura de la población	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE

³²² TdR 17 Elaborados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA en 2018 y adoptados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 219

COMPONENTE	INFORMACIÓN CONSULTADA	FUENTE
	Grupos socioculturales	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE
	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas - NBI	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE
	Información relacionada con población protegida	Agencia Nacional de Tierras ANT
Espacial	Servicios públicos	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE
		Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
	Servicios sociales	Alcaldía Localidad de Suba
		Alcaldía Localidad de Usaquén
Económico	Estructura de la propiedad	Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deporte
	Procesos productivos y tecnológicos	Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC
	Mercado laboral	Alcaldía Distrital de Bogotá
	Tamaño de la Unidad Agrícola Familiar – UAF	Alcaldía Distrital de Bogotá
Cultural	Comunidades no étnicas	Instituto Colombiano de la Reforma Agraria – INCORA
		Alcaldía Distrital de Bogotá
		Ministerio de Cultura
	Comunidades étnicas	Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deporte
Político Organizativo	Aspectos político - administrativos	Autoridad Nacional de Consulta Previa – Ministerio del Interior (Solicitud de determinación de procedencia y oportunidad de la consulta previa para la ejecución de proyectos obras o actividades).
		Alcaldía Distrital de Bogotá
		Alcaldía Local de Suba
	Presencia institucional y organización comunitaria	Alcaldía Local de Usaquén
		Alcaldía Distrital de Bogotá
		Alcaldía Local de Suba
		Alcaldía Local de Usaquén
		Personería de Bogotá
Tendencias del desarrollo	Tendencias del desarrollo	Instituto de la Participación y Acción Comunal -IDPAC
		Secretaría Distrital de Planeación - Plan de Desarrollo Distrital
		Plan de Desarrollo Departamental del Cundinamarca
		Instrumento de ordenamiento territorial vigente a nivel distrital y local

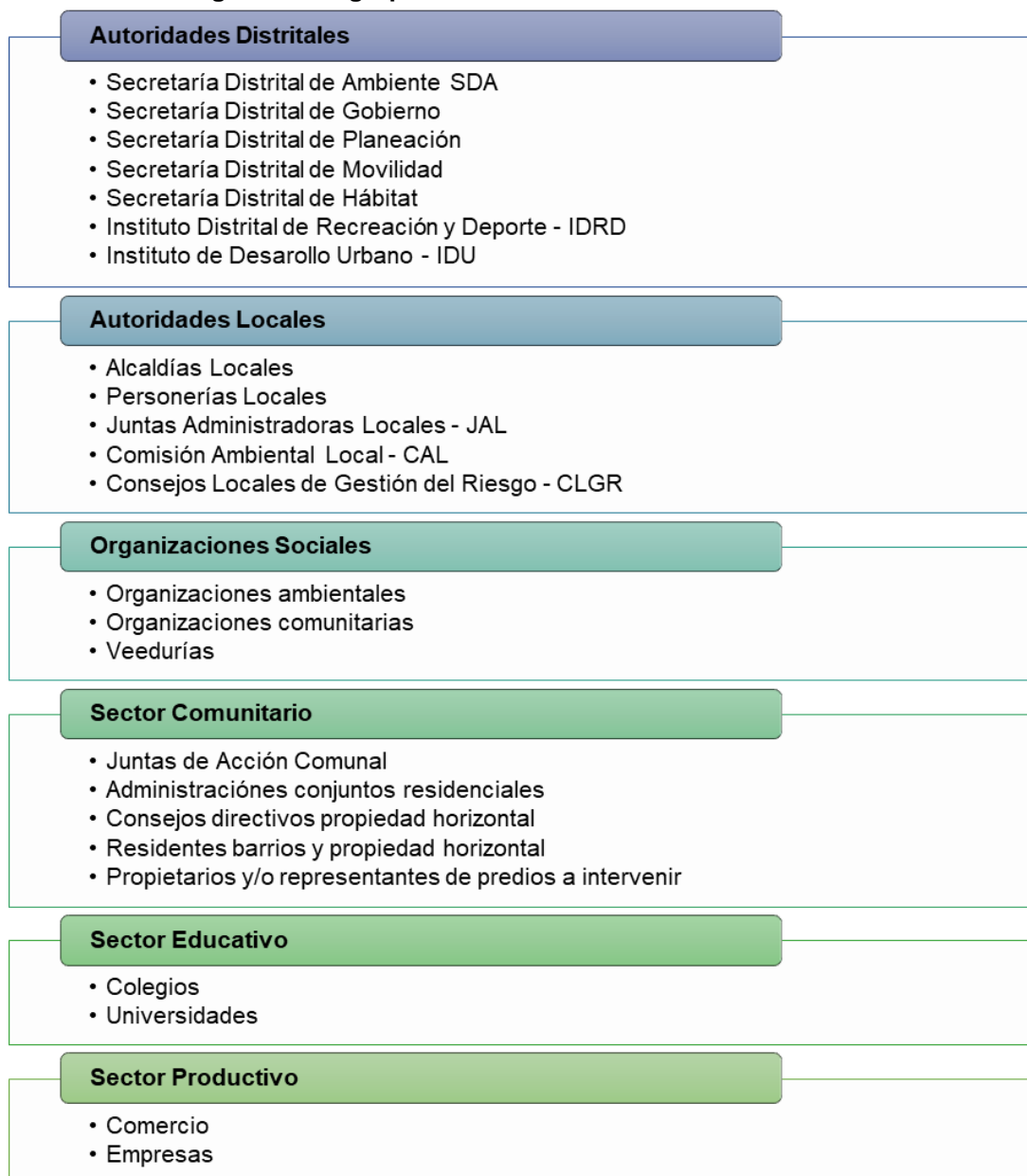
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

○ Identificación de actores sociales

Tanto para el desarrollo de los lineamientos de participación y socialización con las comunidades, como para el desarrollo de la caracterización del medio socioeconómico, fue necesario identificar actores que por sus características pudieran llegar a tener interés en el proyecto.

Los actores se clasificaron tal y como se ilustra en la Figura 2-40, acorde con su naturaleza y contexto en atención a las características del entorno a la localización del proyecto.

Figura 2-40 Agrupación de actores sociales a involucrar





Fuente: INGEDISA S.A., 2023

A partir de esta clasificación, se plantearon los espacios de relacionamiento, socialización y participación correspondientes.

- **Elaboración de instrumentos de recolección de información primaria**

A fin de recolectar información primaria, se diseñaron los siguientes instrumentos:

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 221

- Ficha de caracterización unidad territorial
- Ficha de caracterización conjunto residencial

Para ser implementados con personas pertenecientes a la administración de conjuntos residenciales, consejos administrativos, líderes comunitarios, propietarios y/o representantes, con conocimiento del territorio, las fichas integran insumos para la recolección de información para los componentes Demográfico, Espacial, Económico, Cultural y Político Organizativo. En los contenidos que se presenta en la Tabla 2-89. Cada uno de los instrumentos de recolección de información, se puede observar en el **Anexo 5 Caracterización ambiental, 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.2 Caracterización**


Tabla 2-89 Estructura de la ficha de caracterización territorial

Componente	Información
Demográfico	Estructura de la población.
	Grupos de población.
	Dinámica poblacional.
	Número de habitantes por lapso de tiempo.
	Historia de ocupación del territorio.
Espacial	Cobertura y calidad de los servicios públicos (acueducto alcantarillado, recolección de residuos, energía eléctrica, gas natural domiciliario, telecomunicaciones).
	Infraestructura de servicios sociales (salud, educación, vivienda, transporte, medios de comunicación).
Económico	Estructura de la propiedad.
	Formas de tenencia.
	Actividades económicas.
	Mercado laboral.
	Empresas productivas.
	Programas y proyectos existentes.
	Infraestructura existente y proyectada.
Cultural	Hechos históricos relevantes que hayan implicado cambios culturales.
	Símbolos culturales.
	Usos tradicionales de los recursos naturales.
	Conflictos ambientales.
Político organizativo	Actores políticos, organización y presencia institucional.
	Instancias de participación.
	Estructura de la Junta de Acción Comunal.

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

○ **Elaboración de instrumentos para la gestión de ingreso a predios**

Los instrumentos elaborados para la gestión de permisos de ingreso a predios, constan de: un formato para la **solicitud de permiso**, el cual permitió especificar las actividades que se realizarían por cada medio (abiótico, biótico, socioeconómico y paisaje) al propietario y/o representante del predio, de manera que este autorizará el ingreso de los profesionales necesarios para levantar la información que se requería para la elaboración del EIA y el formato de **paz y salvo**, en el cual, una vez culminadas las actividades de campo, un profesional social de INGEDISA S.A. informo al o a los propietarios de los predios intervenidos la terminación de las mismas, verificando el estado final del predio y su

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 222

infraestructura.

La estructura del formato “Permiso de ingreso a predios” se presenta en la Tabla 2-90 Tabla 2-89 se ilustra en la Imagen 2-1. El formato se puede observar en el **Anexo 2, Permisos**

Tabla 2-90 Estructura del formato “Permiso de ingreso a predios”

Aspecto	Información relacionada
Datos generales	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre del proyecto. - No. de proyecto. - No. de contrato. - Fecha. - Localidad. - Barrio - Dirección / Nombre del predio - Nombre del propietario o representante del predio, número de identificación y teléfono. - Nombre del profesional de INGENIERÍA Y DISEÑO, número de identificación y teléfono.
Autorización escrita del propietario o encargado del predio para el ingreso a este.	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre, número de identificación, calidad (propietario, poseedor, tenedor, ocupante, viviente). - Manifestación libre y voluntaria de la autorización para el ingreso del personal de INGENIERÍA Y DISEÑO S.A. y su cliente para la realización de las actividades.
Actividades para realizarse	<ul style="list-style-type: none"> - Descripción de las actividades a desarrollarse en el predio (se resaltaron con “■” aquellas que aplicaban para cada caso). - Autorización de ingreso a predios, elaboración de acta de vecindad, selección de ruta, levantamiento topográfico, replanteo, sondeo de suelos, resistividad del suelo, muestreos de fauna, inventario forestal, ficha socioeconómica, prospección arqueológica, estudios hidrológicos y de ecosistemas acuáticos, monitoreos de calidad del aire y ruido, visitas de inspección geológica y paisajística, firma de paz y salvo.
Observaciones adicionales	<ul style="list-style-type: none"> - Espacio para registro de información adicional sobre el predio, relevante para el desarrollo de las actividades.
Firma del formato	<ul style="list-style-type: none"> - Firma del propietario o encargado del predio. - Firma del profesional de INGENIERÍA Y DISEÑO S.A.

Fuente: INGEDISA S.A., 2023





 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 223

Imagen 2-1 Formato “Permiso de ingreso a predios”

 		PERMISO INGRESO A PREDIOS		CÓDIGO REVISIÓN PÁGINA FECHA	&DOF-47 01 1 de 1 2021-03-03
NOMBRE DEL PROYECTO		FECHA	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		
CIUDAD		PY			
LOCALIDAD					
BARRIO					
FINCA/PREDIO O DIRECCIÓN					
NOMBRE DEL PROPIETARIO		C.C./NIT		Teléfono	
PROFESIONAL SOCIAL		T.P.		Teléfono	

Mediante el presente documento yo, _____, identificado con C.C. _____ de _____, manifiesto haber recibido información clara y oportuna sobre el proyecto: Repotenciación de la Línea Eléctrica La Guaca – Colegio a 115 kV

A desarrollarse en mi propiedad, y mediante mi firma doy autorización para el ingreso del personal de Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A. y su cliente para la realización de las siguientes actividades:

■ **Autorización de ingreso a predios:** Procedimiento a través del cual un profesional social de Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A. informa sobre el proyecto a realizarse, y solicita permiso por escrito a los propietarios y/o ocupantes de los predios a ser intervenidos, para ingresar a realizar las actividades en campo correspondientes los estudios de diseño técnico y ambientales.



■ **Muestreos de fauna:** Actividad de captura temporal de fauna silvestre en ubicaciones geográficas seleccionadas dentro del área de estudio, para determinar las especies presentes en la misma. Esta actividad se realiza a través de dispositivos que no ocasionan daño al individuo capturado (trampas de atrapamiento y redes). Estos métodos permiten liberar de forma inmediata los individuos manipulados.

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Respecto al formato de Paz y Salvo, en la Tabla 2-91 se presenta su estructura, e ilustra en la Imagen 2-2. El formato se puede observar en **Anexo 5 Caracterización ambiental, 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.3 Permisos.**

Tabla 2-91 Estructura del formato “Paz y salvo ingreso a predios”

Ítem	Información
Datos generales	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre del proyecto. - No. de proyecto. - No. de contrato. - Fecha. - Ciudad - Unidad territorial - Nombre o dirección del predio. - Nombre del propietario o representante del predio, número de identificación y teléfono.

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 224

Ítem	Información
	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre del profesional de INGENIERÍA Y DISEÑO, número de identificación y teléfono.
Manifestación del paz y salvo	<ul style="list-style-type: none"> - Manifestación libre y voluntaria de que Ingeniería y Diseño INGENIERÍA Y DISEÑO S.A., en desarrollo de las actividades de campo que correspondieron al proyecto, habiéndose realizado previa verificación al presente acto, queda a Paz y Salvo por todo concepto, entendiéndose que, a la fecha de firma del presente, no se registran afectaciones a los bienes muebles e inmuebles, a la vocación económica y productiva del predio, a los recursos naturales u otro considerable como servicio ambiental, ni a los propietarios o residentes del mismo.
Observaciones adicionales	<ul style="list-style-type: none"> - Descripción general del estado de la infraestructura existente en el predio a la fecha de firma del formato. - Espacio para el de información adicional, que sea relevante para el paz y salvo.
Firma del formato	<ul style="list-style-type: none"> - Firma del propietario o encargado del predio. - Firma del profesional de INGENIERÍA Y DISEÑO S.A.

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Imagen 2-2 Formato “Paz y salvo ingreso a predios”

 INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	PAZ Y SALVO DE INGRESO A PREDIOS	CÓDIGO	En prueba
		REVISIÓN	00
		PÁGINA	1 de 2
		FECHA	2020-11-13



NOMBRE DEL PROYECTO		PY No.		FECHA	AA	MM	DD
No. CONTRATO CLIENTE		DEPARTAMENTO					
MUNICIPIO		COORDENADAS		N	E		
VEREDA/CORREGIMIENTO		FINCA/PREDIO O DIRECCIÓN					
PROPIETARIO		C.C./NIT		TELÉFONO			
PROFESIONAL INGEDISA		C.C.		TELÉFONO			
CLIENTE							

Mediante el presente documento yo, _____, identificado con C.C. _____ de _____, y en mi calidad de propietario ☐ poseedor ☐ tenedor ☐ ocupante ☐ viviente ☐, manifiesto libre y voluntariamente que Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A., en desarrollo de las actividades de campo que correspondieron al proyecto:

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

○ Planeación de recorrido en campo

Se estableció la ruta a seguir, teniendo en cuenta vías existentes, polígonos de las unidades territoriales y sitios de interés. Así mismo, se definieron los instrumentos de recolección de información y los equipos necesarios para cada actividad a desarrollar durante la etapa de

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 225

campo. A continuación, se relacionan los insumos e instrumentos de recolección de información.

Tabla 2-92 Insumos e instrumentos de recolección de información – Medio socioeconómico

Actividad por realizar	Implementos	Instrumento de recolección de información
Gestión de permiso de ingreso a predios	GPS Tablet Cámara Formatos Planilla Información en kmz	Matriz de gestión de ingreso a predios
Implementación de fichas de caracterización		Fichas de caracterización
Identificación y georreferenciación de sitios de interés		Puntos tomados en campo
Convocatoria espacios de socialización momento I		Piezas de convocatoria
Convocatoria espacios de socialización momento II		
Convocatoria espacios de socialización momento III		
Gestión de paz y salvos		Paz y salvos firmados

Fuente: INGEDISA S.A., 2023



2.1.1.2.2 Etapa de campo

Durante la etapa de campo, se ejecutaron las actividades e implementaron los instrumentos de recolección de información planteados en la etapa de precampo. En este apartado se presenta en síntesis las actividades de acercamientos a actores sociales, gestión de permiso y posterior gestión de paz y salvo, implementación de instrumentos de recolección de información primaria, recorridos de caracterización, y ejecución de los espacios de participación y socialización. El detalle de cada actividad se presenta en el **Capítulo 5.3 Medio socioeconómico**

- **Gestión de permisos de ingreso a predios y posterior gestión de paz y salvos**

En esta etapa se desarrolló la actividad de gestión de permiso de ingreso a los predios que se verían intervenidos por el proyecto, con el fin de informarles a los propietarios de manera general sobre el mismo, las actividades a realizarse en sus propiedades y solicitar el permiso de ingreso a predios para las actividades de levantamiento de información y caracterización de los diferentes componentes en el marco del Estudio de Impacto Ambiental EIA; La gestión se encuentra debidamente documentada y se puede observaren **Anexos 2, Permisos.**

En cuanto a la gestión de la paz y salvos de ingreso a predios, esta gestión se llevó a cabo al final de las actividades que se tenían propuestas para realizar en cada uno de los predios de igual manera el proceso se encuentra documentado y los medios de verificación se localizan en **Anexos 2, Permisos.**

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 226

○ **Acercamientos actores de interés**

Tabla 2-93 Relación de acercamientos actores de interes

GRUPO DE INTERÉS	GRUPO DE INTERÉS	FECHA DE ACERCAMIENTO	MODALIDAD	ACTIVIDAD REALIZADA
Sector comunitario	Sector comunitario	03/05/2023	Presencial	Mapeo de actores, identificación de infraestructura en área de influencia
Sector productivo	Sector productivo			
Sector educativo	Sector educativo			
Organizaciones sociales	Organizaciones sociales			
Sector comunitario	Juntas de Acción Comunal / administración conjuntos residenciales	23/07//2023 al 09/08/2023	Presencial	Diligenciamiento de fichas de caracterización unidades territoriales y conjuntos residenciales
Todos los grupos y actores		06/05/2023 al 25/06/2023	Presencial y virtual	Espacio de participación y socialización primer momento: Inicio
Todos los grupos y actores		06/07/2023 al 25/08/2023	Presencial y virtual	Espacio de participación y socialización segundo momento: Seguimiento
Todos los grupos y actores		14/11/2023 al 11/12/2023	Presencial y virtual	Espacio de participación y socialización tercer momento: Entrega de resultados del EIA

Fuente: INGEDISA S.A., 2023


○ **Implementación de instrumentos de recolección de información primaria**

En la ficha de caracterización de unidades territoriales y de conjuntos residenciales se indagó por información de los diferentes componentes del medio socioeconómico, como se detalla en la Tabla 2-89, en donde se presenta la estructura de la ficha.

En la Tabla 2-94 se relacionan las fechas en las que se implementó la ficha de caracterización en los conjuntos residenciales y las unidades territoriales identificadas en el área de influencia.

Tabla 2-94 Implementacion ficha de caracterizacion

N°	Conjunto residencial	Fecha
1	Conjunto Residencial Andino	23/07/2023
2	Conjunto Residencial San Simón	04/09/2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 227

N°	Conjunto residencial	Fecha
3	Sector Avenida Polo	09/08/2023
4	Sector Parcelación El Jardín	27/08/2023
5	Barrio Canaima	09/08/2023

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

- **Recorridos de caracterización**

Con el objetivo de complementar la información recolectada en las fichas de caracterización, se tomó el registro fotográfico y la georreferenciación de equipamientos, infraestructura de transporte, actividades económicas y en general, sitios de importancia para la comunidad. Esta información fue incorporada dentro de la caracterización del medio socioeconómico Ver **Capítulo 5.3 Caracterización Medio Socioeconómico**.



- **Incertidumbre**

En el medio socioeconómico, se presenta incertidumbre en los siguientes tres (3) aspectos principalmente:

- Negativa de permisos para ingresar a predios, que sean de interés para la caracterización socioambiental, en especial en sitios interceptados por el proyecto: Si bien, el alineamiento propuesto se contempla en su mayoría en espacio público, aproximadamente 700 metros del alineamiento subterráneo (el cual se propone en una longitud aproximada de 1,26 kilómetros), se localiza al interior de predios privados.
- No disposición o negativa de los líderes para brindar información primaria: la incertidumbre en este aspecto está dada, por la posibilidad de que, tras el desarrollo de acercamientos en las unidades territoriales o en los conjuntos residenciales, los representantes no accedan al diligenciamiento de los instrumentos de recolección de información.
- Imprecisión en información primaria: Se contempla incertidumbre en los datos recolectados a través de las fichas de caracterización, puse obedecen a estimaciones realizadas por las personas entrevistadas y pueden no ser exactas. Por ejemplo, en aspectos asociados a datos de población, rangos de edad, natalidad y mortalidad.

2.3.1.3.3 Etapa de poscampo

Posterior a las actividades de campo, se procedió a analizar y procesar la información primaria recolectada a través de los instrumentos de caracterización, las fichas de caracterización se pueden observar en **Anexos 5, Anexos 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.2 Caracterización**. A partir del análisis de tal información se realizó la caracterización de las unidades territoriales del área de influencia en cada uno de los componentes (demográfico, espacial, económico, cultural y político organizativo) dentro del **Capítulo 5.3**.

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 228

Medio socioeconómico.

2.1.1.2.3 Participación y socialización

La metodología para el desarrollo de los espacios de socialización y participación durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, implemento procesos participativos con el fin de ofrecer a los diferentes grupos de interés, información pertinente, suficiente, veraz y apropiada sobre el estudio a desarrollar en el área de influencia del proyecto, sus beneficios y posibles afectaciones, de manera que las autoridades locales y distritales los actores de interés y las comunidades participaran y realizaran sus aportes desde el conocimiento de su territorio.

Este proceso se realizó en cumplimiento de las normas vigentes de Colombia, cuyo objetivo es garantizar el derecho a la información y participación de la sociedad en las decisiones que pueden impactar el territorio y la población ubicados en el área de Influencia


Se identificaron espacios y mecanismos de información e interlocución, a fin de garantizar un ambiente propicio de atención y trabajo con los equipos de funcionarios de entidades, miembros de organizaciones comunitarias y demás participantes, dentro del marco de relacionamiento que se estableció con los grupos de interés.

Igualmente, para garantizar la trazabilidad de las actividades, se implementó el uso de instrumentos de registro tales como registro de asistencia, actas de reunión, registro fotográfico, ficha de caracterización (unidad territorial), Ficha de caracterización predial y Ficha de caracterización institucional; entre otros que se ajustaron a los requerimientos y condiciones particulares del proyecto.

Con el objetivo de presentar la información correspondiente a los tres momentos de socialización establecidos en los TdR-17, se propuso llevar a cabo espacios de reunión virtuales o presenciales según previa concertación de fecha, hora, lugar y/o plataformas virtuales a usar, con cada uno de los actores sociales que interactúan en el área de influencia del proyecto a fin de garantizar que se contara con la mayor asistencia posible. La información por presentar en cada momento se relaciona en la Tabla 2-95.

Tabla 2-95 Momentos de participación y socialización en el marco del EIA

Momento	Información
Primero (inicio EIA)	<ul style="list-style-type: none"> - Características técnicas (localización del proyecto y diseños preliminares). - Actividades y alcances, tanto del proyecto como del EIA. - Retroalimentación y atención de inquietudes.
Segundo (seguimiento al EIA)	<ul style="list-style-type: none"> - Alcances, fases y actividades del proyecto. - Infraestructura proyectada. - Áreas de influencia. - Taller de identificación de impactos y medidas de manejo. - Retroalimentación y atención de inquietudes.
Tercero (entrega de resultados del EIA)	<ul style="list-style-type: none"> - Información técnica del proyecto. - Resultados del EIA (área de influencia, caracterización, zonificación ambiental y de manejo ambiental, impactos ambientales y medidas de manejo, demanda, uso y/o aprovechamiento de recursos naturales, compensaciones por pérdida de biodiversidad, plan de gestión del riesgo, otros planes y programas).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 229

Momento	Información
	- Retroalimentación y atención de inquietudes.

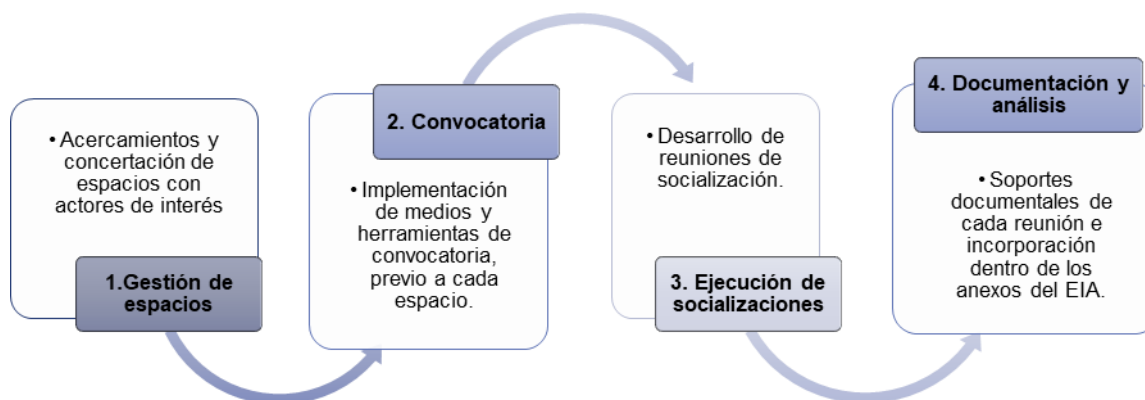
Fuente: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales 2018, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Para los tres momentos se utilizó la metodología de actores stakeholder, ya que permitió concebir a los participantes del estudio como agentes activos en la construcción y reconstrucción de la información. Para la consolidación de la metodología se utilizaron métodos, técnicas e instrumentos de carácter expositivo, participativo y pedagógico, logrando un proceso de identificación e inclusión de las expectativas, experiencias y conocimientos de los diferentes grupos de interés del Área de Influencia.

Igualmente, para garantizar la trazabilidad de las actividades, se implementó el uso de instrumentos de registro tales como; registro de asistencia, actas de reunión, registro fotográfico, grabaciones de reuniones, entre otras herramientas que se ajusten a los requerimientos y condiciones particulares del proyecto.

En este sentido, y con el fin de poder realizar un análisis de los procesos participativos e informativos que se generaron se ilustran en la Figura 2-41 las actividades de la implementación de la metodología en la ejecución de los espacios de participación y socialización, adicionalmente se realiza una breve descripción de cada una de las actividades.

Figura 2-41 Actividades metodología de socialización



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

○ **Gestión de espacios**

La gestión de los espacios es una actividad orientada a mantener los canales y medios de comunicación entre el Enel Colombia S.A E.S.P., la consultoría Ingeniería y Diseño – INGEDISA S.A y los actores de interés, fortalecidos, propiciando que los actores se sientan involucrados y parte de la construcción del proceso. Tales acercamientos se realizaron telefónicamente y vía correo electrónico como se muestra a continuación:


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 230

Tabla 2-96 Gestión de espacios

Actor social	Primer acercamiento	Encargado
Autoridades Distritales	Envío de correo electrónico y contacto telefónico para concertación de espacio de reunión.	Enel Colombia S.A. E.S.P. – Relacionamento Institucional.
Autoridades Locales	Envío de correo electrónico de solicitud y contacto telefónico para concertación de espacio de reunión.	Enel Colombia S.A. E.S.P. – Soporte de Operaciones.
Organizaciones Sociales	Llamada telefónica para concertación de espacio de reunión.	INGEDISA S.A.
Sector Comunitario		
Sector Educativo		
Sector Productivo		

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

○ Convocatoria

Una vez surtida la actividad de gestión de espacios con los actores de interés y concertada la programación, se procedió a realizar el proceso de convocatoria mediante diferentes herramientas de difusión de la información, garantizando que el proceso se hiciera de manera amplia, suficiente y oportuna, y que los diferentes actores sociales contarán con la información necesaria para participar.

En la Tabla 2-97 se relacionan las actividades de convocatoria a implementar con cada grupo de interés, adicionalmente, más adelante se presenta una breve descripción de cada herramienta.

Tabla 2-97 Herramientas de convocatoria a implementar con cada grupo de interés


Grupo	Comunicación personalizada	Contacto telefónico	Afiches	Volantes
Organizaciones Sociales	X	X		
Sector Comunitario	X	X	X	X
Sector Educativo	X	X	X	X
Sector Productivo	X	X	X	X
Autoridades Locales	X			
Autoridades Distritales	X			

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Es importante señalar que los soportes de las actividades de convocatoria fueron integrados a los anexos del Estudio de Impacto Ambiental EIA, y pueden ser verificados en **Anexo 5 Caracterización ambiental, 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.1 Participación.**

▪ Comunicación personalizada

Se realizó la generación de un oficio de invitación formal al espacio de participación y socialización, en el que se indicó con claridad el propósito de la reunión; fecha, hora y lugar del encuentro. Para los espacios de modalidad virtual, se indicaron los datos para el acceso y canales de comunicación de Enel Colombia S.A E.S.P., en caso de presentarse dudas o inquietudes frente a la convocatoria, pudieran ser atendidas oportunamente. Las comunicaciones se radicaron de manera presencial y electrónica con anticipación al encuentro.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 231

Es importante mencionar que debido a la dinámica misma de la gestión social del proyecto los oficios se radicaron de manera presencial o electrónica con anticipación al encuentro.

El oficio conto con un párrafo de carácter informativo, en el que se comunicó el objetivo de la reunión, las características técnicas del proyecto y las empresas participantes en el desarrollo del EIA. Las comunicaciones se dirigieron a actores relacionados en el directorio de actores, así como y los soportes, se pueden observar en el **Anexos, Cap. 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.1 Participación**

▪ **Contacto telefónico**

El contacto telefónico se realizó para verificar la recepción de la invitación formal y aclarar cualquier duda al respecto. Se estableció un segundo contacto, uno o dos días antes de la fecha acordada para la socialización, con el ánimo de recordar el agendamiento y propiciar la efectiva participación.

▪ **Afiches**

Fueron utilizados particularmente en las socializaciones con los sectores comunitario, productivo y educativo, en los afiches de invitación a los espacios de participación y socialización, indicaron con claridad el nombre del proyecto, propósito de la reunión; fecha, hora y lugar del encuentro. La localización de las carteleras fue fotografiada y georreferenciada, adicionalmente se registró los sitios de entrega de esta pieza comunicativa. Los medios de verificación son presentados en el **Anexo 5 Caracterización ambiental, 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.1 Participación.**

▪ **Volantes**

Utilizados particularmente es las socializaciones con sectores comunitario, productivo y educativo, se distribuyeron volantes que indicaron con claridad el nombre del proyecto, propósito de la reunión; fecha, hora y lugar del encuentro; si es de manera virtual datos para el acceso y canales de comunicación de Enel Colombia S.A E.S.P., y la Consultoría.

○ **Ejecución de socializaciones**

Los espacios de socialización y participación se realizaron de forma presencial o virtual según lo concertado con cada grupo de interés. Por parte de la consultoría se implementó la logística necesaria para el desarrollo a cabalidad de cada uno de los espacios de participación y socialización

La ejecución de los espacios de participación y socialización, para cada uno de los tres momentos, fue documentado a través de registro fotográfico, grabación de la sesión, registro de asistencia y memoria de reunión, los medios de verificación correspondientes se localizan en **Anexos 5, 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.1 Participación.** A continuación, en la Tabla 2-98 se relacionan las fechas de ejecución de cada escenario.





 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 232


Tabla 2-98 Ejecución espacios de participación y socialización

EJECUCIÓN ESPACIOS DE PARTICIPACIÓN Y SOCIALIZACIÓN EIA					
MOMENTO	N	GRUPO	ACTOR	MODALIDAD	FECHA
PRIMER MOMENTO	1	Autoridades Distritales	Secretaría Distrital de Ambiente SDA	Virtual	23/05/2023
			Secretaría Distrital de Gobierno		
			Secretaría Distrital de Planeación		
			Secretaría Distrital de Movilidad		
			Secretaría Distrital de Hábitat		
			Instituto Distrital de Recreación y Deporte - IDRD		
			Instituto de Desarrollo Urbano - IDU		
	2	Autoridades Locales de Suba	Alcaldías Local de Suba	Presencial	29/05/2023
	3		Personerías Local de Suba	Presencial	1/06/2023
	4		Junta Administradora Local JAL Suba	Presencial	4/06/2023
	5		Comisión Ambiental Local CAL Suba	Presencial	6/05/2023
	6		Consejo Local de Gestión del Riesgo CLGR Suba	Presencial	30/05/2023
	7		Autoridades Locales de Usaquén	Alcaldías Local de Usaquén	Virtual
	8	Personerías Local de Usaquén		Presencial	1/06/2023
	9	Junta Administradora Local JAL Usaquén		Virtual	13/05/2023
	10	Comisión Ambiental Local CAL Usaquén		Presencial	22/06/2023
	11	Consejo Local de Gestión del Riesgo CLGR Usaquén		Presencial	30/05/2023
	12	Organizaciones Sociales	Organizaciones ambientales Organizaciones comunitarias Veedurías	Virtual	25/05/2023
	13	Sector Educativo	Colegios Universidades	Virtual	24/05/2023
	14	Sector Productivo	Comercio Empresas	Virtual	24/05/2023
15	Sector Comunitario	Juntas de Acción Comunal	Presencial	20/05/2023	
16		Administraciones de conjuntos residenciales	Presencial	26/05/2023	
17		Consejos directivos propiedad horizontal Residentes barrios y propiedad horizontal	Presencial	27/05/2023	
		Propietarios y/o representantes de predios a intervenir			
18	General (actores localizados en área de influencia)			Virtual	31/05/2023
SEGUNDO MOMENTO	1	Autoridades Distritales	Secretaría Distrital de Ambiente SDA	Virtual	22/08/2023
			Secretaría Distrital de Gobierno		
			Secretaría Distrital de Planeación		
			Secretaría Distrital de Movilidad		
			Secretaría Distrital de Hábitat		
			Instituto Distrital de Recreación y Deporte – IDRD		
			Instituto de Desarrollo Urbano – IDU		
	2	Autoridades Locales de Suba	Alcaldías Local de Suba	Presencial	18/07/2023
	3		Personería Local de Suba	Virtual	09/08/2023
	4		Junta Administradora Local JAL Suba	Presencial	06/07/2023
5	Comisión Ambiental Local CAL Suba		Virtual	27/07/2023	

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 233

EJECUCIÓN ESPACIOS DE PARTICIPACIÓN Y SOCIALIZACIÓN EIA					
MOMENTO	N	GRUPO	ACTOR	MODALIDAD	FECHA
	6		Consejo Local de Gestión del Riesgo CLGR Suba	Presencial	25/07/2023
	7	Autoridades Locales de Usaqué	Alcaldías Local de Usaqué	Presencial	18/07/2023
	8		Personería Local de Usaqué	Virtual	09/08/2023
	9		Junta Administradora Local JAL Usaqué	Presencial	06/07/2023
	10		Comisión Ambiental Local CAL Usaqué	Virtual	27/07/2023
	11		Consejo Local de Gestión del Riesgo CLGR Usaqué	Presencial	25/07/2023
	12	Organizaciones Sociales	Organizaciones ambientales Organizaciones comunitarias Veedurías	Virtual	09/08/2023
	13	Sector Comunitario	Juntas de Acción Comunal Administraciones de conjuntos residenciales	Virtual	16/08/2023
	14		Consejos directivos propiedad horizontal Residentes barrios y propiedad horizontal	Presencial	25/08/2023
	15		Propietarios y/o representantes de predios a intervenir	Presencial	26/08/2023
	16	Sector Educativo	Colegios Universidades	Virtual	09/08/2023
	17	Sector Productivo	Comercio Empresas	Virtual	10/08/2023
TERCER MOMENTO	1	Autoridades Distritales	Secretaría Distrital de Ambiente SDA	Virtual	22/11/2023
			Secretaría Distrital de Gobierno		
			Secretaría Distrital de Planeación		
			Secretaría Distrital de Movilidad		
			Secretaría Distrital de Hábitat		
			Instituto Distrital de Recreación y Deporte - IDRD		
			Instituto de Desarrollo Urbano - IDU		
	2	Autoridades Locales de Suba	Alcaldías Local de Suba	Presencial	07/12/2023
	3		Personerías Local de Suba	Virtual	20/11/2023
	4		Junta Administradora Local JAL Suba	Virtual	25/11/2023
	5		Comisión Ambiental Local CAL Suba	Virtual	14/11/2023
	6		Consejo Local de Gestión del Riesgo CLGR Suba	Presencial	28/11/2023
	7	Autoridades Locales de Usaqué	Alcaldías Local y Personerías Local de Usaqué	Virtual	21/11/2023
	8		Junta Administradora Local JAL Usaqué	Virtual	18/11/2023
	9		Comisión Ambiental Local CAL Usaqué	Virtual	14/12/2023
	10		Consejo Local de Gestión del Riesgo CLGR Usaqué	Presencial	30/11/2023
	11	Organizaciones sociales		Presencial	16/11/2023
	12			Presencial	16/11/2023
	13			Presencial	17/11/2023
	14			Virtual	20/11/2023

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 234

Adicionalmente, en el marco de los requerimientos de información adicional, y con prioridad al requerimiento N°1 se desarrolló un espacio de reunión con los propietarios de los predios el Restaurante Mi Margarita y el Colegio Australiano, los días 27 y 28 de agosto de 2024, respectivamente. Así como se realizó una distribución de volantes entre los días 29 de agosto y 2 de septiembre con el fin de dar a conocer el estado del trámite y con particularidad la solicitud del permiso de ocupación de cauce.



○ Documentación y análisis

La actividad de documentación y análisis es orientada a la recopilación, organización y generación de resultados respecto al proceso realizado para el desarrollo de los lineamientos de participación (gestión de espacios, convocatoria y ejecución de socializaciones).

Se obtuvo una síntesis de los resultados del proceso, junto con los medios de verificación de cada actividad, así como un análisis de los aspectos relevantes, preguntas, inquietudes y retroalimentación generada durante los espacios de socialización, los cuales se integran en la caracterización del medio socioeconómico, específicamente en el **Capítulo 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.1 participación**. Adicionalmente los medios de verificación que soportan el proceso son anexados en el **Anexo 5, 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.1. participación**.

○ Incertidumbre

Respecto a esta arista del medio socioeconómico, la incertidumbre está relacionada con, la no participación y/o asistencia de actores sociales, en espacios de participación y socialización en el marco del proyecto. Esto, pese a la implementación de múltiples herramientas de convocatoria, la apertura de espacios bajo diferentes horarios y modalidades (virtual y presencial), orientados a garantizar la cobertura, oportunidad y eficacia.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 235

2.1.1.3 Paisaje

La caracterización del paisaje para el “*Estudio de Impacto Ambiental del proyecto subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV*” se realizó sobre el área de influencia físico-biótica-paisaje bajo los lineamientos establecidos 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 de Estudios Ambientales 2018, así como los lineamientos para el almacenamiento de datos geográficos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA-.

En cumplimiento de los anteriores requerimientos se identificaron los elementos conformadores del paisaje, el análisis de visibilidad, la identificación de áreas homogéneas denominadas unidades de paisaje sobre las cuales se realizó la valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje, y la identificación de elementos discordantes. En complemento, se identificó la percepción que las comunidades tienen del paisaje que los rodea, la identificación de sitios de interés paisajístico y la identificación de programas, planes y proyectos formulados sobre el área para la gestión y manejo del paisaje. Finalmente, se realizó la descripción del proyecto dentro del componente paisajístico del área.



El desarrollo de los temas abordados para la caracterización del paisaje se realizó mediante la consulta de información secundaria, el levantamiento de información primaria e información levantada y generada por otros componentes del mismo estudio. Para ello el proceso se llevó a cabo en tres fases (precampo, campo y postcampo), las cuales permitieron la comprensión, análisis del paisaje y su relación con la ejecución del proyecto.

A continuación, se presenta el procedimiento metodológico adaptado para la caracterización del paisaje con base en la metodología propuesta por Muñoz-Pedrerros (2004)³²³, ver Tabla 2-99.

Tabla 2-99 Procedimiento metodológico para la caracterización del paisaje

Fase	Actividad	Producto
Fase precampo	Delimitar el área de estudio y las zonas de influencia	Área de estudio o área de influencia del paisaje con base topográfica
	Determinar escalas de trabajo	
	Analizar información: concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores	Zonas de alta densidad de observadores
	Cartografiar la información	
Fase de campo	Identificar los sitios de importancia paisajística, las unidades de paisaje, elementos discordantes, entre otros.	Recolección información en campo
	Aplicar encuestas	
	Determinar el componente central	
Fase postcampo	Agregar los componentes restantes	Unidades de paisaje (UP)
	Cartografiar la información	
	Identificar y representar los elementos del paisaje	Elementos del paisaje (EP)
	Controlar las condiciones de visibilidad,	Imágenes para evaluar

³²³ MUÑOZ-PEDREROS, A. La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental. En: Revista Chilena de Historia Natural, 2004, vol. 77 no. 1., p. 139–156. <https://doi.org/10.4067/s0716-078x2004000100011>

  INGEDISA INGENIERÍA & DISEÑO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 236

Fase	Actividad	Producto
	distancia, ángulo de incidencia visual, y tipo de película	(diapositivas, fotografías o condiciones atmosféricas, grado de iluminación imágenes digitales)
	Tomar las diapositivas de las UP representativas	
	Confeccionar instrumento de evaluación	Encuesta
	Analizar información	UP valoradas
	Procesar y cartografiar información	Valoración de UP
	Valorar la fragilidad y calidad visual del paisaje para cada UP	Fragilidad y calidad del paisaje
	Realizar otros análisis paisajísticos necesarios	Análisis de visibilidad
		Elementos discordantes y tamaño discordancia
	Cartografiar la información	Análisis de correspondencia cromática
	Analizar calidad/fragilidad de cada UP	
	Cartografiar capacidad de uso	Capacidad de uso de las UP

Fuente: Muñoz-Pedrerros, 2004³²⁴, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

• Fase precampo



Para la caracterización del paisaje es fundamental la delimitación del **área de influencia del paisaje**, con base en la trascendencia de impactos sobre los elementos del paisaje (parche, matriz, corredor), las unidades de paisaje, sobre la percepción visual (visibilidad, calidad y fragilidad visual), los sitios de importancia paisajística, entre otros impactos sobre los medios biótico y abiótico que influyen la percepción visual del paisaje, su integridad escénica, su estética, configuración o estructura, por ello se tuvieron en cuenta dichos aspectos en el Capítulo 4. Área de influencia.

Previo a la salida de campo, se definieron aspectos por validar en terreno, los cuales, puedan ser influyentes en ajustes del área de influencia, para con ello, poder hacer los ajustes del área de influencia definitiva del paisaje (Ver Capítulo 4. Área de influencia), como por ejemplo el alcance visual al corredor de la autopista y la subestación, la identificación de observadores permanentes y transitorios que visualizarían el proyecto, así como la identificación de sitios de importancia cultural o paisajística donde se alcance una visual al mismo.

Previo a la recolección de información en terreno se consultaron las categorías de cobertura vegetal identificadas en el área de influencia del proyecto para con ello poder definir y representar cartográficamente los elementos del paisaje por analizar en campo. Complementariamente, se definieron las **zonas de alta densidad de observadores** determinantes para el análisis de visibilidad, ello considerando los sitios más frecuentados por los habitantes, caso tal de las vías primarias o secundarias, senderos, zonas residenciales, parques, colegios, entre otros, para en campo realizar el registro fotográfico de las unidades paisajísticas.

También fue fundamental la definición de puntos de observación de acuerdo con la

³²⁴ Ibid. p. 139–156.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 237

localización de las infraestructuras, entre otras zonas de intervención del proyecto, para poder definir zonas de importancia paisajística apreciables desde estos sectores. Para esa selección se consideraron como mínimo las siguientes áreas: (a) vías de flujo de observadores (vías de navegación, carreteras, caminos, senderos, orillas de lagos, etc.), y (b) miradores potencialmente ocupados por observadores (cerros, colinas, peñones) (Muñoz-Pedrerros, 2004)³²⁵.

En la fase precampo fue fundamental enlistar los elementos y equipos necesarios para la recolección de información en campo, se presentan en la Tabla 2-100:

Tabla 2-100 Listado de equipos y materiales

No.	Elemento	Cantidad por persona
1	GPS	1
2	Pilas recargables	1
3	Computador	1
4	Cámara	1
5	Entrevistas impresas	50
6	Libreta de campo	1
7	Esfero	1
8	Tabla para apoyo formatos	1
9	Puntos de validación en campo con vías o accesos	-
10	Dotación y EPPS	1
11	Transporte en campo	1



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En la fase precampo se realizó la recopilación y consulta de información secundaria, tales como cartografía base, coberturas de la tierra, estudios e investigaciones del área de estudio, informes institucionales, etc.; Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., 2013, entre otros (ver Tabla 2-76).

Tabla 2-76 Documentos consultados

Título	Autor	Año
Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá • Resolución 957 de 2019	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	2019
Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR y Secretaría Distrital de Ambiente	2022
Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. Decreto 555 de 2021 del 29 de diciembre “Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.”	Alcaldía Mayor de Bogotá.	2021
Decreto No. 088 del 03 de marzo del 2017 “Por medio del cual se establecen las normas para el ámbito de aplicación del Plan de Ordenamiento	Alcaldía Mayor de Bogotá.	2017

³²⁵ MUÑOZ-PEDREROS. Op. cit., p. 6.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 238

Título	Autor	Año
Zonal del Norte “Cuidad Lagos de Torca” y se dictan otras disposiciones”.		

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Con la información consultada, se consolidaron insumos cartográficos de coberturas y usos del suelo, sitios de interés paisajísticos y visibilidad para verificación en campo; además características generales del territorio.

Adicionalmente, para identificar la percepción que la comunidad tiene en relación con paisaje se construyó y aplicó una entrevista (Ver **Anexos, Cap. 2, Formatos campo, entrevista paisaje**) que incluyó temas sobre actividades, usos o dinámicas que la comunidad considera han generado cambios en el paisaje en los últimos años; la percepción que la comunidad tiene del proyecto a través de la identificación de efectos positivos y negativos que el desarrollo del proyecto pueda generar en relación con paisaje y su bienestar; y finalmente, una sección relacionada con la identificación de sitios de interés paisajístico y cultural.


○ **Fase de campo**

Los recorridos de campo se limitaron a validar los puntos de observación definidos en la fase previa, particularmente aquellos localizados en zonas de fácil acceso, ello para proceder con el registro fotográfico de los elementos del paisaje, los elementos discordantes, unidades de paisaje, el registro de los sitios de interés paisajístico, turístico o cultural, y por último la validación de los puntos de observación y alcance visual al proyecto. También se identificaron en terreno los aspectos que han contribuido en la transformación de la matriz y las unidades paisajísticas a lo largo del tiempo.

Además, se realizaron entrevistas entre el 11 y 18 de mayo del año 2023 a un total de 31 personas (Ver **Anexos, Cap. 5.4, Paisaje, entrevistas**) para la identificación de sitios de importancia paisajística, turística y cultural, también para conocer la percepción de las comunidades sobre su entorno paisajístico y sobre el proyecto.

Por su parte, la aplicación de entrevistas se enfocó en la elección de personas que reconocieran el territorio, en este caso, presidentes de junta de acción comunal, propietarios de predios o habitantes del área de influencia del proyecto que se encontraron en el rango de edad entre los 18 hasta los 90 años, tanto hombres como mujeres, para poder conocer de fondo los factores transformadores del paisaje a lo largo del tiempo y las opiniones por cada rango de sexo y edad.

Es de añadir, que para la aplicación de estas entrevistas no fue necesario hacer una selección de tamaño muestral, pues en terreno, la elección de la cantidad de entrevistas por emplear se limitó a la suficiencia de la información recopilada, ello quiere decir que una vez el profesional identificó el punto de saturación de la información para realizar la descripción “cualitativa” del paisaje se procedió a cerrar la actividad. Respecto a ello se da claridad que las entrevistas no requieren una estimación de tamaño poblacional ya que son

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 239

de tipo “cualitativo”, por ello para este estudio se planificó una (1) entrevista con el presidente de junta del barrio, otra con un habitante (1 entrevista) y otra con un propietario de predios cercanos (1 entrevista), para completar un total de tres (3) entrevistas por cada unidad territorial (barrio o sector), ello dependiendo de la disponibilidad de las personas y las condiciones de campo. Por ello puede apreciarse en la tabulación de entrevistas un mínimo de una (1) entrevista por barrio, y de tres (3) como un valor estimado (**Ver Anexos, Cap. 5.4, Paisaje, Entrevistas y Tabulación entrevistas**).

Para el caso puntual de los barrios que cuentan con una única entrevista, dicha información fue complementada por el profesional a través de los recorridos en campo para evitar vacíos de información. De esta manera, se solventó la identificación de los sitios de importancia paisajística y las actividades transformadoras del paisaje, no dejando de lado que la entrevista constituye un insumo complementario de la caracterización ya que también se emplea información de la línea base y los recorridos de campo, ello en sintonía con lo establecido en los términos de referencia y la metodología general 2018.



Respecto a ello, se resalta que si bien se cuenta con un estimado de habitantes en el área de influencia socioeconómica, información que podría servir para estimar un tamaño de la población a encuestar, en este estudio se aplicó un formato tipo no estructurado o entrevista, la cual no requiere de un tamaño de muestra o población de acuerdo con su metodología de aplicación, ello partiendo de que *“La entrevista se define como una conversación que se propone con un fin determinado distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico de gran utilidad en la investigación cualitativa, para recabar datos y el número de entrevistas que se debe realizar en un estudio cualitativo está dado, por lo que se conoce como **punto de saturación**. Éste se refiere al momento en que una entrevista ya no ofrece nuevos datos a los recolectados en entrevistas previas. Es decir, la saturación señala que la recogida de datos es completa”*³²⁶.

De acuerdo con lo indicado por Díaz, Torruco, Martínez, & Varela (2013)³²⁷ y en virtud de que la finalidad de este estudio es realizar una caracterización “cualitativa” del paisaje, ello refiere a que la finalidad de las entrevistas no es recolectar información “cuantitativa” teniendo presente que solamente se pretende conocer la percepción que tienen los habitantes sobre el territorio, el proyecto y los sitios de interés, información que sirve al especialista para la descripción del paisaje. A lo que se hace alusión es que la finalidad de la entrevista es describir el paisaje a partir del conocimiento y experiencia de vida de los habitantes, ello teniendo en cuenta que son las personas que conocen en mayor medida el territorio y puede que brinden una mayor información en comparación con los recorridos de campo por los predios. De este modo, con la totalidad de entrevistas realizadas se complementó la información necesaria para el estudio, siendo además enriquecido con información de la línea base y los recorridos de campo.

No sobra resaltar que las entrevistas al tratarse de un método subjetivo que parte del conocimiento e ideales de las personas, por ello se cuenta con un grado de incertidumbre en las respuestas suministradas por las personas, el cual es atribuible a un criterio individual

³²⁶ DÍAZ, L., TORRUCO, U., MARTÍNEZ, M., y VARELA, M. La Entrevista, recurso flexible y dinámico. Investigación. En: Educación Médica, 2013, vol. 2, no. 7., p. 162–167. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci_arttext

³²⁷ Ibid. p. 162–167

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 240

que no se fundamenta en bases teóricas.

La información consignada en cada entrevista fue tabulada en una matriz Excel para luego proceder con la generación de gráficos que permitieron ilustrar la tendencia de los resultados, de esta manera cada grafico constituyó un indicador cualitativo que fue interpretado o descrito por el investigador para poder identificar los sitios de importancia turística, cultural y paisajística, además la percepción de las comunidades frente al proyecto y frente al territorio paisajístico que los rodea.

A continuación, se presenta el soporte fotográfico de las entrevistas realizadas a comerciantes, habitantes, estudiantes y propietarios.

Fotografía 2-25 Entrevista propietaria lote subestación



Localidad: Suba - Barrio: Casablanca Suba Urbano
 Coordenadas: E 4884052.309 N 2088422.77
 Fecha: 2023-05-11
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-26 Entrevista a comerciantes



Localidad: Suba - Barrio: Casablanca Suba
 Coordenadas: E 4883829.322 N 2087303.942
 Fecha: 2023-05-18
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-27 Entrevista a comerciantes y habitantes



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba urbano
 Coordenadas: E 4884454.58 N 2086199.734
 Fecha: 2023-05-17
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-28 Entrevistas a estudiantes



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba
 Coordenadas: E 4883532.05 N 2088573.364
 Fecha: 2023-05-16
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-42 Entrevista para la caracterización del paisaje – Pagina 1

INGEDISA		ENTREVISTA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE		enel																													
<p>Antecedentes: Al iniciar la entrevista sobre una aplicación del proyecto, la finalidad de las preguntas y su importancia, luego procedió a tomar el registro fotográfico de la zona para sus antecedentes, se asignó las coordenadas de la zona.</p> <p>Respecto a las preguntas y su importancia, se procedió a tomar el registro fotográfico de la zona para sus antecedentes, se asignó las coordenadas de la zona.</p>				<p>CÓDIGO: 11</p> <p>VERSIÓN: 00</p> <p>FECHA: 2023-05-17</p>																													
<p>NOMBRE DEL PROYECTO: <u>Subestación Guaymaral y líneas</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Cundinamarca</u></p> <p>MUNICIPIO O DISTRITO: <u>Guaymaral</u></p> <p>UBICACIÓN CORRELATIVA: <u>CORREO POSTAL O PUNTO: <u>Casablanca - Suba para y Guaymaral</u></u></p>		<p>IP PROYECTO: <u>Casablanca</u></p> <p>FUNDACIÓN O DIRECCIÓN: <u>Guaymaral</u></p> <p>ALTURA ALICIA: <u>Guaymaral</u></p> <p>COORDENADAS: <u>Guaymaral</u></p>		<p>FECHA: <u>2023-05-17</u></p> <p>NOMBRE DEL ENTREVISTADO: <u>Jorge Enrique Andino</u></p> <p>CELEBRACIÓN: <u>No</u></p> <p>FECHA DE ENTREVISTA: <u>No</u></p>																													
<p>Indique el tipo de persona entrevistada: <u>Residente de la zona o barrio</u></p>																																	
<p>1. ¿Cuáles son las alternativas más representativas del paisaje?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Paisaje rural</th> <th colspan="2">Paisaje urbano</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agua</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Edificios y construcciones</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Vegetación</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Parques y zonas verdes</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Corporación</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Edificios</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Personas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Zonas industriales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Otro (¿Cuál?)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Zona industrial</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Vías y transporte</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>En el paisaje rural en la zona <u>NO</u> ¿por qué? <u>Vista desde la zona 30 años</u></p> <p>En el paisaje urbano en la zona <u>NO</u> ¿por qué? <u>Humedal y bocanala</u></p>						Paisaje rural		Paisaje urbano		Agua	<input checked="" type="checkbox"/>	Edificios y construcciones	<input checked="" type="checkbox"/>	Vegetación	<input checked="" type="checkbox"/>	Parques y zonas verdes	<input checked="" type="checkbox"/>	Corporación	<input checked="" type="checkbox"/>	Edificios	<input checked="" type="checkbox"/>	Personas	<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas industriales	<input checked="" type="checkbox"/>	Otro (¿Cuál?)	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona industrial	<input checked="" type="checkbox"/>			Vías y transporte	<input checked="" type="checkbox"/>
Paisaje rural		Paisaje urbano																															
Agua	<input checked="" type="checkbox"/>	Edificios y construcciones	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Vegetación	<input checked="" type="checkbox"/>	Parques y zonas verdes	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Corporación	<input checked="" type="checkbox"/>	Edificios	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Personas	<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas industriales	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Otro (¿Cuál?)	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona industrial	<input checked="" type="checkbox"/>																														
		Vías y transporte	<input checked="" type="checkbox"/>																														
<p>2. ¿Cómo describe la belleza o estética del paisaje?</p> <p>En el paisaje rural en la zona <u>NO</u> ¿por qué? <u>Humedal y bocanala</u></p> <p>En el paisaje urbano en la zona <u>NO</u> ¿por qué? <u>Humedal y bocanala</u></p>																																	
<p>3. ¿Cuáles son los sitios de interés paisajístico que identifica en la zona o barrio?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>NOMBRE</th> <th>NIVEL DE IMPORTANCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reserva natural o monumento</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rio, quebrada, cascadas, nevados o montañas</td> <td><u>Parque Cementerio y del deporte</u></td> <td><u>Alto</u></td> </tr> <tr> <td>Reserva natural, zona protegida, monumento, monumento o monumento</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Plantaciones, árboles y flores</td> <td><u>Humedal Torca</u></td> <td><u>Alto</u></td> </tr> <tr> <td>Cascadas, rios o formaciones geológicas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Montañas, cerros, montañas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Montañas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otro (¿Cuál?)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>NIVEL DE IMPORTANCIA: A: Alto B: Medio C: Bajo</p> <p><u>Vista regional</u></p>						TIPO	NOMBRE	NIVEL DE IMPORTANCIA	Reserva natural o monumento			Rio, quebrada, cascadas, nevados o montañas	<u>Parque Cementerio y del deporte</u>	<u>Alto</u>	Reserva natural, zona protegida, monumento, monumento o monumento			Plantaciones, árboles y flores	<u>Humedal Torca</u>	<u>Alto</u>	Cascadas, rios o formaciones geológicas			Montañas, cerros, montañas			Montañas			Otro (¿Cuál?)			
TIPO	NOMBRE	NIVEL DE IMPORTANCIA																															
Reserva natural o monumento																																	
Rio, quebrada, cascadas, nevados o montañas	<u>Parque Cementerio y del deporte</u>	<u>Alto</u>																															
Reserva natural, zona protegida, monumento, monumento o monumento																																	
Plantaciones, árboles y flores	<u>Humedal Torca</u>	<u>Alto</u>																															
Cascadas, rios o formaciones geológicas																																	
Montañas, cerros, montañas																																	
Montañas																																	
Otro (¿Cuál?)																																	
<p>4. ¿Cuáles son los sitios de interés paisajístico que identifica en la zona o barrio?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>NOMBRE</th> <th>NIVEL DE IMPORTANCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reserva natural o monumento</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rio, quebrada, cascadas, nevados o montañas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reserva natural, zona protegida, monumento, monumento o monumento</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Plantaciones, árboles y flores</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cascadas, rios o formaciones geológicas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Montañas, cerros, montañas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Montañas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otro (¿Cuál?)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>NIVEL DE IMPORTANCIA: A: Alto B: Medio C: Bajo</p> <p><u>Cementerio</u></p> <p><u>Jardines Paz</u></p> <p><u>Mullipaz</u></p> <p><u>Escuela Ingenieros</u></p> <p><u>Julia Gaceta</u></p> <p><u>Alto</u></p>						TIPO	NOMBRE	NIVEL DE IMPORTANCIA	Reserva natural o monumento			Rio, quebrada, cascadas, nevados o montañas			Reserva natural, zona protegida, monumento, monumento o monumento			Plantaciones, árboles y flores			Cascadas, rios o formaciones geológicas			Montañas, cerros, montañas			Montañas			Otro (¿Cuál?)			
TIPO	NOMBRE	NIVEL DE IMPORTANCIA																															
Reserva natural o monumento																																	
Rio, quebrada, cascadas, nevados o montañas																																	
Reserva natural, zona protegida, monumento, monumento o monumento																																	
Plantaciones, árboles y flores																																	
Cascadas, rios o formaciones geológicas																																	
Montañas, cerros, montañas																																	
Montañas																																	
Otro (¿Cuál?)																																	

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-43 Entrevista para la caracterización del paisaje – Pagina 2

PERIODO DE LAS COORDINADAS DEL EXPONENTE PTTO. EN TÉRMINOS CULTURALES Y TURISMO AL PROYECTO									
¿Qué actividades le han generado cambios en el paisaje o en los hábitos locales?				¿Cómo el paisaje puede afectar su salud, sus costumbres o su calidad de vida? (¿cómo se ve el					
ACTIVIDADES	TIPO / NOMBRE	¿HAUO IMPACTO POSITIVO EN LA ADAPTACIÓN DE IMPACTOS EN EL PAISAJE? (¿POSITIVO O NEGATIVO?)	NIVEL DE IMPACTACIÓN DEL IMPACTO	FL. ASPECTOS POSITIVOS	SI	NO	FL. ASPECTOS POSITIVOS	SI	NO
AGRICULTURA				AFECTACIÓN A LA AGRICULTURA		X	DEFERÍA LA LABOR, DEFERÍA		X
GANADERÍA				AFECTACIÓN EN EL MANEJO DE LA GANADERÍA Y SALUD		X	DEFERÍA LA LABOR, DEFERÍA		X
PROYECTOS TURÍSTICOS (MALL, LINES, TRANSPORTES, TURISMO DE AVIONES, TRANSPORTE DE PASAJEROS)				IMPACTOS EN LOS BOSQUES			MEJORA PROTECCIÓN DEL BOSQUE DE BOSQUES		X
PLANTACIONES FORESTALES				CAMBIO DEL CALDERO VITAL DEL PAISAJE		X	DEMANDA EL ECONOMICO		X
PROYECTOS TURÍSTICOS (CONSTRUCCIÓN, RECONSTRUCCIÓN, SERVICIOS, TURISMO, OTROS)				AFECTACIÓN A LA SANACIÓN		X	MEJORA CALIDAD DE VIDA		X
INDUSTRIAS Y COMERCIO				AFECTACIÓN A LOS PRODUCTOS		X	MEJORA EN RECONSTRUCCIÓN DE CALIDAD DE VIDA		X
CANALIZACIONES				AFECTACIÓN A LAS VÍAS			DEFERÍA LA LABOR, DEFERÍA		X
EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE MINAS				AFECTACIÓN A LOS CUADROS DE		X			X
CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA				AFECTACIÓN A LA SALUD		X			X
OTROS (¿CÓMO?)				OTROS (¿CÓMO?)					
Nombre de la actividad / proyecto		A. Año	M. Mes	D. Día					

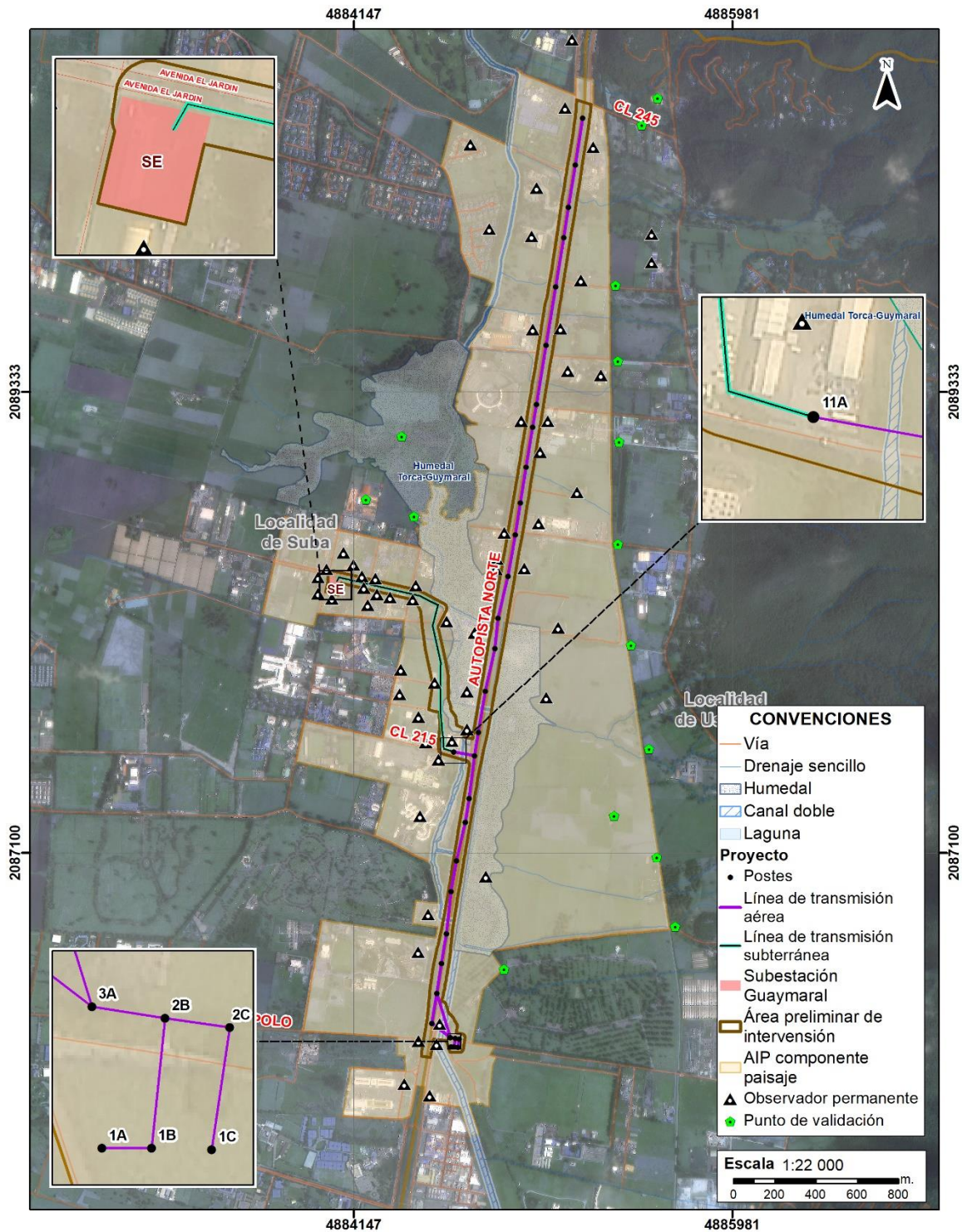
DESARROLLO: 322379482 y 350520079 Jotaki! a Apollonio de fanna y Jure → Trabajadores o habitantes pados de la SDO

VERIFICAR / FIRMAR PROFESIONAL A CARGO: Uolibey Calvo Ruiz


Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Durante la fase de campo también se validó el alcance visual hacia el proyecto desde las vías y zonas de flujo concurrente de observadores, ello con el fin de verificar el área de influencia definida en términos del alcance del impacto sobre la percepción visual, así como para validar la visibilidad desde los sitios de importancia cultural y paisajística. Partiendo de dicho ejercicio se realizaron algunos ajustes al área de influencia de paisaje los cuales pueden ser evidenciados en el Capítulo 4 Área de influencia. En la Figura 2-44 se presentan los puntos de validación realizados en campo, a partir de los cuales se realizaron ajustes del área de influencia y se identificaron zonas de importancia paisajística, unidades de paisaje y elementos discordantes.

Figura 2-44 Puntos de observación y/o análisis



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 244

- **Fase poscampo**

Elementos paisaje

Los elementos del paisaje (parche, matriz y corredor) fueron identificados y representados cartográficamente por medio de la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia³²⁸, con base en la definición de coberturas naturales, seminaturales, los territorios artificializados o con actividades agropecuarias, esto con el fin de diferenciar la matriz del paisaje y sus elementos estructurantes. Adicionalmente, se realizaron recorridos por el territorio para identificar estos elementos del paisaje y tomar el respectivo registro fotográfico, insumo que de igual forma fue tenido en cuenta para la identificación de coberturas de la tierra.

La identificación de los elementos del paisaje toma como punto de partida la delimitación o representación de las coberturas de la tierra puesto que reúnen las características de la estructura, composición, configuración y forma de estos elementos en el paisaje. Se procedió con la delimitación de las coberturas de la tierra, para de esta manera ilustrar la distribución de estos elementos en el paisaje. Dicha interpretación se realizó con base en las cualidades de la imagen satelital analizada para este estudio, la cual permitió que la escala de interpretación de estas coberturas de la tierra estuviera acorde con lo solicitado en los *términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17*, dando cumplimiento a lo establecido en los mismos.

De este modo, se empleó para la representación de los elementos del paisaje el Nivel 1 de interpretación de coberturas debido a que esta categoría proporciona una visualización más generalizada de su distribución en el paisaje a comparación del Nivel 3, pues dada la heterogeneidad de coberturas en dicho nivel no se lograría una clara diferenciación de la matriz del paisaje; dicha información fue representada en mapas, tablas y gráficos para poder incluir un análisis detallado de estos elementos. Así, se identificó la matriz (natural o antrópica), los corredores biológicos, los corredores viales, los parches o fragmentos de cobertura vegetal, los claros o teselas, ello partiendo de los conceptos de Etter (1991)³²⁹.

Unidades de paisaje


El análisis ecológico de un paisaje, concebido dentro del marco de la ecología del paisaje, consiste en primera instancia, en la identificación y la delimitación de las **unidades de paisaje**, con base en las características de su expresión externa, en este caso del fenosistema que, consta de dos (2) componentes principales, **la geoforma y la cobertura** (González-Bernaldez, 1981)³³⁰.

El paisaje se compone de dos (2) aspectos o partes fundamentales: los que son visibles y

³²⁸ CATELLANOS QUIROZ, Henry. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000, 2010. SN - 978-958-806729-2

³²⁹ ETTER, A. Introducción a la ecología del paisaje. 1991.

³³⁰ MORLANS, M. C. El paisaje percibido o paisaje visual II. Universidad Nacional de Catamarca.

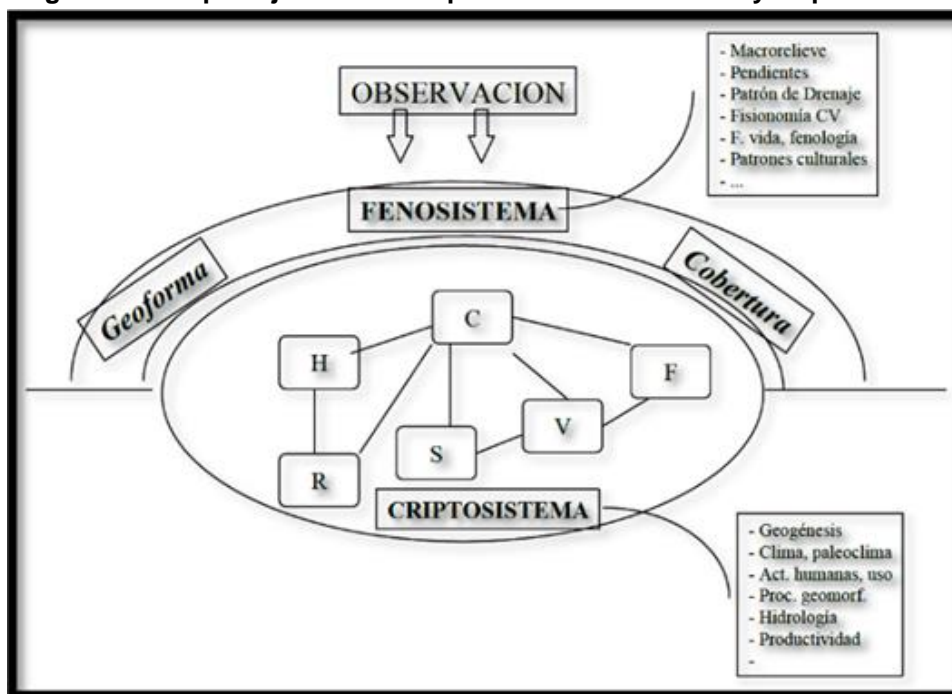
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 245

aquellos que no lo son. Estos han sido descritos en principio por González-Bernáldez (1981)³³¹ como el Fenosistema y el Criptosistema (Etter, 1991)³³².

El **componente fenosistémico** es aquel conjunto de características que agrupan todos los patrones visibles del paisaje, los cuales están compuestos ante todo por aspectos fisionómicos o estructurales externos.

El **componente criptosistémico** es el que corresponde a las características y procesos del paisaje que no son visibles o subyacen a su expresión fenotípica, es decir, al componente fenosistémico.

Figura 2-45 El paisaje en sus componentes: Fenosistema y Criptosistema



Fuente: Etter, 1991³³³

Las **unidades de paisaje** son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar, son homogéneas en relación con su valor de paisaje (calidad visual) y valor de fragilidad. Así, la unidad es una agregación ordenada y coherente de las partes elementales (Escribano et al., 1991)³³⁴. De este modo, se definirán y delimitarán como una serie de “espacios” cerrados con características propias. En su interior se podrán separar subespacios con base a la topografía, vegetación y medio construido. Estos espacios pueden cubrir o no la totalidad del territorio bajo estudio, pero serán representativos y, por lo tanto, extrapolables para estudios posteriores (Muñoz-Pedrerros, 2004)³³⁵.


³³¹ GONZÁLEZ-BERNALDEZ, F. Ecología y Paisaje (Blume (ed.). 1981.

³³² ETTER, A. Introducción a la ecología del paisaje. 1991.

³³³ Ibid.

³³⁴ ESCRIBANO, M., DE FRUTOS, M., IGLESIAS, E., MATAIX, C., & TORRECILLA, I. El Paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica. 1991.

³³⁵ MUÑOZ-PEDREROS. Op. Cit.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 246

Las unidades de paisaje se establecen con base a los aspectos visuales o los factores definitorios del paisaje. Para determinar una unidad de paisaje se puede seguir el siguiente procedimiento (MOPT, 1993)³³⁶: (a) *determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, por ejemplo, puede tomarse la vegetación o el relieve*, (b) *cartografiar el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido*, (c) *agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas*. Por lo anterior, se proponen como componentes centrales a la cubierta vegetal y la morfología del terreno, componentes que variarán si se incorporan desiertos y océanos, pues esto es lo que puede configurar los paisajes a estudiar (Muñoz-Pedrerros, 2004)³³⁷.

Es así como las unidades de paisaje se obtuvieron a partir del cruce temático entre las coberturas de la tierra y la geomorfología. Por medio de la geomorfología, se describen las formas del terreno y por medio de las coberturas de la tierra se identifican los elementos del paisaje permitiendo la caracterización preliminar de las unidades de paisaje o del fenosistema.

A continuación, en la Figura 2-46, se presenta de forma resumida un ejemplo de la superposición de mapas para definir las unidades de paisaje. En este caso, un mapa con cuatro (4) polígonos (Geomorfología) y dos (2) clases de cobertura, se superponen de la siguiente manera: se cruzan los cuatro (4) polígonos (A, B, C y D) con otro mapa de dos (2) clases de cobertura: 1 y 2, el resultado de la superposición consiste en seis (6) polígonos con los nombres: A1, A2, B2, C1, D1 y D2, las cuales, corresponden a las unidades de paisaje. Este método quizás es el más empleado para la definición de las unidades de paisaje en el marco de estudios ambientales, por lo cual, fue empleado para su definición.

Figura 2-46 Representación de la obtención de unidades de paisaje



Fuente: Repositorio CENTROGEO, Gobierno de México, 2021³³⁸


Percepción del paisaje

La percepción del paisaje está determinada por los sentidos humanos (el oído, el olfato, el tacto, el gusto y, particularmente, la visión) que captan los varios tipos de información

³³⁶ MOPT. Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Series Monográficas. 1993.

³³⁷ MUÑOZ-PEDREROS. Op. Cit.

³³⁸ Repositorio Institucional de CENTROGEO. Consultado el 2021. [En línea] <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 247

proporcionados por el entorno (Rock, 1984; Prack, 1977, citados por Fidalgo, 2014)³³⁹. En este sentido, con base en la información secundaria y los recorridos en campo del área de influencia físico-biótica, se realizó la caracterización física del paisaje en función de la percepción visual y sensorial del evaluador a través del análisis de la visibilidad, calidad y fragilidad visual del paisaje que se presenta a continuación:

– Visibilidad del paisaje

La visibilidad se refiere al territorio observado desde un punto de interés o zona determinada (cuenca visual) (CONESA, 2010). Partiendo de esta base, para el análisis de la visibilidad del paisaje se realizó la selección de diferentes puntos de observación en el área de estudio o en sectores aledaños, desde donde se puede apreciar el proyecto o las áreas de interés, con el ánimo de conocer áreas visibles y no visibles.

La estimación de la visibilidad del paisaje se realizó utilizando la metodología de cuencas visuales, usando la herramienta Viewshade de ArcGIS 10.0 mediante el análisis de un modelo digital de terreno (MDT) para la generación de las cuencas visuales. Este corresponde a un análisis de tipo perceptual que evalúa el conjunto de zonas, que como se mencionó, son vistas desde un punto en particular por un observador. Este análisis se realizó tomando como referente una altura del observador de 2 metros, que implica el rango observable por una persona. La localización de estos puntos de observación en el territorio se basó en la identificación de sectores estratégicos durante la fase de levantamiento de información en campo, los cuales comprendieron miradores, colinas, vías principales y sectores de localización del proyecto.

Se definieron en este caso un total de 63 cuencas visuales u observadores con una altura de 2 metros (Ver **Anexos, Cap. 5.4 Paisaje, 3 Observadores**), ubicados en sitios en los cuales puede presentarse un flujo constante de personas y desde donde es apreciable el proyecto, para luego estimar las zonas visibles y no visibles del paisaje partiendo de las categorías descritas en la Tabla 2-101.

La visibilidad se define como el espacio entre el paisaje y el observador, o la zona de visión física entre observador y paisaje que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, se analiza teniendo en cuenta factores como la hora del día (brillo solar) y posición espacial del observador (Morlans, n.d.)³⁴⁰.

Con el fin de realizar una mayor captación de los atributos del paisaje, el observador realiza una evaluación del rango visual mediante técnicas de registro directo, en el espacio comprendido entre sí mismo y la barrera física, valorados según los niveles de visibilidad descritos en la Figura 2-47 y Tabla 2-101. De esta manera, se obtuvieron los rangos de visibilidad del proyecto para establecer la percepción visual del paisaje y la percepción por los observadores.

³³⁹ FIDALGO, P. Aportaciones para la definición de elementos visuales determinantes del paisaje. Madrid, España: Instituto Juan de Herrera. 2014.

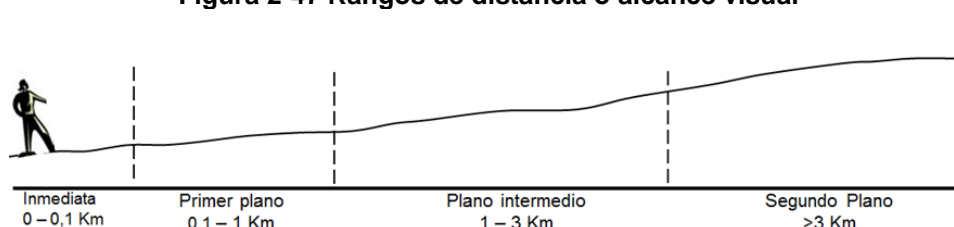
³⁴⁰ MORLANS, M. C. El paisaje percibido o paisaje visual II. Universidad Nacional de Catamarca.

Tabla 2-101 Rangos de visibilidad y escalas visuales

Nivel	Rangos de visibilidad	longitud de campo visual (km)
Plano cercano/ Primer plano	Corta: donde el observador tiene una participación directa y percibe todos los detalles inmediatos	0,1 a 1
Plano medio/ Plano intermedio	Media: donde las individualidades del área se agrupan para dotarla de carácter. Es la zona donde los impactos visuales producidos por las actuaciones son mayores.	1 a 3
Plano lejano/ Segundo plano	Larga: Se pasa del detalle a la silueta. Los colores se debilitan y las texturas son casi irreconocibles.	>3

Fuente: Modificado a partir de Morláns, 2005 y United States Department of Agriculture, 1995³⁴¹, Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-47 Rangos de distancia o alcance visual



Fuente: Modificado a partir de Morláns, 2005 y United States Department of Agriculture, 1995³⁴²

– Calidad visual del paisaje

Los parámetros de medición de la calidad paisajística evaluados para cada unidad de paisaje se determinan a partir de la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia³⁴³. Para la determinación de la calidad visual del paisaje en el área de influencia del proyecto se empleó la metodología del Bureau of Land Management (BLM, 1980), de acuerdo con los siguientes criterios de valoración.



Tabla 2-102 Método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980)

Componente	Criterios de valoración y puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente, (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes Puntuación=5	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales Puntuación=3	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular Puntuación=1

³⁴¹ Ibid.

³⁴² Ibid.

³⁴³ MUÑOZ-PEDREROS. Op. Cit.

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 249

Componente	Criterios de valoración y puntuación		
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante Puntuación=5	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos Puntuación=3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación Puntuación=1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo Puntuación=5	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje Puntuación=3	Ausente o inapreciable Puntuación=0
Color/ correspondencia cromática	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables Puntuación=5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante Puntuación=3	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados Puntuación=1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual Puntuación=5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto Puntuación=3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto Puntuación=0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional Puntuación=6	Característico o, aunque similar a otros en la región Puntuación=2	Bastante común en la región Puntuación=1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual Puntuación=2	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual Puntuación=0	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica Puntuación=Nulo

Fuente: Bureau of Land Management (1980), Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Morfología: Este criterio se valora en función del desnivel y la complejidad topográfica.

Vegetación: Una mayor presencia de vegetación, con baja homogeneidad de su estructura y composición y cercana a la original (vegetación nativa y cultivos tradicionales), está asociada a una mejor calidad del paisaje.

Agua: La presencia de agua limpia y clara constituye un elemento de indudable valor paisajístico. Este factor determina algunas dinámicas de la comunidad por la obtención de recursos (agua y peces) o el desarrollo de actividades de esparcimiento.

Color / correspondencia cromática: Se considera el conjunto del color de los componentes básicos del paisaje (ej.: suelo, rocas, vegetación, entre otros). Los factores clave que se evalúa, son la variedad, el contraste y la armonía.

Fondo escénico: Se refiere al aporte de espacios que por sus características otorgan un importante grado de valor estético y a la belleza de los elementos que los conforman, y que en su conjunto despiertan el interés como escenarios apreciables.

Rareza: Singularidad o particularidad del paisaje en la región o su representatividad a escala local y regional.

Acción humana: Un mayor grado de intervención humana determina una menor calidad en los elementos estructurales del paisaje.

Tabla 2-103 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual

Clase A	Áreas de calidad alta. Características excepcionales para cada aspecto considerado (puntaje del 19-33)
Clase B	Áreas de calidad media. Características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros (puntaje del 12-18)
Clase C	Áreas de calidad baja. Características y rasgos comunes en la región (puntaje de 0-11)

Fuente: Bureau of Land Management (1980), Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

– Fragilidad visual del paisaje

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él, es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano et al., 1991)³⁴⁴, entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa (Muñoz-Pedrerros, 2004)³⁴⁵.

Para establecer la fragilidad o la capacidad de absorción visual del paisaje, se consideran ambas variables como inversas, para este análisis se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986) que consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje los cuales son determinantes de estas propiedades.

Para la valoración se asignan los puntajes para definir la capacidad de absorción visual del paisaje mediante la siguiente formula:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = pendiente

E = erosionabilidad

R = potencial



D = diversidad de la vegetación

C = contraste de color

V = actuación humana

³⁴⁴ ESCRIBANO, M. Op. Cit.

³⁴⁵ MUÑOZ-PEDRERROS. Op. Cit.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 251

El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia como se ilustra a continuación:

Tabla 2-104 Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual (Yeomans, 1986)

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Bajo	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Alto	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Fuente: Yeomans, 1986³⁴⁶ Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Tabla 2-105 Escala de referencia para la estimación del CAV


Escala
BAJO = < 15
MODERADO = 15-30
ALTO = >30

Fuente: Yeomans, 1986³⁴⁷ Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Pendiente: Se considera que a mayor pendiente mayor fragilidad en el paisaje, ya que existe una exposición a las acciones antrópicas y menor estabilidad.

³⁴⁶ YEOMANS, W.C. Visual impact assessment: Changes in a natural and rural environment. Foundations for visual project analysis, 1986.

³⁴⁷ Ibid.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 252

Estabilidad del suelo y erosionabilidad: Las áreas que presentan un mayor riesgo de erosión son más vulnerables a los impactos potenciales.

Densidad de vegetación: Se refiere a la relación entre vegetación y superficie, donde una densidad baja presenta una menor capacidad de absorción de los impactos.

Potencial estético: Se refiere a todos los aspectos visuales naturales y externos que hacen que el paisaje aumente o disminuya sus elementos estéticos.

Actuación humana: Los paisajes se consideran más frágiles entre mayores actividades antrópicas se realicen sobre estos.



Contrastes de color / correspondencia cromática: El contraste de color entre el suelo y la vegetación refleja la perturbación de un espacio, que genera estructuras disímiles entre sí, en lo que se define que, a un mayor contraste entre estos dos elementos, tiene una menor capacidad de absorción a los impactos potenciales y en respuesta una mayor fragilidad.

– **Identificación de los elementos discordantes con el respectivo análisis de correspondencia cromática y tamaño de la discordancia**

Los elementos discordantes se constituyen por aquellas coberturas que presentan o se conforman por elementos que no hacen parte de la dinámica natural del ecosistema, en este caso, aquellos componentes que han sido transformados por el hombre o que han sido construidos en el territorio, remplazando las coberturas naturales y seminaturales preexistentes, lo cual, se refleja cada unidad de paisaje con un porcentaje de ocupación de estos elementos, y que generan un impacto en la percepción visual del paisaje, por ello, es importante su identificación y representación cartográfica para poder definir la integridad escénica e impactos paisajísticos.

Para la identificación de los elementos discordantes, se parte de la identificación de la infraestructura existente en el territorio, caso tal de las vías, construcciones, edificaciones, zonas industriales y comerciales, tejido urbano continuo y discontinuo, también los procesos erosivos, aquellas zonas de suelo descubierto o degradadas y las zonas que han sido objeto de quemas que, a escala 1:25.000 se aprecian con mayor intensidad y alteran la homogeneidad en determinadas zonas del paisaje. Como elementos discordantes del paisaje se identificaron las zonas residenciales, las zonas industriales y de comercio, los cementerios, los cultivos, los parques recreativos, las vías primarias y secundarias, las zonas desprovistas de vegetación o áreas degradadas. De acuerdo con lo anterior, se utilizó como base para la identificación de los elementos discordantes las características de la cobertura terrestre establecida por medio de la metodología Corine Land Cover en escala 1:25.000, las cuales, son interpretadas por medio de imágenes satelitales o fotografías aéreas.

En el diccionario de datos geográficos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA- se define que, para el **Indicador o número de elementos discordantes** presentes en la unidad de paisaje, las categorías indican: Alto (≥ 3 elementos), Medio (2 elementos), Bajo (1 elemento) y Nulo (no hay elementos). Entre mayor sea el número de elementos discordantes mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica, por ello se empleó esta categorización para la valoración de los elementos discordantes, empleando

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 253

como base para su identificación las coberturas de la tierra identificadas mediante la metodología Corine Land Cover.

Tabla 2-106 Indicador para la valoración de elementos discordantes

Nivel	No. de elementos	Área de ocupación (ha)
Alto	≥ 3 elementos	>=30%
Medio	2 elementos	10 y 20%
Bajo	1 elemento	<10%

Fuente: MADS, 2016³⁴⁸, adaptada por Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Según MADS, 2016³⁴⁹, el indicador de correspondencia cromática asume que, entre mayor correspondencia cromática de los elementos discordantes con el carácter del paisaje, menor incidencia sobre el mismo y por consiguiente sobre su integridad escénica, en contraste, a menor correspondencia cromática de los elementos discordantes con el carácter del paisaje, mayor afectación de la integridad escénica. En este sentido, los elementos discordantes se clasificaron en una escala de correspondencia cromática baja, media o alta en relación con el paisaje de la unidad.

Por otra parte, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- se define que, para el indicador del **tamaño de la discordancia**, la categoría "Alto" indica que los elementos discordantes representan más del 30%, de la unidad de paisaje. Entre mayor sea el tamaño de la discordancia mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica. En este sentido, para este proyecto se contempló un rango de valoración para el tamaño de la discordancia de cada unidad de paisaje de la siguiente manera: entre el 15% y 30% de elementos discordantes se catalogó como tamaño medio de discordancia, valores inferiores al 15% se catalogaron con baja discordancia, y valores superiores al 30%, se catalogaron con alto tamaño de discordancia, mientras que las unidades paisajísticas sin elementos discordantes fueron catalogadas con valores nulos, de acuerdo con el modelo de almacenamiento de datos de la ANLA (Ver Tabla 2-102).


Según el diccionario de datos geográficos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, para el **Indicador de correspondencia cromática**, entre mayor correspondencia cromática de los elementos discordantes con el carácter del paisaje, menor incidencia sobre el mismo y por consiguiente sobre su integridad escénica, en contraste, a menor correspondencia cromática de los elementos discordantes con el carácter del paisaje, mayor afectación de la integridad escénica.

Sitios de interés histórico, cultural y paisajístico

Los sitios de interés turístico, cultural y paisajístico se identificaron a partir de información primaria y secundaria, ello por medio de la consulta de información cartográfica de la ciudad y la aplicación de una entrevista a los habitantes locales (Ver **Anexos, Capítulo 5.4. Paisaje, entrevistas**) que conocen los diferentes aspectos del territorio, sus características o su ofrecimiento de bienes, servicios ambientales, arraigo histórico o cultural e importancia para la comunidad. De esta manera, las entrevistas fueron realizadas los días 11 y 18 de

³⁴⁸ MADS. (2016). Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016. Bogotá.

³⁴⁹ Ibid.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 254

mayo de 2023 a un total de 31 personas. Adicionalmente, se realizaron recorridos por el territorio para localizar los sitios de importancia paisajística, cultural y desarrollo turístico descritos por los habitantes y generar el respectivo registro fotográfico y coordenadas de ubicación.

Complementariamente, se consultó la cartografía del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá, definido a través del Decreto 555 del año 2021, referentes a zonas de interés turístico, interés para el paisaje urbano, ello para ser analizados en términos de visibilidad hacia el proyecto y percepción por los habitantes.

Estas entrevistas fueron realizadas a los presidentes de junta, propietarios de predios y pobladores locales que, conocen los diferentes aspectos del territorio por sus características o bien sea por su ofrecimiento de bienes, servicios ambientales, arraigo histórico o cultural, y reconocimiento de los sitios que son de importancia para la comunidad. En este caso, se procuró entrevistar personas oriundas de la zona o que han vivido durante muchos años en el territorio para lograr consolidar información acertada sobre los procesos de transformación del paisaje a lo largo del tiempo. Conforme a ello, la información diligenciada en campo se encuentra en los **Anexos, Capítulo 5.4. Paisaje, entrevistas**, donde se puede corroborar el nombre de la persona entrevistada, el documento e identificación, barrio, tiempo de vivir en la zona, entre otros.


Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico

Para abordar esta temática se realizaron los análisis en torno a los posibles efectos sobre el paisaje en las zonas de servidumbre, de intervención o aprovechamiento forestal, zonas de uso temporal y sitios de torre, para evaluar que unidades, elementos del paisaje y zonas visibles son abarcadas, o son afectadas en torno a los aspectos visuales, para ello se realizaron análisis por medio de gráficos y tablas, pero también se tuvieron en cuenta los impactos relacionados por los habitantes a causa del desarrollo de actividades y la inclusión de infraestructuras en el paisaje.

Percepción de las comunidades

Para reconocer la percepción de las comunidades sobre su entorno paisajístico, los aspectos culturales que se enmarcan en el paisaje y para identificar la perspectiva sobre el proyecto, se aplicó este mismo formato de entrevista (Ver **Anexos, Capítulo 5.4. Paisaje**) que comprendió la identificación de los aspectos positivos y negativos de la implementación del proyecto, también se emplearon preguntas sobre las principales actividades que han transformado el paisaje a través de los años como el caso de la infraestructura, agricultura, ganadería, proyectos lineales (vías, túneles, puentes, líneas transmisión de energía, transporte de hidrocarburos), plantaciones forestales, proyectos puntuales como minería, hidrocarburos, embalses, entre otros, comercio e industrias, canteras, extracción de material de ríos, quemados, almacenamiento de basuras, escombros o rellenos sanitarios, construcción de infraestructura, recreación y turismo, pesca y acuicultura, tala de bosques, afectación de los ríos, entre otros que puedan asociar a su territorio.

La información levantada en las entrevistas se tabuló, se contrastó y complementó con la información identificada en los Talleres de identificación de Impactos desarrollados en el

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 255

marco del proceso de información y participación con la comunidad la cual se presenta en el Cap. 8. Evaluación Ambiental, Subcapítulo 8.2 Evaluación de Impactos.

Grupos de interés y uso sobre el paisaje

Mediante recorridos de reconocimiento en campo se realizó la búsqueda de actores o entidades que tienen una influencia sobre el paisaje y las actividades económicas. Para establecer el uso o actividades económicas principales del sector se identificaron los principales servicios ecosistémicos en el territorio a partir de la implementación de entrevistas para identificar los servicios de aprovisionamiento, regulación, de soporte y culturales y de esta manera establecer la dinámica y dinámica de aprovechamiento de recursos (ver Capítulo 5.5. Servicios ecosistémicos). También se consultó el Capítulo 5.3. Medio socioeconómico para reconocer las comunidades entre otros grupos que han transformado el paisaje, también se consultó el Capítulo 5 numeral 5.1.5. Suelos y Usos del Suelo para establecer las actividades realizadas en el paisaje cultural.

Programas, proyectos, planes y similares de ordenamiento territorial y/o política pública con proyección de uso, gestión, disfrute y/o protección de paisaje

Se consultaron los instrumentos de ordenamiento territorial de para identificar los planes o programas que se han implementado para la protección del paisaje, lo sitios de importancia histórica, turística y cultural.

Por último, toda la información cartográfica descrita anteriormente respecto a la caracterización del paisaje fue almacenada de conformidad con los lineamientos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-.


2.1.1.4 Servicios ecosistémicos

De acuerdo con 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 presentación de Estudios Ambientales del 2018, este numeral de Servicios Ecosistémicos (SSEE) da coherencia al Estudio de Impacto Ambiental (EIA), debido a que integra otros acápites como la caracterización y zonificación ambiental, junto a la demanda, uso aprovechamiento y afectación de recursos naturales, y la evaluación ambiental^{350 351}.

Así mismo, el insumo fundamental para el desarrollo de este numeral corresponde a la información de la caracterización abiótica, biótica y socioeconómica, la cual debe ser integrada para hallar las interrelaciones existentes entre los atributos ecosistémicos y las

³⁵⁰ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, & AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Resolución 1402 (25, julio, 2018) Por la cual se adopta la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales y se toman otras determinaciones. Bogotá D.C., 2018. p.228.

³⁵¹ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, & AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Resolución 0075 (18, enero, 2018). Por la cual se adoptan los Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental, paraproyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica y se toman otras determinaciones. Bogotá D.C., 2018. p.130.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 256

dimensiones sociales, económicas y culturales, donde las personas se benefician de los ecosistemas y a la vez, los ecosistemas son modificados por las acciones humanas³⁵².

En ese orden de ideas, el procedimiento metodológico para el levantamiento de información de los servicios ecosistémicos (SSEE) se realizó de la siguiente manera:

2.1.1.4.1 Fase precampo

Corresponde a una búsqueda exhaustiva de información cartográfica y secundaria sobre los posibles servicios ecosistémicos que se encuentran dentro de la unidad de análisis, la cual, para fines del presente numeral, es definida a partir del traslape del área de influencia de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Aquí primordialmente se indaga sobre los principales recursos naturales expuestos en el contexto del proyecto, y la dependencia de la comunidad hacia los mismos.

Igualmente, se prepara la fase de campo en donde se definen los puntos para realizar los recorridos de reconocimiento y la identificación de servicios ecosistémicos en cada clase de cobertura a manera tal que se proceda con el registro fotográfico de las principales actividades económicas y uso del territorio, y se ajustará la entrevista según las características ambientales y sociales de la zona, actividades que son complementarias a lo exigido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en la elaboración de este capítulo, pero son esenciales como insumo para el profesional encargado en el levantamiento de información primaria, ya que le permite obtener información directamente de los usuarios, así estas actividades permitirán conocer en primera instancia la oferta del ecosistema y los beneficios obtenidos por la comunidad.

Definición de la unidad de análisis


Previo a la salida de campo se definió la unidad de análisis para la identificación, descripción y análisis de los servicios ecosistémicos, por ello se empleó como unidad de análisis el **área de influencia del grupo de componentes o medios**, en este caso el área de influencia del medio biótico, abiótico, paisaje y socioeconómico, ello dependiendo de las condiciones particulares del proyecto. Lo anterior se define en un contexto general dado que para la caracterización de los servicios ecosistémicos se emplea información de dichos medios, por ende, la información obtenida refiere al área o extensión de estos (área de influencia del proyecto o del grupo de componentes).

Antes del inicio de las actividades de campo es fundamental contar con los siguientes elementos:

Tabla 2-107 Listado de equipos y materiales para el trabajo en campo

Item	Elemento	Cantidad por persona
1	GPS	1
2	Pilas recargables	1
3	Computador	1
4	Cámara	1

³⁵² Ibid.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 257

Item	Elemento	Cantidad por persona
5	Encuestas impresas	25
6	Libreta de campo	1
7	Esfero, lápiz y borrador	1
8	Tabla para apoyo formatos	1
9	Puntos de validación en campo con vías o accesos	-
10	Dotación y EPPS	1
11	Transporte de personal en campo	1

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

2.1.1.4.2 Fase de campo

Para la caracterización de los servicios ecosistémicos, además de complementarse con información de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, se enriquece a través de las siguientes actividades:

Recorridos de reconocimiento

Comprende el registro minucioso y sistemático de los fenómenos observables en el contexto real, de las 4 categorías de servicios ecosistémicos descritos en la Tabla 2-113, Tabla 2-114 y Tabla 2-115, y definidos por 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 presentación de Estudios Ambientales del 2018 (servicios de aprovisionamiento, de regulación, de soporte y culturales), no obstante, se incluyeron en dicha tabla otros servicios que fueron identificados en el área de influencia. Además, se realizó el registro fotográfico que soporta los servicios ecosistémicos identificados junto con su respectiva información geográfica, tal como se presenta a continuación.

Fotografía 2- 1 Alimento por agricultura



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba
 Coordenadas: E 4884504,72 N 2088754,84
 Altura: 2551,14 msnm Fecha: 2023-05-12
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2- 2 Aprovisionamiento de agua (Cojardin)



Localidad: Suba - Barrio: Casablanca suba urbano
 Coordenadas: E 4884023,69 N 2088448,10
 Fecha: 2023-05-12
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023


La información de las clases de cobertura identificadas para el proyecto fue enlistada para su reconocimiento en campo y posteriormente ser caracterizadas en cuanto a los servicios ecosistémicos que prestan, tal como se aprecia a continuación.

Tabla 2-108 Coberturas de la tierra

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3.1.1.2. Bosque denso alto inundable
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de disposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3.1.4. Bosque de galería y ripario
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativa	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	3.2.1.1. Herbazal denso
2.1. Cultivos transitorios	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
2.1.1. Otros cultivos transitorios	3.2.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
2.1.2. Cereales	3.2.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	3.2.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
2.1.4. Hortalizas	3.2.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
2.1.5. Tubérculos	3.2.1.2.3. Arracachal
2.2. Cultivos permanentes	3.2.1.2.4. Helechal
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2. Herbazal abierto
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2.2.1.2. Caña	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
2.2.1.3. Plátano y banano	3.2.2.1. Arbustal denso
2.2.1.4. Tabaco	3.2.2.2. Arbustal abierto
2.2.1.5. Papaya	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.2.1.6. Amapola	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3.3.1. Zonas arenosas naturales
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	3.3.2. Afloramientos rocosos
2.2.2.2. Café	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
2.2.2.3. Cacao	3.3.4. Zonas quemadas
2.2.2.4. Viñedos	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
2.2.2.5. Coca	4. ÁREAS HÚMEDAS
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	4.1. Áreas húmedas continentales
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.2.3.2. Palma de aceite	4.1.2. Turberas
2.2.3.3. Cítricos	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
2.2.3.4. Mango	4.2. Áreas húmedas costeras
2.2.4. Cultivos agroforestales	4.2.1. Pantanos costeros
2.2.5. Cultivos confinados	4.2.2. Salitral
2.3. Pastos	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
2.3.1. Pastos limpios	5. SUPERFICIES DE AGUA
2.3.2. Pastos arbolados	5.1. Aguas continentales
2.3.3. Pastos enmalezados	5.1.1. Ríos (50 m)
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
2.4.1. Mosaico de cultivos	5.1.3. Canales
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5.2. Aguas marítimas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.2.1. Lagunas costeras
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	5.2.2. Mares y océanos
	5.2.3. Estanques para acuicultura marina

Fuente: IDEAM, 2010³⁵³

³⁵³ CATELLANOS QUIROZ, Henry. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000, 2010. SN - 978-958-806729-2


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 0
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 259

La información recolectada durante los recorridos de campo fue diligenciada en los siguientes formatos haciendo una breve descripción de estos.

Tabla 2-109 Formato para registrar servicios ecosistémicos en la unidad de análisis

Categoría de servicio ecosistémico	Servicio ecosistémico	Descripción	Código de fotografía	Nombre o código de la cobertura de la tierra
Aprovisionamiento	Agua			
	Arena y roca			
	Alimento por agricultura			
	Alimento por ganadería			
	Biomasa			
	Carne y pieles (cacería)			
	Ingredientes naturales			
	Fibras y resinas			
	Madera			
	Productos forestales no maderables			
	Pesca y/o acuicultura (recursos pesqueros)			
	Plantas medicinales			
	Otro servicio identificado			
Soporte	Ciclaje de nutrientes			
	Amortiguación de perturbaciones			
	Captura de carbono			
	Fertilidad del suelo			
	Formación de suelo			
	Hábitat para especies			
	Producción primaria			
Regulación	Control de la erosión			
	Regulación climática local/regional			
	Control biológico			
	Ecosistemas de purificación de agua			
	Almacenamiento y captura de carbono			
	Salinidad / alcalinidad / acidez del suelo			
	Polinización			
	Purificación de aire			
	Regulación hídrica			
	Regulación de riesgos naturales			
	Otro servicio identificado			
Culturales	Recreación y turismo			
	Espirituales y religiosos			
	Otro servicio identificado			

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 0
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 260

Aplicación de entrevistas

El formato de entrevista se compone por 2 secciones que permiten identificar los SSEE de acuerdo con 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 de Estudios Ambientales 2018. La primera, consta de una caracterización de los SSEE de la zona junto con el entrevistado y la otra corresponde a una serie de preguntas referentes al acceso y al estado actual de los mismos (Ver formato en la Figura 2-48). Así, en la estructura de entrevista se presentaron los diferentes tipos de servicios ecosistémicos, esto con el ánimo de que cada persona junto con el profesional identifique y describa los principales usos del suelo y estado del ecosistema. Los formatos diligenciados en campo pueden ser consultados en los **Anexos, Capítulo 5, 5.5. Servicios ecosistémicos, 1. Entrevistas.**

Por otra parte, se recopiló el soporte fotográfico de las personas entrevistadas con la respectiva información de localización geográfica, tal como se ilustra a continuación.

Fotografía 2-29 Entrevista a comerciantes y habitantes




Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba urbano
Coordenadas: E 4884454.58 N 2086199.734
Fecha: 2023-05-17
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-30 Entrevista a comerciantes



Localidad: Suba - Barrio: Casablanca Suba
Coordenadas: E 4883829.322 N 2087303.942
Fecha: 2023-05-18
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 0
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 261

Fotografía 2-31 Administradora y habitante lote de la subestación



Localidad: Suba - Barrio: Casablanca suba urbano
Coordenadas: E 4884052,31 N 2088422,77
Altura: 2554,11 msnm Fecha: 2023-05-11
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-32 Entrevista con administradora de predio colindante Humedal Torca



Localidad: Usaquén - Barrio: Torca I
Coordenadas: E 4885404,19 N 2087204,63
Altura: 2554,83 msnm Fecha: 2023-05-13
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-33 Entrevista a estudiantes




Localidad: Suba - Barrio: Casablanca Suba
Coordenadas: E 4883532,05 N 2088573,364
Fecha: 2023-05-16
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Fotografía 2-34 Entrevista a comerciantes



Localidad: Suba- Barrio: Casablanca Suba urbano
Coordenadas: E 4884454.58 N 2086199.734
Fecha: 2023-05-17
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 0
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 262

Fotografía 2-35 Entrevista con habitante



Localidad: Usaquén - Barrio: Torca I
 Coordenadas: E 4884637,99N 2086689,81
 Altura: 2549,29 msnm Fecha: 2023-05-15
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023


Respecto a los recorridos de campo y la aplicación de entrevistas, dichas actividades fueron realizadas en el área de influencia físico-biótica-paisaje definitiva, o unidad de análisis definida en el anterior numeral.

Se resalta que, si bien se cuenta con un estimado total de habitantes en el área de influencia socioeconómica, a partir de la información de la línea base socioeconómica, en este estudio se aplicó un formato tipo no estructurado o entrevista, que no requiere de un tamaño de muestra o población de acuerdo con su metodología de aplicación, ello partiendo de que *“La entrevista se define como una conversación que se propone con un fin determinado distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos, y el número de entrevistas que se debe realizar en un estudio cualitativo está dado por lo que se conoce como punto de saturación. Éste se refiere al momento en que una entrevista ya no ofrece nuevos datos a los recolectados en entrevistas previas. Es decir, la saturación señala que la recogida de datos es completa”*³⁵⁴.

De acuerdo con lo indicado por Díaz, Torruco, Martínez, y Varela (2013)³⁵⁵ y, en virtud de realizar una caracterización “cualitativa” de los servicios ecosistémicos, la finalidad de las entrevistas no es recolectar información “cuantitativa” teniendo presente que no se va a medir o estimar la frecuencia de uso de estos servicios, sino por el contrario se pretende conocer la percepción que tienen los habitantes sobre el territorio, las actividades productivas, usos del suelo y los beneficios que obtienen del medio natural, información que sirve al especialista para identificar los servicios de aprovisionamiento, regulación,

³⁵⁴ DÍAZ, L., TORRUCO, U., MARTÍNEZ, M., y VARELA, M. La Entrevista, recurso flexible y dinámico. Investigación En Educación Médica, 2013. Vol. 2 no. 7. Pag. 162–167. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci_arttext

³⁵⁵ Ibid.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 0
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 263

soporte y culturales que el ecosistema está brindando.

Así, la finalidad de aplicar entrevistas fue la identificar los servicios ecosistémicos a partir del conocimiento y experiencia de vida de los habitantes del área de influencia, teniendo en cuenta que ellos conocen su territorio y brindan información adicional que no puede ser percibida en los recorridos de campo. Es así como las entrevistas realizadas en campo complementaron la información requerida para el estudio, identificando el punto de saturación en un total de 31 entrevistas, donde se identificó que a partir de la información brindada por los habitantes se presentó repetibilidad del tipo de respuestas, y debido a ello se identificó que al no registrarse nueva información no era necesario continuar con las actividades.

La entrevista formulada en la Figura 2-48 es de tipo estandarizada no programada que, reúne la modalidad semiestructurada, en la que los entrevistados pueden ser expuestos al mismo guion, aunque con libertad en los ejes que guían sus respuestas, sin forzar el orden de las preguntas³⁵⁶.

³⁵⁶ SCHETTINI, Patricia y CORTAZZO, Inés. Técnicas y estrategias en la investigación cualitativa. Libros de Catedra. Universidad Nacional de la Plata. 2016.






 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 264

Figura 2-48 Modelo de entrevista para la identificación de los servicios ecosistémicos por usuarios

		ENTREVISTA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS						CÓDIGO REVISIÓN PÁGINA FECHA	 Página 1 de 2 03/03/2023
Instructivo: Al iniciar la entrevista brinde una explicación del proyecto, la finalidad de la entrevista y una explicación de los servicios ecosistémicos.									
<p> Servicio ecosistémico: beneficios o insumos que se obtienen del medio ambiente como los alimentos, agua, regulación clima, turismo; existen cuatro (4) tipos, aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales. Aprovisionamiento: son los productos o materias primas que extraemos del medio ambiente como por ejemplo el agua, la madera, la arena, los alimentos, entre otros. Regulación y soporte: son los procesos o ciclos naturales que se generan en la naturaleza y por los organismos que la habitan, por ejemplo, la fotosíntesis, la polinización, el ciclo de nutrientes. Culturales: son los beneficios económicos que reciben los habitantes por las actividades culturales que se desarrollan en la naturaleza como por ejemplo el turismo y la recreación. </p> <p> Nota: los servicios de regulación y soporte deben ser identificados por el profesional durante los recorridos por los predios, vereda o barrio, ello debido a que los habitantes no se han capacitado para su identificación. Por ello debe hacerse el respectivo registro fotográfico durante la visita o identificarlos a partir de la línea base abiótica y biótica. Además, tome registro fotográfico que soporte las entrevistas con las personas. La presente entrevista es de tipo estandarizada no programada que reúne la modalidad semiestructurada, en la que los entrevistados pueden ser expuestos al mismo guion, aunque con libertad en los ejes que guían sus respuestas, sin forzar el orden de las preguntas (Schettini & Cortazzo, 2016). </p>									
Municipio o ciudad:					Vereda, corregimiento, sector o barrio:				
Fecha:	AAAA	MM	DD	Altura m.s.n.m.	Coordenadas: N E		Nombre del punto:		
Nombre del entrevistado:					Cedula de ciudadanía:		Fecha de nacimiento:		
Indique el tipo de persona entrevistada: Habitante de la vereda___ Propietario de predio a intervenir por el proyecto___ Presidente de Junta___							Hace cuanto vive en la zona: Finca, predio o dirección:		
Nombre del proyecto:					Código proyecto:		Número de contrato:		
ACTIVIDADES ECONÓMICAS									
¿Cuáles son las actividades económicas de la vereda, sector o barrio?					¿Qué productos extrae o utiliza del medio natural?				
Categoría	Marca X	Indique el tipo o para que lo usa	Dependencia comunidad (Alta, media, baja)	Tipo	Marca X	Indique el tipo o para que lo usa	Dependencia comunidad (Alta, media, baja)		
Agricultura				Agua					
Ganadería				Madera					
Porcicultura				Pancoger					
Acuicultura				Materias primas					
Avicultura				Compostaje					
Minería				Medicamentos o plantas medicinales					
Industria				Raíces o semillas					

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”				CÓDIGO: Cap. 2
					VERSIÓN: 00
					PÁG. 265

Comercio				Fibras o bejucos			
Turismo				Resinas o pigmentos			
Plantaciones forestales				Condimentos o plantas aromáticas			
Proyectos infraestructura				Minerales			
Actividades domesticas				Recursos ornamentales			
Trabajo oficina				Floricultura			
Otros ¿Cuáles?				Otros ¿Cuáles?			

***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 alternativas para el aprovechamiento del servicio ecosistémico.


USO Y MANEJO DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE APROVISIONAMIENTO Y CULTURALES							
1a. ¿Cuáles actividades de turismo, recreación o prácticas culturales identifica en la vereda o barrio?	Marca X	1b. Indique el tipo de servicio cultural	Dependencia (Alta, media, baja)	2. ¿Dónde ubica las actividades que realiza a diario?	Marca X	3. ¿Qué considera usted impacta los servicios que ofrece el medio ambiente?	Marca X
Ecoturismo				Finca		Sobrexplotación de recursos	
Miradores				Pueblo		Deterioro de bosques	
Reservas				Otras fincas		Contaminación de cuerpos agua	
Actividades extremas				Otras veredas o barrios		Contaminación del suelo	
Zonas educativas				En ríos o lagunas		Afectación a fauna	
Zonas religiosas				Actividades industriales		Construcción de infraestructura	
Fiestas o eventos culturales				Actividades de infraestructura		Crecimiento poblacional	
Monumentos o sitios históricos				Actividades comerciales		Minería	
Sitios de eventos culturales como salones comunales				Minería		Industrias y comercio	
Zonas recreativas				Turismo		Contaminación aire	
				Hogar		Agroquímicos	
Otros ¿Cuáles?				Otros ¿Cuáles?		Otro ¿Cuál?	

4. ¿Cuáles son los principales conflictos y/o competencia por el acceso a los servicios ecosistémicos?	Marca X	5. ¿Existe alguna competencia o conflicto entre las personas por acceder o poseer estos recursos?	Marca X	6. ¿Qué acciones o mecanismos utiliza en caso de ausencia o disminución de algunos servicios?	Marca X	7. ¿Cuáles entidades influyen en el uso de los servicios ecosistémicos?	Marca X
Son escasos		Manejo inadecuado del agua		Compra alimentos		La corporación	
Se sobre utilizan		Por mal manejo de los cultivos		Compra agua		Alcaldía	
Se desperdician		Por la contaminación		Trabaja en otra vereda, municipio o		Presidentes de junta	

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 266

				ciudad			
Se han deteriorado		Por grupos armados				Campesinos	
No todos tienen acceso a estos		Por hurto de equipos o maquinaria				Comerciantes	
Es costoso mantenerlos en el tiempo						El Sena	
Alguno habitantes no permiten el uso a sus vecinos							
Otros ¿Cuáles?		Otros ¿Cuáles?		Otros ¿Cuáles?		Otros ¿Cuáles?	
Observaciones: 							
Nota: La identificación de los servicios de aprovisionamiento debe realizarse para el área físico-biótica-paisaje y los servicios culturales se pueden identificar en el nivel de vereda. Haga un recorrido por el predio de las personas entrevistadas para identificar las actividades económicas. 							
Nombre o firma del profesional _____ C.C: Tarjeta profesional:							

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 267

La información consignada en la anterior entrevista fue tabulada en una matriz Excel para luego proceder con la generación de gráficos que permitieron ilustrar la tendencia de los resultados, de esta manera, cada gráfico constituyó un indicador cualitativo que fue interpretado o descrito por el investigador para poder identificar el estado y manejo de los servicios ecosistémicos del territorio. De igual forma, por medio de esta entrevista se identificó la dependencia de las comunidades de los servicios de aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales. Adicionalmente, se describieron los diferentes aspectos y conflictos por el uso de los servicios ecosistémicos, también se establecieron las restricciones o formas de acceso a los servicios ecosistémicos, las acciones o mecanismos que emplea la comunidad en caso de ausencia de estos, la percepción de los habitantes sobre la afectación de los servicios ecosistémicos (SEE) por la implementación del proyecto, los actores locales y externos que influyen en la toma de decisiones respecto al acceso y uso de los SEE. También se identificó el uso de la tierra y la localización de las actividades económicas principales.

Se da claridad que la entrevista es un insumo adicional o complementario que permite al investigador identificar otros servicios ecosistémicos que tal vez no se encuentren relacionados en la línea base abiótica, biótica o socioeconómica, por ello la misma no constituye la base para la identificación de los mismos ya que también deben realizarse recorridos en campo para su identificación y se debe consultar los capítulos de caracterización ambiental del proyecto, el capítulo de demanda y uso, entre otros, de conformidad 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 y la Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales del 2018.

2.1.1.4.3 Fase poscampo


Identificación, descripción y análisis de los servicios ecosistémicos

Una vez recolectada la información de campo se procedió con la tabulación de las entrevistas, se procesó el registro fotográfico para identificar de manera inicial algunos de los servicios ecosistémicos, posteriormente se consultaron los capítulos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico (incluyendo las fichas de caracterización social), se cuantificaron los usuarios identificados acorde con la caracterización socioeconómica, respecto a lo cual, la identificación y cuantificación de usuarios de los servicios ecosistémicos se realizó con base en la información del numeral 5.3.2. Componente Demográfico, ver Tabla 2-110.

Tabla 2-110 Formato beneficiarios de los servicios ecosistémicos por rango de sexo y edad

Unidad territorial	Integrantes/familia	H	M	Edad 0-5 años	Edad 6-17 años	Edad 18-35 años	Edad 36-59 años	Edad más de 60 años

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 268

Por otro lado, de acuerdo con los resultados obtenidos, se cualificaron los aspectos de dependencia tanto de la comunidad como el proyecto, así como también se determinó su tendencia de conformidad con lo establecido en los términos de referencia genéricos y la metodología general para la elaboración de estudios ambientales año 2018, tal como se indica en la Tabla 2-111.

Tabla 2-111 Criterios para el análisis de la dependencia (del proyecto y las comunidades) y tendencia de los servicios ecosistémicos


Dependencia de las comunidades de los SSEE: se puede precisar según el siguiente criterio:	
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.
Dependencia del proyecto de los SSEE: se puede precisar según el siguiente criterio:	
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.
Tendencia de los SSEE: se puede precisar según el siguiente criterio:	
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.

Fuente: Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

También se cualificaron los impactos del proyecto sobre los servicios ecosistémicos, partiendo de las consideraciones previstas en el Capítulo 8 de Evaluación ambiental, ubicándolos de manera inicial en alguna de las siguientes categorías: alto, medio y bajo, para luego, ser clasificados de acuerdo con las categorías: irrelevantes, moderados, significativos, entre otros descritos en la metodología CONESA³⁵⁷ u otras empleadas. Para este proceso se asignó la calificación en la Tabla 2-114 de acuerdo con lo establecido en los términos de referencia genéricos y la metodología general para la elaboración de estudios ambientales año 2018.

Se realizó la determinación del estado de los servicios ecosistémicos mediante la definición y uso de indicadores técnicos (cuantitativos y cualitativos), así como del análisis de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Así, fue posible formular categorías con valores

³⁵⁷ CONESA, V. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid - Barcelona - México: Ediciones Mundi-Prensa. 2010.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 269

que puedan tomar estos indicadores, a fin de clasificar el estado de los SSEE en las categorías alto, medio y bajo. Con base en lo anterior, se valoró el estado de los SSEE con base en las condiciones de la cobertura de la tierra en las cuales fueron identificados, ello con base en la metodología propuesta por Francesconi-Latorre, Martínez-Clavijo, y Díaz-Forero (2014)³⁵⁸.

Por su parte, los servicios ecosistémicos urbanos corresponden a todos los procesos y funciones que provienen de la biodiversidad que se encuentran en las áreas urbanas, los cuales son percibidos por sus habitantes como beneficios directos o indirectos que les proveen bienestar y mejor calidad de vida³⁵⁹. Este análisis se enfoca en la provisión de suelo urbano capaz de soportar coberturas que ofrezcan servicios ecosistémicos importantes para el bienestar humano en áreas urbanas como son la regulación de la temperatura, la reducción de la polución y los efectos de las islas de calor, captura y almacenamiento de dióxido de carbono, infiltración de aguas lluvias, regulación de caudales, purificación de aguas superficiales, polinización, bienestar mental y recreación. En este sentido es importante inventariar aquellas zonas verdes catalogadas como “vacíos o residuos urbanos” que son usados por la funcionalidad urbanística en relación con el uso social, como lo son los parques urbanos, zonas verdes del sistema vial (separadores y andenes), así como las áreas privadas como jardines domésticos y patios como los parques metropolitanos³⁶⁰.

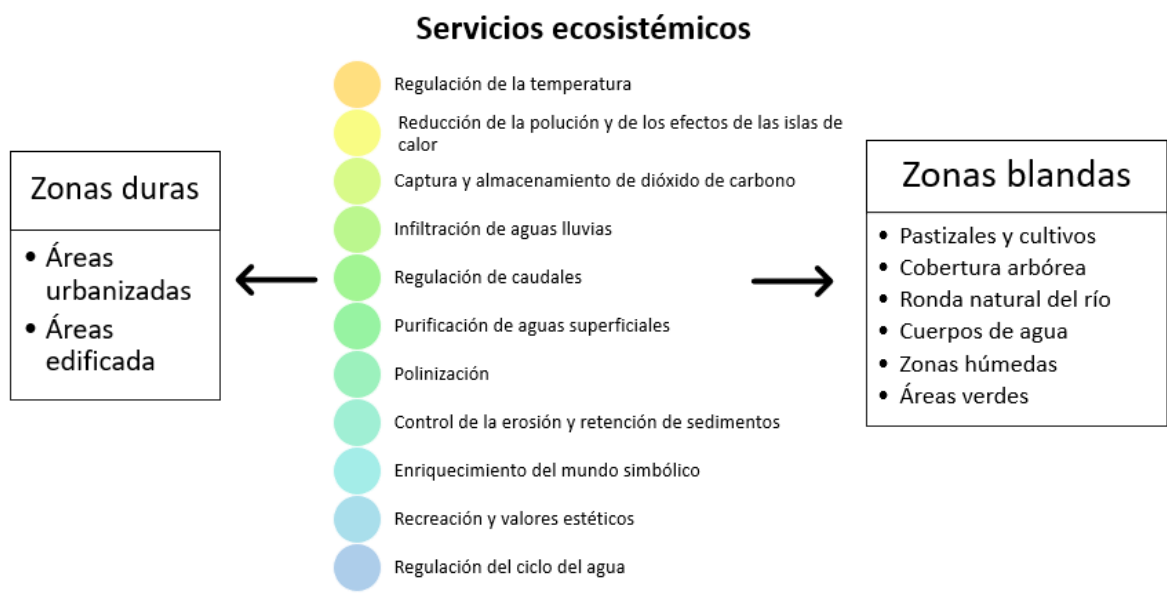
En este sentido, se pueden categorizar las coberturas urbanas en zonas duras (edificaciones y urbanizadas) y zonas blandas (coberturas vegetales) de acuerdo con su potencial para ofrecer bienes y servicios ecosistémicos en áreas urbanas. Las áreas blandas son aquellas que pueden ofrecer SSEE como son los cultivos, pastizales, cobertura arbórea, ronda natural del río, cuerpos de agua, zonas húmedas y áreas verdes, y las zonas duras son aquellas que tienen atributos de carácter urbanísticos de área urbanizada y área edificada (Figura 2-49).

³⁵⁸ LATORRE, Rafael Francesconi , MARTÍNEZ CLAVIJO, Ivonne y DÍAZ FORERO Pilar . Bienes y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión de áreas urbanas consolidadas. Territorios [en línea]. 2014, (30), 191-218 [citado 13 de Junio de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35731003010>. ISSN: 0123-8418.

³⁵⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT, Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión ambiental. [en línea] Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, IAvH. 2017. [citado 13 jun., 2023.] Disponible en Internet<URL: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/BIODIVERSIDAD_Y_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_EN_LA_PLANIFICACION_Y_GESTION_AMBIENTAL_URBANA.pdf>

³⁶⁰ LATORRE Op. Cit., p. 200.

Figura 2-49 Servicios ecosistémicos en áreas urbanas



Fuente: Modificado de Francesconi Latorre, Martínez Clavijo, & Díaz Forero, 2014, adaptado por INGEDISA S.A., 2023


Para la valoración del estado de los servicios ecosistémicos en un ámbito urbano se tomó como referente la metodología expuesta³⁶¹, donde partiendo del tipo de cobertura urbana se diferenciaron las áreas que cuentan con una mejor condición para prestar bienes o servicios ecosistémicos. De este modo, se categorizaron las coberturas de la tierra de la siguiente manera: 1-Muy bajo, 2-Bajo, 3- Medio, 4-Alto, 5-Muy alto, de acuerdo con lo descrito en la Tabla 2-112 , para definir la oferta y el estado de los servicios ecosistémicos.

Debido a que, esta metodología también puede ser adaptada al ambiente rural incluyendo en las categorías 1-Muy bajo, 2-Bajo, 3- Medio, 4-Alto, 5-Muy alto, aquellas coberturas de la tierra que sean identificadas en el área de influencia del proyecto, tal como se aprecia en la siguiente tabla, se empleó esta misma metodología para definir el estado de cada cobertura en el área de análisis, tal como se indica a continuación:

Tabla 2-112 Clasificación de los SSEE según las condiciones del sector urbano (Zonas duras o zonas blandas). Metodología propuesta por Francesconi Latorre, Martínez Clavijo, & Díaz Forero (2014)

Nombre de la cobertura rural	Nombre de la cobertura urbana	Descripción	Estado o potencial de oferta del SSEE	
Incluida a criterio del profesional y de conformidad con las coberturas de la tierra identificadas en la zona rural	Áreas áridas	No tienen ningún tipo de vegetación ni zona blanda (ni antejardines, zonas verdes, separadores de vías con zonas verdes).	1-Muy bajo	No es fuente significativa de SSEE

³⁶¹ LATORRE Op. Cit., p. 202

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 271

Nombre de la cobertura rural	Nombre de la cobertura urbana	Descripción	Estado o potencial de oferta del SSEE	
Incluida a criterio del profesional y de conformidad con las coberturas de la tierra identificadas en la zona rural	Áreas ocupadas en altura sin zonas blandas	Con una altura generalmente en conjuntos residenciales sin zonas verdes.		
Incluida a criterio del profesional y de conformidad con las coberturas de la tierra identificadas en la zona rural	Árida con zonas blandas sobre andén y separador vial	La mayoría de las manzanas no tienen patios interiores (casi totalmente edificadas). La vegetación se encuentra en separadores con zonas verdes.	2- Bajo	Si bien presenta zonas verdes representa una baja presencia de SSEE
Incluida a criterio del profesional y de conformidad con las coberturas de la tierra identificadas en la zona rural	Áridas al interior de la manzana	Áreas con zonas verdes interiores en la manzana y separadores con áreas blandas.	3- Medio	Estas áreas presentan en general una presencia media de SSEE
Incluida a criterio del profesional y de conformidad con las coberturas de la tierra identificadas en la zona rural	Áreas ocupadas en altura con zonas blandas	Generalmente conjuntos residenciales de más de 5 pisos con zonas verdes internas o con separadores.		
Incluida a criterio del profesional y de conformidad con las coberturas de la tierra identificadas en la zona rural	Áreas con antejardín o patio interior	Viviendas con antejardín o patio interior con una altura de 2 o tres pisos.	4- Alto	Son una fuente alta de SSEE
Incluida a criterio del profesional y de conformidad con las coberturas de la tierra identificadas en la zona rural	Áreas con mayor provisión de zonas verdes	Unidades más favorables ecológicamente con vegetación interior, antejardines, separadores, patios interiores.	5-Muy alto	Son la fuente más favorable para la prestación de Servicios ecosistémicos urbanos o rurales


Fuente: Adaptado de (Francesconi Latorre, Martínez Clavijo, & Díaz Forero, 2014), adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Finalmente, toda la información fue consolidada en la Tabla 2-114 y Tabla 2-115 partiendo de los criterios definidos en los términos de referencia genéricos, la metodología general para la elaboración de estudios ambientales año 2018 y el modelo de almacenamiento de datos geográficos de ANLA.

Tabla 2-113 Análisis del estado y tendencia de los SSEE según TdR 17 y la Metodología general para la elaboración de Estudios Ambientales 2018

Categoría de servicio ecosistémico	Servicio ecosistémico ¹	Estado actual del SSEE (indicador cuantitativo) ²	Tendencia futura del SSEE (Creciente, estable o decreciente) ²	Tipo y cantidad de usuarios del SSEE (número de personas) ³	Impacto del proyecto sobre el SSEE (Alto, medio o bajo) ⁴	Dependencia de las comunidades al SSEE (Alta, Media, Baja)	Dependencia del proyecto al SSEE (Alta, Media, Baja)
Aprovisionamiento	Agua						
	Arena y roca						
	Alimento por agricultura						
	Alimento por ganadería						
	Biomasa						
	Carne y pieles (cacería)						
	Ingredientes naturales						
	Fibras y resinas						
	Madera						
	Productos forestales no maderables						
	Pesca y/o acuicultura (recursos pesqueros)						
	Plantas medicinales						
	Otro servicio identificado						
Soporte	Ciclaje de nutrientes						
	Amortiguación de perturbaciones						
	Captura de carbono						
	Fertilidad del suelo						
	Formación de suelo						
	Hábitat para especies						
	Producción primaria						
Regulación	Control de la erosión						
	Regulación climática local/regional						
	Control biológico						
	Ecosistemas de purificación de agua						
	Almacenamiento y captura de carbono						
	Salinidad / alcalinidad / acidez del suelo						
	Polinización						
	Purificación de aire						
	Regulación hídrica						
	Regulación de riesgos naturales						
	Otro servicio identificado						
Culturales	Recreación y turismo						
	Espirituales y religiosos						
	Otro servicio identificado						

1 Este es un listado ilustrativo de SSEE que debe ser ajustado de acuerdo a los SSEE identificados en cada caso particular. * Los SSEE que efectivamente generan beneficios o son utilizados por las personas o grupos sociales identificados en el EIA. En tal sentido, la lista de SSEE que se presenta en la tabla es opcional y el análisis se realizó exclusivamente en relación con los SSEE presentes en el área de influencia del proyecto.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 273

- 2 Se debe argumentar con soportes técnicos válidos la presencia de valores superiores o inconmensurables que no puedan ser cuantificados.
- 3 La identificación y cuantificación de los usuarios del SSEE se debe realizar a partir de la caracterización de la línea base del medio socioeconómico.
- 4 La valoración de los impactos debe corresponder a alguna de las categorías de calificación de los impactos establecidas en el capítulo 7 (evaluación ambiental).

Fuente: ANLA – 2017, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Nota TdR 17: Si el solicitante de licencia ambiental identifica servicios ecosistémicos de gran importancia o cuyos beneficios trasciendan las fronteras del proyecto, obra o actividad, los cuales sean inconmensurables o con valores muy superiores, y en consecuencia impidan su cuantificación para el análisis de servicios ecosistémicos, debe incluir los debidos soportes y análisis contemplados.


 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2 VERSIÓN: 00 PÁG. 274
---	---	--

Tabla 2-114 Metodología adaptada para los estudios ambientales de INGEDISA de conformidad con los TdR 17, la metodología general para la elaboración de Estudios Ambientales 2018 y el modelo de almacenamiento de datos geográficos de ANLA

Categoría de servicio ecosistémico	Servicio ecosistémico ¹	Estado actual del SSEE (indicador cuantitativo) ²	Tendencia futura del SSEE (Creciente, estable o decreciente) ²	Tipo y cantidad de usuarios del SSEE (número de personas) ³	Impacto del proyecto sobre el SSEE (Alto, medio o bajo) ⁴	Dependencia de las comunidades al SSEE (Alta, Media, Baja)	Dependencia del proyecto al SSEE (Alta, Media, Baja)	Nombre o código de la cobertura donde fue identificado (ID_COBERT)	Unidad de medición (U_EST_SSEE)	Unidad de análisis (ID_AREAINF)
Aprovisionamiento	Agua									
	Arena y roca									
	Alimento por agricultura									
	Alimento por ganadería									
	Biomasa									
	Carne y pieles (cacería)									
	Ingredientes naturales									
	Fibras y resinas									
	Madera									
	Productos forestales no maderables									
	Pesca y/o acuicultura (recursos pesqueros)									
	Plantas medicinales									
	Otro servicio identificado									
Soporte	Ciclaje de nutrientes									
	Amortiguación de perturbaciones									
	Captura de carbono									
	Fertilidad del suelo									
	Formación de suelo									
	Hábitat para especies									
	Producción primaria									
	Otro servicio identificado									
Regulación	Control de la erosión									
	Regulación climática local/regional									

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 2 VERSIÓN: 00 PÁG. 275
---	---	--

Categoría de servicio ecosistémico	Servicio ecosistémico ¹	Estado actual del SSEE (indicador cuantitativo) ²	Tendencia futura del SSEE (Creciente, estable o decreciente) ²	Tipo y cantidad de usuarios del SSEE (número de personas) ³	Impacto del proyecto sobre el SSEE (Alto, medio o bajo) ⁴	Dependencia de las comunidades al SSEE (Alta, Media, Baja)	Dependencia del proyecto al SSEE (Alta, Media, Baja)	Nombre o código de la cobertura donde fue identificado (ID_COBERT)	Unidad de medición (U_EST_SSEE)	Unidad de análisis (ID_AREAINF)
	Control biológico									
	Ecosistemas de purificación de agua									
	Almacenamiento y captura de carbono									
	Salinidad / alcalinidad / acidez del suelo									
	Polinización									
	Purificación de aire									
	Regulación hídrica									
	Regulación de riesgos naturales									
	Otro servicio identificado									
Culturales	Recreación y turismo									
	Espirituales y religiosos									
	Otro servicio identificado									

1 Este es un listado ilustrativo de SSEE que debe ser ajustado de acuerdo a los SSEE identificados en cada caso particular. * Los SSEE que efectivamente generan beneficios o son utilizados por las personas o grupos sociales identificados en el EIA. En tal sentido, la lista de SSEE que se presenta en la tabla es opcional y el análisis se realizó exclusivamente en relación con los SSEE presentes en el área de influencia del proyecto.

2 Se debe argumentar con soportes técnicos válidos la presencia de valores superiores o inconmensurables que no puedan ser cuantificados.

3 La identificación y cuantificación de los usuarios del SSEE se debe realizar a partir de la caracterización de la línea base del medio socioeconómico.

4 La valoración de los impactos debe corresponder a alguna de las categorías de calificación de los impactos establecidas en el capítulo 7 (evaluación ambiental).



Fuente: ANLA – 2017, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Tabla 2-115 Diligenciamiento base datos cartográficos de la ANLA

Descripción Tema	<u>Servicios Ecosistémicos:</u> <i>El Registro de datos correspondientes al análisis de servicios ecosistémicos se basa en la identificación y cuantificación de servicios ecosistémicos y de sus beneficiarios, así como a la evaluación cualitativa de la dependencia de la comunidad respecto a los servicios ecosistémicos, así como la dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos y el nivel del posible impacto sobre estos.</i> <i>La Tabla se asocia a capa de ecosistema o de cobertura vegetal cuando se refiere a la identificación y cuantificación de los servicios ecosistémicos.</i> <i>La Tabla se asocia al Área de Influencia cuando se refiere a la dependencia y el impacto del proyecto sobre los servicios ecosistémicos.</i> <i>La Tabla se asocia a la unidad de análisis socioeconómico (Predio, Asentamiento, Vereda o Corregimiento, Municipio) cuando se refiere a la cuantificación de los usuarios y la dependencia de estos respecto a los servicios ecosistémicos.</i>					
	Table: ServiciosEcosistemicosTB					
	Tipo de Dato: Tabla					
	CAMPO	TIPO DE DATO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	DOMINIO	OBLIGACIÓN/CONDICIÓN
	EXPEDIENTE	String	20	Número de expediente asignado por la ANLA para el licenciamiento.	N/A	Condicional
CATSERV_EC	SmallInteger	2	Categoría servicio ecosistémico.	Dom_CatSEE	Obligatorio	
SSEE	Double	8	Servicio Ecosistémico. En caso de que el servicio identificado no esté en el dominio, señalar Otro y diligenciar el campo siguiente.	Dom_SSEE	Obligatorio	
OTRO_SSEE	String	50	Otro Servicio Ecosistémico	N/A	Condicional	
ID_COBERT	Integer	4	Si el servicio ecosistémico se asocia a una cobertura, indique el identificador único del polígono de la capa CoberturaTierra al cual está asociado.	N/A	Condicional	
ID_ECOSIS	Integer	4	Si el servicio ecosistémico se asocia a un ecosistema, indique el identificador único del polígono de la capa Ecosistema al cual está asociado.	N/A	Condicional	
U_EST_SSEE	String	20	Unidad de medición propuesta para el Servicio Ecosistémico. En unidades biofísicas (por ejemplo, hectáreas, indicar en este campo la palabra hectáreas, sin utilizar abreviaturas). Es factible argumentar la imposibilidad de cuantificación para lo cual se debe escribir No cuantificable.	N/A	Obligatorio	
EST_ACTUAL	Double	8	Estado actual del Servicio Ecosistémico. Indique solo el dato numérico referido a la unidad de medición.	N/A	Condicional	
EST_FUTURO	Double	8	Tendencia futura del servicio ecosistémico. Indique solo el dato numérico referido a la unidad de medición.	N/A	Condicional	

Descripción Tema	<u>Servicios Ecosistémicos:</u> <i>El Registro de datos correspondientes al análisis de servicios ecosistémicos se basa en la identificación y cuantificación de servicios ecosistémicos y de sus beneficiarios, así como a la evaluación cualitativa de la dependencia de la comunidad respecto a los servicios ecosistémicos, así como la dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos y el nivel del posible impacto sobre estos.</i> <i>La Tabla se asocia a capa de ecosistema o de cobertura vegetal cuando se refiere a la identificación y cuantificación de los servicios ecosistémicos.</i> <i>La Tabla se asocia al Área de Influencia cuando se refiere a la dependencia y el impacto del proyecto sobre los servicios ecosistémicos.</i> <i>La Tabla se asocia a la unidad de análisis socioeconómico (Predio, Asentamiento, Vereda o Corregimiento, Municipio) cuando se refiere a la cuantificación de los usuarios y la dependencia de estos respecto a los servicios ecosistémicos.</i>																																																																											
	Table: ServiciosEcosistemicosTB																																																																											
	Tipo de Dato: Tabla																																																																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAMPO</th><th>TIPO DE DATO</th><th>TAMAÑO</th><th>DESCRIPCIÓN</th><th>DOMINIO</th><th>OBLIGACIÓN/CONDICIÓN</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NO_CUANTI</td><td>String</td><td>200</td><td>Si el servicio no es cuantificable, indique la razón.</td><td>N/A</td><td>Condicional</td></tr> <tr> <td>USUA_SSEE</td><td>Double</td><td>8</td><td>Número de usuarios del Servicio Ecosistémico.</td><td>N/A</td><td>Condicional</td></tr> <tr> <td>CONCEPTO</td><td>Double</td><td>8</td><td>Concepto que está siendo evaluado.</td><td>Dom_ConcepServ</td><td>Obligatorio</td></tr> <tr> <td>ID_AREAINF</td><td>SmallInteger</td><td>2</td><td>Identificador relacional del área de influencia para impactos y dependencias del proyecto.</td><td>N/A</td><td>Condicional</td></tr> <tr> <td>ID_PREDIO</td><td>String</td><td>30</td><td>Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es el predio.</td><td>N/A</td><td>Condicional</td></tr> <tr> <td>ID_ASENTAM</td><td>SmallInteger</td><td>2</td><td>Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es el asentamiento.</td><td>N/A</td><td>Condicional</td></tr> <tr> <td>ID_U_TERR</td><td>SmallInteger</td><td>2</td><td>Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es la unidad territorial.</td><td>N/A</td><td>Condicional</td></tr> <tr> <td>MUNICIPIO</td><td>String</td><td>5</td><td>Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es el municipio.</td><td>Dom_Municipio</td><td>Condicional</td></tr> <tr> <td>CALIFICACI</td><td>Double</td><td>8</td><td>Calificación del impacto del proyecto sobre el servicio o la dependencia (del proyecto o la comunidad) según lo seleccionado en el campo CONCEPTO.</td><td>Dom_ServEco</td><td>Obligatorio</td></tr> <tr> <td>OBSERVACIO</td><td>String</td><td>255</td><td>Observaciones generales.</td><td>N/A</td><td>Opcional</td></tr> <tr> <td>FECHA_CARC</td><td>Date</td><td>8</td><td>Fecha en la cual se realiza la caracterización de la información.</td><td>N/A</td><td>Obligatorio</td></tr> </tbody> </table>					CAMPO	TIPO DE DATO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	DOMINIO	OBLIGACIÓN/CONDICIÓN	NO_CUANTI	String	200	Si el servicio no es cuantificable, indique la razón.	N/A	Condicional	USUA_SSEE	Double	8	Número de usuarios del Servicio Ecosistémico.	N/A	Condicional	CONCEPTO	Double	8	Concepto que está siendo evaluado.	Dom_ConcepServ	Obligatorio	ID_AREAINF	SmallInteger	2	Identificador relacional del área de influencia para impactos y dependencias del proyecto.	N/A	Condicional	ID_PREDIO	String	30	Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es el predio.	N/A	Condicional	ID_ASENTAM	SmallInteger	2	Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es el asentamiento.	N/A	Condicional	ID_U_TERR	SmallInteger	2	Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es la unidad territorial.	N/A	Condicional	MUNICIPIO	String	5	Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es el municipio.	Dom_Municipio	Condicional	CALIFICACI	Double	8	Calificación del impacto del proyecto sobre el servicio o la dependencia (del proyecto o la comunidad) según lo seleccionado en el campo CONCEPTO.	Dom_ServEco	Obligatorio	OBSERVACIO	String	255	Observaciones generales.	N/A	Opcional	FECHA_CARC	Date	8	Fecha en la cual se realiza la caracterización de la información.	N/A
CAMPO	TIPO DE DATO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	DOMINIO	OBLIGACIÓN/CONDICIÓN																																																																							
NO_CUANTI	String	200	Si el servicio no es cuantificable, indique la razón.	N/A	Condicional																																																																							
USUA_SSEE	Double	8	Número de usuarios del Servicio Ecosistémico.	N/A	Condicional																																																																							
CONCEPTO	Double	8	Concepto que está siendo evaluado.	Dom_ConcepServ	Obligatorio																																																																							
ID_AREAINF	SmallInteger	2	Identificador relacional del área de influencia para impactos y dependencias del proyecto.	N/A	Condicional																																																																							
ID_PREDIO	String	30	Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es el predio.	N/A	Condicional																																																																							
ID_ASENTAM	SmallInteger	2	Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es el asentamiento.	N/A	Condicional																																																																							
ID_U_TERR	SmallInteger	2	Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es la unidad territorial.	N/A	Condicional																																																																							
MUNICIPIO	String	5	Identificador relacional para dependencia de la comunidad cuando la unidad de análisis socioeconómica es el municipio.	Dom_Municipio	Condicional																																																																							
CALIFICACI	Double	8	Calificación del impacto del proyecto sobre el servicio o la dependencia (del proyecto o la comunidad) según lo seleccionado en el campo CONCEPTO.	Dom_ServEco	Obligatorio																																																																							
OBSERVACIO	String	255	Observaciones generales.	N/A	Opcional																																																																							
FECHA_CARC	Date	8	Fecha en la cual se realiza la caracterización de la información.	N/A	Obligatorio																																																																							

Fuente: Agencia Nacional de Licencias ambientales (ANLA), adaptado por INGEDISA S.A., 2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 278

2.3.2 Metodología de zonificación ambiental

La zonificación ambiental tiene como finalidad identificar la oferta ambiental del área de influencia definitiva del proyecto, definida por el análisis de la relación de sensibilidad e importancia (S/I) ambiental, y a partir de lo anterior, se establecen áreas que conforman espacios donde interactúan elementos abióticos, bióticos, socioeconómicos y el componente de paisaje que definen las limitaciones de uso y la protección de los recursos naturales. Así mismo se establece la aptitud del medio hacia el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que una zona que presente mayor oferta ambiental (mayores áreas homogéneas con sensibilidad e importancia), tendrá menor aptitud hacia el proyecto.

El proceso metodológico empleado para la zonificación ambiental se planteó en cinco (5) fases, con las cuales, proponen aplicar un modelo conceptual para la definición de áreas homogéneas (ver Figura 2-50).


Figura 2-50 Secuencia metodológica para definir zonificación ambiental



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

De esta forma, a partir de la información obtenida en la caracterización de cada medio (abiótico, biótico, paisaje, socioeconómico), se determinaron elementos representativos del área de influencia definitiva, los cuales, se definen como aquellos susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto a su estado inicial; se estableció una descripción general del área en términos de Sensibilidad e Importancia.

Como paso siguiente, se definió el grado de sensibilidad e importancia de cada uno de los elementos de evaluación a través de un equipo interdisciplinario de profesionales con experiencia en este tipo de proyectos, tomando como criterios de análisis las condiciones establecidas en la caracterización ambiental del área de influencia definitiva.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 279

Una vez definidos los grados de calificación, estos fueron plasmados de forma cartográfica mediante un Sistema de Información Geográfica – SIG, para luego ser superpuestos o integrados dando como resultado las síntesis intermedias, que reflejan una parte los niveles de sensibilidad y por otra los grados de importancia desde la perspectiva abiótica, biótica, paisaje y socioeconómica.

Así mismo, se incluyó un marco legal y normativo asociado a las rondas de protección a fuentes hídricas, áreas protegidas, ecosistemas estratégicos, áreas de recuperación ambiental y áreas en riesgo natural entre otros, establecidos en Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá – POT acogido mediante Decreto distrital 555 de 2021, Decreto 88 de 2017, por medio del cual se establecen las normas para el ámbito de aplicación del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte – “Ciudad Lagos de Torca” y se dictan otras disposiciones, y la actualización del POMCA del río Bogotá (Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca. Fase prospectiva & zonificación ambiental, 2019), se valoró la sensibilidad e importancia para los elementos normativos.

A partir de la superposición de los promedios obtenidos en los mapas intermedios (abiótico, biótico, paisaje y socioeconómico) y los máximos de los criterios normativos, se realizó la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto, compilando de esta manera los criterios.

Para el análisis de las áreas a zonificar, estas se definieron en términos de sensibilidad (S) e importancia (I) de las unidades del medio abiótico, biótico, socioeconómico y paisaje, términos que se detallan a continuación:

- Sensibilidad Ambiental: capacidad intrínseca de recuperación de un elemento natural, comunidad o ecosistema que lo hace susceptible de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas a él. Se manifiesta en el nivel de tolerancia, estabilidad o resiliencia ante determinada intervención generada por una acción externa³⁶².
- Importancia Ambiental: capacidad de ofrecer o prestar bienes o servicios sociales, económicos, culturales y/o ambientales al entorno en el que se encuentre, de un elemento natural, comunidad o ecosistema, ya sean estos bienes o servicios sociales de soporte, regulación o provisión³⁶³.

2.3.2.1 Análisis de Sensibilidad e Importancia



Para el análisis de sensibilidad e importancia se formularon matrices de doble entrada para la toma de decisiones, estableciendo valores para la calificación de sensibilidad (S) e importancia (I) a partir de los rangos de calificación establecidos a continuación.

- **Sensibilidad**

De acuerdo con la metodología aplicada, la valoración se define en seis (6) categorías

³⁶² ECOPETROL S.A. Guía para la zonificación ambiental. Bogotá: [s.n.], 2013. 64 p.

³⁶³ Ibidem

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 280

según la capacidad de asimilación o no de una intervención, así como la manifestación que tenga el medio para recuperarse o volver a su estado original, contemplando una categoría particular denominada nulo, la cual hace referencia a las áreas donde no se presentan elementos susceptibles a ser alterados o modificados (ver Tabla 2-116).

Tabla 2-116 Rangos de Sensibilidad ambiental

Nivel de sensibilidad	Valor	Descripción
Muy alta	5	Elemento natural, comunidad o ecosistema muy susceptible de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas. Son muy intolerantes a la perturbación con muy baja o ninguna capacidad de recuperación en el largo plazo.
Alta	4	Elemento natural, comunidad o ecosistema susceptible de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas (principalmente antrópicas). Son intolerantes a la perturbación con baja capacidad de recuperación en el largo plazo, en las que se deben adoptar medidas de manejo.
Media	3	Elemento natural, comunidad o ecosistema moderadamente susceptible de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento frente a una intervención. Son moderadamente tolerantes a la perturbación con capacidad de recuperación en el mediano plazo, mediante la adopción de medidas de manejo.
Baja	2	Elemento natural, comunidad o ecosistema poco susceptible de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento ante una intervención. Son tolerantes a la perturbación con buena capacidad de recuperación en el mediano plazo de forma natural.
Muy baja	1	Elemento natural, comunidad o ecosistema muy poco susceptible de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento ante una intervención. Son tolerantes a la perturbación con buena capacidad de recuperación en el corto plazo de forma natural.
Nulo	0	Corresponde a zonas del área de influencia definitiva del proyecto, donde no se manifestarán los impactos del medio abiótico, biótico o paisaje, ocasionados por la ejecución del proyecto; por ende, estas zonas no contienen elementos sensibles a ser alterados o modificados, pues las acciones o condiciones externas no trascienden hasta esta área.

Fuente: A partir de la Guía para la zonificación ambiental, Ecopetrol S.A., 2013³⁶⁴, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

- **Importancia**

La importancia se define de igual manera que la sensibilidad, en seis (6) categorías, según la capacidad de ofrecer o prestar bienes o servicios ambientales, sociales, económicos o culturales al territorio, contemplando una categoría particular denominada nulo, la cual hace referencia a las áreas donde no se presentan elementos susceptibles a ser alterados o modificados (ver Tabla 2-117).

Tabla 2-117 Rangos de importancia ambiental

Nivel de importancia	Valor	Descripción
Muy alta	5	Muy alta importancia (6): Elemento natural, comunidad o ecosistema con muy alta capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración

³⁶⁴ ECOPETROL S.A. Guía para la zonificación ambiental. Bogotá: [s.n.], 2013. 64 p.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 281

Nivel de importancia	Valor	Descripción
		pierden su capacidad de oferta en el corto plazo, poniendo en muy alto riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema.
Alta	4	Alta importancia (5): Elemento natural, comunidad o ecosistema con alta capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración pone en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema en el corto plazo.
Media	3	Moderada importancia (4): Elemento natural, comunidad o ecosistema con moderada capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración puede poner en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema, dado que se altera ligeramente su capacidad de oferta en el corto plazo, reflejando una disminución en tal capacidad.
Baja	2	Baja importancia (3): Elemento natural, comunidad o ecosistema con baja capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración no pone en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema, dado que no se ve alterada su capacidad de oferta en el corto plazo.
Muy baja	1	Muy baja importancia (2): Elemento natural, comunidad o ecosistema con muy baja capacidad de generar u ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración no pone en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema puesto que no presentan variación en su potencial.
Nulo	0	Nulo (0): Corresponde a zonas del área de influencia definitiva del proyecto, donde no se manifestarán los impactos del medio abiótico, biótico o paisaje, ocasionados por la ejecución del proyecto; por ende, estas zonas no contienen elementos sensibles, a ser alterados o modificados, ni ofrecen servicios en esta categoría.

Fuente: A partir de la Guía para la zonificación ambiental, Ecopetrol S.A., 2013, adaptado por INGEDISA S.A., 2023



2.1.1.5 Criterios para valoración cualitativa y cuantitativa

De acuerdo con la secuencia metodológica y operativa de la zonificación, una vez realizadas las calificaciones de los niveles de sensibilidad e importancia ambiental, se determinaron los grados de interrelación sensibilidad/importancia (S/I). La relación sensibilidad/importancia ambiental (S/I) estaría dada con base en la interacción de niveles que se presentan en la Tabla 2-118.

Tabla 2-118 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia (S/I)

			Nivel de Sensibilidad					
			Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja	Nulo
		Valor	5	4	3	2	1	0
Nivel de Importancia	MUY ALTA	5						
	ALTA	4						
	MEDIA	3						
	BAJA	2						
	MUY BAJA	1						
	NULO	0						

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 282

2.3.2.2 Incertidumbre

La zonificación ambiental define la oferta ambiental del área de influencia del proyecto, la cual parte de la espacialización ponderada de variables temáticas, obtenidas de la caracterización ambiental y social. La incertidumbre de las variables temáticas se evaluó a partir de la teoría de la lógica difusa, la calibración de los equipos usados en la fase de campo, la temporalidad climática y la negativa de ingreso a predios, como se presenta en el numeral 2.1.1 Metodología de caracterización ambiental del área de influencia.

De acuerdo con lo anterior, si bien, hay elementos tanto cuantitativos como cualitativos y la incertidumbre es descendente; el escenario de predicción es una variable a considerar teniendo en cuenta los límites difusos del ambiente y la dinámica de sus cambios por intervenciones naturales o antrópicos en diferentes escalas de tiempo. La zonificación ambiental se constituye como una herramienta para la toma de decisiones de carácter predictivo, ya que las posibles restricciones y exclusiones en los diversos ámbitos de manifestación que hacen parte de los insumos de la evaluación ambiental y la zonificación de manejo, que son generadas desde esta zonificación que se adhiere a la incertidumbre propia de los elementos de la línea base.


2.3.3 Metodología de demanda, uso, aprovechamiento y/ o afectación de los recursos naturales

En este ítem se presenta la metodología para el levantamiento, procesamiento y análisis de la información de los recursos naturales que demandará el proyecto, y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes etapas de este con el fin de solicitar los permisos requeridos y establecer el grado de intervención que pueda realizarse sobre los mismos.

Con la finalidad de determinar la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales se procedió a definir los alcances del proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus Líneas de transmisión a 115 kV” e identificar las estrategias de uso de los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades de construcción y operación del proyecto, encontrándose que no se requiere concesión de aguas superficiales, aguas subterráneas, ni permiso de vertimientos, ya que se solicitarán los servicios a terceros autorizados (en la etapa de construcción se utilizarán baños de las instalaciones existentes o portátiles, según se requiera, estos últimos recibirán mantenimiento por una empresa certificada, que recolectará, tratará y dispondrá éstos).

Con relación a la adquisición de materiales de construcción, la Disposición de los Residuos de Construcción y Demolición-RCD y residuos sólidos se manejarán a través de terceros autorizados y de acuerdo con lo estipulado en la diferente normativa vigente, motivo por el cual no se requiere realizar ninguna solicitud para explotación de materiales de construcción y/o el trámite de sitios de disposición final de RCD.

Es importante recalcar que, debido a la naturaleza de las actividades del proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus Líneas de transmisión a 115 kV” no se requiere permiso de emisiones atmosféricas, ya que las actividades a ejecutar por el proyecto no se

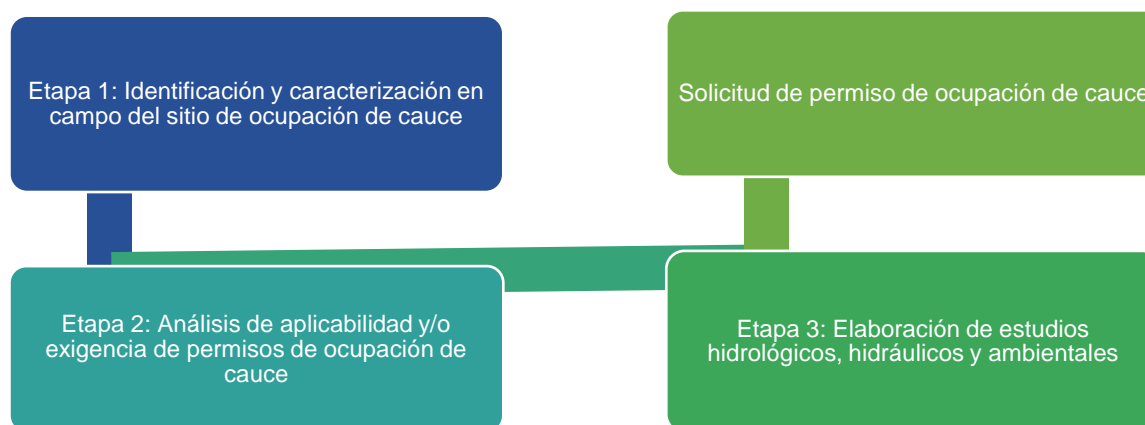
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 283

contemplan dentro de los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas, según lo establecido en el Artículo 73 del Decreto 948 de 1995, contenido en el Decreto 1076 Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Artículo 2.2.5.1.7.2. *Casos que requieren permiso de emisión atmosférica.*

2.4.3.1 Ocupación de cauce

La ocupación de cauces está reglamentada por el Decreto 1541 de 1978 y su Decreto modificatorio 2858 de 1981, la Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993 y el artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto Único Ambiental 1076 de 2015, emitidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. De acuerdo con el marco normativo citado anteriormente, el permiso debe ser solicitado cuando la construcción de obras que se pretendan realizar conlleve a la ocupación temporal o permanente del cauce de una corriente (intermitente o permanente) o depósito de agua.

Figura 2-51 Esquema metodológico para el desarrollo de la solicitud de permiso de ocupación de cauce




Fuente: INGEDISA S.A.2024

Para la solicitud de permiso de ocupación de cauce se consideró el esquema metodológico presentado en la Figura 2-51, la cual cuenta de tres etapas principales las cuales se describen a continuación:

2.3.3.1.1 Etapa 1: identificación y caracterización en campo sitio de ocupación de cauce

De acuerdo con las características técnicas, se llevó a cabo una revisión preliminar en oficina con el objetivo de identificar los posibles cruces del proyecto con cuerpos de agua. Para esto, se emplearon imágenes satelitales, modelos digitales de elevación -DEM- y cartografía disponible para el área de influencia del proyecto. Durante esta etapa se identificó el cruce entre el tramo subterráneo de la línea de transmisión con el drenaje artificial denominado “Canal Guaymaral” (ver Fotografía 2-36).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 284

Fotografía 2-36 Sitio de Cruce entre el tramo subterráneo de la LT y el drenaje Canal Guaymaral.



Localidad: Usaquén - Barrio: Casa Blanca Suba Urbano
Este: 4884544.55- Norte: 2088136.18
Fuente: Andina de Energía S.A.S., 2023

Una vez identificado el cuerpo de agua, se realizaron las siguientes actividades de campo:

- Reconocimiento e inspección en campo
- Georreferenciación y toma de registro fotográfico
- Levantamientos topográficos
- Levantamientos batimétricos
- Monitoreos de calidad del agua



2.3.3.1.2 Etapa 2: Análisis de aplicabilidad y/o exigencia de permisos de ocupación de cauce

Se hizo una revisión normativa a partir del Decreto 1541 de 1978 y su Decreto modificatorio 2858 de 1981, la Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993 y el artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto Único Ambiental 1076 de 2015, emitidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así mismo, lo establecido en el Decreto 555 de 2021 “*Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.*”

2.3.3.1.3 Etapa 3: Elaboración de estudios hidrológicos, hidráulicos y ambientales

Para la solicitud de permisos de ocupación de cauce se llevaron a cabo estudios hidrológicos, hidráulicos, socavación y ambientales que sustenten la solicitud y los diseños propuesta en el sitio de cruce del tramo subterráneo y el Canal Guaymaral. Estos estudios fueron desarrollados siguiente los lineamientos del Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS (INVIAS, 2009) y los Tdr-17. Cada uno de estos estudios tuvo como objetivo lo siguiente:

- **Estudio hidrológico:** determinar los caudales máximos para diferentes periodos de retorno (2.33, 3.33, 5, 10, 25, 50 y 100 años) a partir de la estimación mediante el método racional (adecuado para cuencas hidrográficas menores a 2.5 km²)


 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		CÓDIGO: CAP 2
	PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		VERSIÓN: 00
	GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		PÁG. 285

- **Estudio hidráulico:** determinar los niveles, velocidades y manchas de inundación para diferentes periodos de retorno (2.33, 3.33, 5, 10, 25, 50 y 100 años) mediante el software de modelación hidráulica 1D HEC-RAS.
- **Estudio de socavación:** determinar las profundidades de socavación local que pueden presentarse para diferentes periodos de retorno por efecto del caudal transportado por el Canal Guaymaral.
- **Estudio ambiental:** identificar y evaluar los impactos ambientales que pueden generarse sobre el recurso hídrico superficial debido al cruce del proyecto. Así mismo, proponer las medidas de manejo tendientes a prevenir, corregir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales generados por esta actividad.

2.4.3.2 Aprovechamiento forestal

A partir del censo forestal, que es la identificación y toma de información dasométrica de cada uno de los individuos arbóreos presentes en las áreas de intervención requeridas para la implementación de estructuras u obras complementarias de la línea definitiva, se ha definido la demanda por aprovechamiento forestal para el proyecto. Estas áreas de intervención corresponden a sitios de postes, plazas de tendido, áreas que tengan individuos y hagan parte de tramos subterráneos donde se plantean intervenciones a zanja abierta y de ser necesario, áreas bajo los vanos que presentan un potencial acercamiento los conductores definidos para la línea y el área de subestación. Mediante la delimitación por polígonos de intervención, de servidumbre de la línea y zanja abierta, se levanta la información de individuos en las tres fases de desarrollo: fustales, latizales y brinzales que puedan ser afectados por la construcción del proyecto, de acuerdo con lo solicitado en la BOGOTA.SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. Resolución 3158 (20, septiembre, 2021). Por la cual se actualizan e incluyen nuevos factores para el cálculo de la compensación por aprovechamiento forestal de árboles aislados en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá D.C.

Los individuos en fase fustal se marcan con pintura amarilla en la parte intermedia del fuste a la altura de donde se toma el registro del diámetro (DAP), se registran los respectivos datos dasométricos relevantes para el cálculo del volumen a aprovechar y se hacen observaciones fitosanitarias, estado físico y finalmente se sugiere el manejo silvicultural asociado a la intervención requerida. Para los individuos en fase latizal y brinzal, se registra información general, dasométrica y la necesaria para evaluar bloqueos y traslados con el fin de asegurar su supervivencia.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 286

Fotografía 2-37 Marcación de individuos en el área de intervención



Localidad: Usaquén - Barrio: Torca I
Este: 4884588.789 - Norte: 2089493.823
Fuente: INGEDISA S.A.2023

La base de datos con el inventario forestal en estas áreas de intervención para la construcción del proyecto se encuentra disponible en los anexos del capítulo 7 de Demanda y uso de recursos naturales.


2.3.3.1.4 Cálculo del volumen de los individuos a aprovechar en las áreas de intervención

El volumen total y comercial se calculó para los individuos de tipo arbóreo partiendo de la toma del DAP (diámetro a la altura del pecho), altura total y altura comercial, además de la expresión del factor forma, el cual, para efectos del presente estudio corresponde a 0.65. La fórmula para el cálculo del volumen se presenta a continuación:

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

Donde:

V: Volumen (m³)
d²: Diámetro (DAP) al cuadrado (m)
h: Altura (m)
f: Factor forma 0,6

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 287

2.3.3.1.5 Marco normativo para la demanda por aprovechamiento forestal

Este numeral comprende la descripción de la solicitud del aprovechamiento forestal, a partir del censo realizado en las áreas de intervención del proyecto, identificando los volúmenes requeridos en el permiso de aprovechamiento forestal. “Existen tres (3) clases de permisos de aprovechamiento forestal: doméstico, persistente y único. (Sección 3, Artículo 2.2.1.1.3.1 Decreto 1076 de 2015).

Doméstico: Es el que se efectúa exclusivamente para satisfacer necesidades vitales domésticas sin que se puedan comercializar sus productos.

Persistente: Es aquel que se efectúa con criterios de sostenibilidad y con la obligación de conservar el rendimiento normal del bosque (se entiende como el desarrollo o producción sostenible, de manera tal que se garantice la permanencia del bosque), con técnicas silvícolas que permitan su renovación.

Forestal único: El que se realiza por una (1) sola vez, en áreas donde con base en estudios técnicos se demuestre mejor aptitud de uso del suelo diferente al forestal o cuando existan razones de utilidad pública e interés social. Los aprovechamientos forestales únicos pueden contener la obligación de dejar limpio el terreno, al término del aprovechamiento, pero no la de renovar o conservar el bosque”.

El tipo de aprovechamiento forestal requerido para el proyecto es de carácter “único” ya que ocurrirá por sólo una vez: de acuerdo con lo que establece el Decreto 1076 de 2015, por lo que es importante especificar que el aprovechamiento único solo se realizará en los sitios requeridos que se detallan en el anexo cartográfico de áreas solicitadas de aprovechamiento.

A partir de esta información, se ha elaborado el presente documento, en donde se presentan los datos requeridos del volumen de acuerdo con el inventario realizado en las áreas susceptibles a intervención, y se incluye el diligenciamiento del Formulario Único Nacional de Solicitud de Aprovechamiento Forestal en el anexo.

Para este caso específico se tomó en cuenta las disposiciones del siguiente decreto, COLOMBIA.ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. Decreto 383 (12, julio, 2018). Bogotá D.C Por medio del cual se modifica y adiciona el Decreto Distrital 531 de 2010 que reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema y se dictan otras disposiciones.

Sobre este particular es importante aclarar que, en el censo forestal de los árboles a intervenir, se diligenciaron los formatos de la secretaría Distrital de Ambiente, con vista general y de detalle de cada individuo a intervenir, y se deberá emitir concepto técnico para cada individuo.








 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 KV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 288

Figura 2-52 Ejemplo ficha 1 para trámite ante SDA para cada individuo arbóreo

 		FICHA TÉCNICA DE REGISTRO Concepto Técnico: _____ Fecha aprobación: _____ Página: _____		Radicado No. _____ Elaboró: Fabian Andres Patiño Oviedo Tarjeta profesional N.º 25266223138CND Revisó: _____ Aprobó: _____ Fecha aprobación: _____ Página: _____																	
Fecha de visita técnica: 02/12/2023 Especie: Laurel tigrado N. científico: <i>Diospyros cordatum</i> Arbol N.º: P-3230 Cod. SIGAU: NA, Valder Cio 7 Localización Exacta del árbol: 74.96833333333333, -81.31333333333333	Sitio de Visita: T-100-61 Barrio Visita: _____ UPZ: 1 Páramo de las Libanadoras Solicitante: ENEL Colombia S.A. E.S.P. Dirección Solicitante: Carrera 137 # 63-73a C.C. 6 N.L.L.: 990000475.8	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTADO DEL INDIVIDUO ARBOREO ESTADO FÍSICO: El individuo presenta un estado general bueno, no se observan anomalías asociadas a sus estructuras terminales o copa. No se observan particularidades adicionales sobre sus raíces y otras estructuras. Respecto a su estado fenológico: con presencia de flores y frutos ESTADO SANITARIO: Respecto a su estado sanitario, no presenta anomalías que determinen un ataque de parásitos o condiciones especiales. No obstante, se observan fustes con alta presencia de material particulado, además de hojas y estructuras, considerando su cercanía con la autopista Norte y aspectos medio ambientales del aire en la zona. CAUSAS DE LA INTERVENCIÓN El individuo requiere la intervención por encontrarse en zonas donde no cumple con las distancias de seguridad para los conductores del proyecto, establecidas por el RETIE. VISTA DETALLE 		VISTA GENERAL 																	
INTERVENCIÓN SILVICULTURAL A CONSIDERAR Tala		DIMENSIONES <table border="1"> <tr> <td>P.A.P. (m)</td> <td>0.20000</td> </tr> <tr> <td>Altura Total (m)</td> <td>000000</td> </tr> <tr> <td>Altura Com. (m)</td> <td>000001</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Volumen Comercial (m3)</td> <td>4.37716</td> </tr> <tr> <td></td> <td>771500</td> </tr> <tr> <td></td> <td>35722E</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-2</td> </tr> </table>		P.A.P. (m)	0.20000	Altura Total (m)	000000	Altura Com. (m)	000001		8		3	Volumen Comercial (m3)	4.37716		771500		35722E		-2
P.A.P. (m)	0.20000																				
Altura Total (m)	000000																				
Altura Com. (m)	000001																				
	8																				
	3																				
Volumen Comercial (m3)	4.37716																				
	771500																				
	35722E																				
	-2																				
CONCEPTO TÉCNICO Se considera viable realizar el aprovechamiento forestal del individuo, de acuerdo a la imposibilidad de viabilizarse el proyecto por el inumplimiento de las características técnicas y/o requerimientos del mismo, tanto para su construcción como operación. No obstante, se deben establecer y suscribir las medidas consideradas dentro del PMA del EIA ambiental presentado por la ENEL Colombia S.A. E.S.P.																					



Decreto 531 de 2010 modificado parcialmente y adicionado por el Decreto 383 de 2018


 Ing. Forestal: Fabian Andres Patiño Oviedo
 T.P. 25266223138CND

Fuente: SDA, guía de trámites y servicios, 2023

2.3.3.3 Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad

Para el desarrollo de las actividades constructivas se requiere del manejo ambiental para la flora y fauna presente en los sitios de intervención. Además de los requisitos plasmados en los TDR17, se incluyen los lineamientos establecidos en el informe técnico No. 00910 del 18 de junio del 2019 por la secretaria Distrital de Ambiente -SDA en la “Guía para la Elaboración e Implementación del Protocolo de Manejo de Fauna Silvestre en Proyectos del Sector de la Construcción en Bogotá”. El permiso en mención incluye la siguiente

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 289

información:

- Justificación para la recolección de especímenes
- Descripción detallada de las metodologías para la recolección de especímenes
- Metodologías de extracción temporal (captura) o definitiva de los especímenes
- Metodologías de manejo de los especímenes ex situ (condiciones y tiempo)
- Disposición final de especímenes (vivos o muertos) en colecciones biológicas o centros de rehabilitación.
- Categoría taxonómica del grupo biológico a recolectar.
- Recolección de especies en alguna categoría de amenaza, veda o endemismo, e incluir la respectiva justificación.
- Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección de especímenes de la biodiversidad,

2.3.4 Metodología de evaluación ambiental

La evaluación ambiental presentada en este documento utilizo como punto de partida el método Ad-Hoc365, la cual se desarrolla con la opinión de expertos y está basada en una o varias metodologías, o la adaptación de alguna de ellas. Estos métodos, proporcionan directrices para la evaluación de impacto y, principalmente, se basan en la consulta sistemática a expertos para: la identificación de los impactos, en sus áreas de conocimiento, que sobre el ambiente puede provocar un proyecto, determinar las medidas correctivas, entre otros aspectos. Por lo tanto, este método depende del grado de conocimiento y experticia de los participantes en el proceso de la evaluación de la significancia del impacto³⁶⁵, la cual se desarrolla con la opinión de expertos y está basada en una o varias metodologías, o la adaptación de alguna de ellas.



Por consiguiente, para la evaluación de impactos se tomó un método directo, en el cual se realiza una identificación de los posibles impactos que se puedan llegar a manifestar. Esta identificación se sistematiza en un listado de impactos que posteriormente serán evaluados individualmente de acuerdo con sus relaciones causales en cada etapa del proyecto, esto con el fin de obtener la valoración de su significancia ambiental.

Para la valoración de la significancia del impacto se optó por un método ya establecido como es el basado en la metodología de Conesa simplificada, a la cual, se le realizaron una serie de adaptaciones, haciendo uso de las definiciones de los atributos que plantea la metodología mencionada, sin modificar los nombres y significados de estos, con el fin de facilitar el proceso de evaluación.

Por lo anterior, la identificación, valoración y análisis de los impactos en ambos escenarios se realizó con un equipo interdisciplinario; el cual evaluó los sistemas ambientales (Abiótico, Biótico, Socioeconómico y Paisaje) así como los componentes más susceptibles a la intervención antrópica. Para tal fin, se partió de la información correspondiente a la caracterización ambiental de las áreas de influencia establecidas para el proyecto

³⁶⁵ Canter, L.W. (2002). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de Estudios de Impacto. Traducción al español de Ignacio Español. Madrid: McGraw Hill

³⁶⁶ Ibidem

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 290

“Subestación Eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”

2.4.3.3 Parámetros de calificación

Para la evaluación de los impactos generados, se aplicó una adaptación de la metodología de Conesa (2010)³⁶⁷ y Arboleda (2008)³⁶⁸, las cuales basan su forma de calificación en la valoración de diferentes atributos relacionados con el efecto ambiental, tales como; la Extensión, Magnitud, Duración, Periodicidad, Resiliencia, Acumulación, Sinergia, Efecto, Reversibilidad y Recuperabilidad. A estos criterios se les asignó una calificación para obtener un valor acumulado final que permitió definir el grado de importancia del impacto. A continuación, se describe los criterios a evaluar de acuerdo con la metodología anteriormente descrita:

– Carácter

Arboleda y Conesa, los definen como el signo del impacto, hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Es una condición cualitativa que determina el sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre el ambiente. Puede ser Positivo (+) cuando el impacto produce una mejora en la calidad ambiental o Negativo (-) cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental.

Tabla 2-119 Rangos para el cálculo del carácter del impacto

Criterio/rango			
Valor		Negativo	Positivo
CARÁCTER	±1	Cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental del factor ambiental considerado.	Cuando el resultado de la acción sobre el factor ambiental produce una mejora de la calidad ambiental.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁶⁹, (Conesa, 2010)³⁷⁰. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

– Extensión (EX)

La extensión es un criterio de lugar, donde, el impacto es evaluado en función de la ubicación o lugar donde se produce. Este atributo, es también conocido como área de influencia según Arboleda y/o cobertura del impacto, el cual, ha sido escalado por Conesa tal y como se presenta en la Tabla 2-120

Tabla 2-120 Rangos de extensión



Extensión del impacto			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
Puntual	1	Puntual: Cuando se afecta únicamente el sitio donde se está	Puntual: Cuando el beneficio se da únicamente sobre el sitio donde se está

³⁶⁷ Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evolución de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín.

³⁶⁸ CONESA FERNANDEZ-VITORA, VICENTE. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010. p 864

³⁶⁹ Ibidem

³⁷⁰ Ibidem

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 291

Extensión del impacto			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
		ejecutando la actividad que genera el impacto.	ejecutando la actividad que genera el impacto.
Parcial	2	Parcial: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.	Parcial: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.
Amplio o extenso	4	Amplio o Extenso: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial.	Amplio o Extenso: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial.
Total	8	Total: Si el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto este se considera total	Total: Si la afectación se manifiesta en más del 90% del área de estudio.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁷¹, (Conesa, 2010)³⁷². Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

- Magnitud del impacto (MG)

La magnitud es un criterio de valor, también establecido como un atributo de intensidad o magnitud relativa del impacto (Arboleda, 2008) los clasifica como la dimensión o tamaño del cambio sufrido en el componente ambiental analizado por causa de una acción del proyecto.

Es así como para efectos de esta metodología se refiere al grado de incidencia del impacto sobre el medio ambiente. Evalúa la gravedad de las consecuencias de la alteración producida en los componentes ambientales o sociales del área. En el caso de los impactos clasificados con carácter positivo, la magnitud del impacto tiene una relación inversamente proporcional a la descrita, como se muestra en la Tabla 2-121 presenta los rangos para la calificación de la intensidad.

Tabla 2-121 Rangos de magnitud



Magnitud del impacto (Gravedad)			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
Baja	1	Baja: Una afectación mínima y poco significativa.	Baja: Incidencia benéfica pero mínima y poco significativa sobre el medio.
Media	2	Media: Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.	Media: Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.
Alta	4	Alta: Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.	Alta: Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.
Muy alta	8	Muy Alta: Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.	Muy Alta: Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008), (Conesa, 2010)³⁷³. INGEDISA S.A., 2023

³⁷¹ Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evolución de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín

³⁷² CONESA FERNANDEZ-VITORA, VICENTE. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010. p 864

³⁷³ Ibidem

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 292

- Duración (D)

Este criterio de tiempo de incidencia del impacto se puede evaluar en términos de atributos como duración, periodicidad y, momento o evolución. Para el método de Conesa, 2010 la Persistencia (Pe) y/o la duración (D) se trata del tiempo en que permanece el efecto sobre el medio y/o componente evaluado, desde su aparición, hasta que el factor afectado retome las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras (Ver Tabla 2-122).

Tabla 2-122 Rangos de duración

Duración del impacto (Persistencia)			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
Fugaz	1	Fugaz: duración menor a 1 año.	Fugaz: duración menor a 1 año.
Temporal	2	Temporal: entre 1 y 12 años	Temporal: entre 1 y 12 años
Prolongado	3	Prolongado: entre 1 y 10 años	Prolongado: entre 1 y 10 años
Permanente	4	Permanente: mayor de 10 años	Permanente: mayor de 10 años

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁷⁴, (Conesa, 2010)³⁷⁵. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

- Periodicidad (PR)

La periodicidad se considera un criterio de tiempo, siendo este la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera continua o discontinua, o irregular de acuerdo con lo expresado por Conesa, 2010³⁷⁶ (Ver Tabla 2-123)

Tabla 2-123 Rangos de periodicidad

Periodicidad del impacto (Regularidad)			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
Irregular	1	Irregular: Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.	Irregular: Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.
Periódico	2	Periódico: Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida.	Periódico: Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida.
Continuo	4	Continuo: Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.	Continuo: Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁷⁷, (Conesa, 2010)³⁷⁸. Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

- Resiliencia (Rs)

Capacidad intrínseca del ecosistema y/o comunidad receptora, para absorber las perturbaciones generadas por el impacto, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, es decir, puede regresar a su estado original una vez que la



³⁷⁴ Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evolución de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín

³⁷⁵ CONESA FERNANDEZ-VITORA, VICENTE. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010. p 864.

³⁷⁶ Ibidem

³⁷⁷ Ibidem

³⁷⁸ Ibidem

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 293

perturbación ha terminado (ver Tabla 2-124).

Tabla 2-124 Rangos de Resiliencia

Rangos de resiliencia (Tolerancia-asimilación)			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
Muy tolerante	1	Muy tolerante: Efectos ambientales y/o sociales son asimilados rápidamente y en su totalidad por el componente y/o la comunidad, desapareciendo las manifestaciones del impacto.	Muy tolerante: Efectos ambientales y/o sociales son asimilados rápidamente y en su totalidad por el componente y/o la comunidad, desapareciendo las manifestaciones del impacto.
Tolerante	2	Tolerante: El impacto es asimilado en un periodo mayor de tiempo por el componente y/o la comunidad.	Tolerante: El impacto es asimilado en un periodo mayor de tiempo por el componente y/o la comunidad.
Sensible	4	Sensible: El efecto es asimilado parcialmente. El componente y/o la comunidad no se recuperan fácilmente quedando pequeñas secuelas.	Sensible: El efecto es asimilado parcialmente. El componente y/o la comunidad no se recuperan fácilmente quedando pequeñas secuelas.
Intolerante (Muy sensible)	6	Intolerante: La manifestación del impacto no desaparece ni es asimilada por el componente y/o la comunidad, los efectos se mantienen latentes sin permitir la recuperación del componente o dejando secuelas significativas al medio.	Intolerante: La manifestación del impacto no desaparece ni es asimilada por el componente y/o la comunidad, los efectos se mantienen latentes sin permitir la recuperación del componente o dejando secuelas significativas al medio.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁷⁹, (Conesa, 2010)³⁸⁰. INGEDISA S.A., 2023

– Acumulación (AC)

Se trata de un criterio de incidencia el cual busca que el impacto se evalúe según su certeza de ocurrencia, causas y efectos secundarios. En cuanto la acumulación o tendencia, Conesa, 2010³⁸¹ lo define como el incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Las escalas cualitativas definidas para este atributo se muestran en la Tabla 2-125

Tabla 2-125 Rangos de acumulación

Acumulación del impacto			
Calificación	Escala	NEGATIVO	POSITIVO
Simple	1	Simple: Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.	Simple: Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.
Acumulativo	3	Acumulativo: Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.	Acumulativo: Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁸², (Conesa, 2010)³⁸³. INGEDISA S.A., 2023



³⁷⁹ Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evolución de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín

³⁸⁰ CONESA FERNANDEZ-VITORA, VICENTE. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010. p 864.

³⁸¹ Ibidem

³⁸² Ibidem

³⁸³ Ibidem

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 294

– Sinergia (SI)

Al igual que el anterior, este se trata de un criterio de incidencia, el cual (Conesa, 2010)³⁸⁴ lo define como la acción de dos o más causas, cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales, de igual forma, se refiere al efecto cuyo modo de acción induce con el tiempo a la aparición de otros nuevos, de superior manifestación. Las escalas cualitativas definidas para este atributo se muestran en la Tabla 2-126

Tabla 2-126 Rangos de sinergia

Sinergia del impacto			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
Sin sinergismo o simple	1	Sin sinergismo o simple: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.	Sin sinergismo o simple: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.
Sinergismo moderado	2	Sinérgico moderado: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.	Sinérgico moderado: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.
Sinérgico	4	Muy Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto.	Muy Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁸⁵, (Conesa, 2010)³⁸⁶. INGEDISA S.A., 2023

– Efecto (EF)

Es un criterio de incidencia, que, para el método de Conesa, 2010, es el atributo de relación causa-efecto, es decir que alude a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. (Ver Tabla 2-127)

Tabla 2-127 Rangos de efecto

Efecto del impacto			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
Secundario	1	Primario: A causa de las actividades del proyecto, el impacto se manifiesta en el componente por primera vez en el área influencia.	Primario: A causa de las actividades del proyecto, el impacto se manifiesta en el componente por primera vez en el área influencia.
Primario	3	Secundario: El impacto se manifiesta en el área de influencia del proyecto a causa de proyectos activos o inactivos que sean propios o externos.	Secundario: El impacto se manifiesta en el área de influencia del proyecto a causa de proyectos activos o inactivos que sean propios o externos.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁸⁷, (Conesa, 2010)³⁸⁸. INGEDISA S.A., 2023



³⁸⁴ CONESA FERNANDEZ-VITORA, VICENTE. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010. p 864.

³⁸⁵ Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evolución de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín

³⁸⁶ Ibidem

³⁸⁷ Ibidem

³⁸⁸ Ibidem

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 295

– Reversibilidad (RV)

Este criterio está dentro de los clasificados como de asimilación, es considerado por Conesa como la posibilidad de reconstrucción del componente o medio afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar naturalmente a las condiciones iniciales previas a la acción, una vez se deja de actuar sobre el medio. Las escalas cualitativas definidas para este atributo se muestran en la Tabla 2-128.

Tabla 2-128 Rangos de Reversibilidad

Rango de reversibilidad (Asimilación)			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
Corto plazo	1	Corto plazo: Recuperación del medio en un periodo inferior a 1 año.	Corto plazo: Regresión del estado del medio en un periodo inferior a 1 año.
Mediano Plazo	2	Mediano plazo: Recuperación del medio en un intervalo de 1 a 10 años.	Mediano plazo: Regresión del estado del medio en un intervalo de 1 a 10 años.
Largo plazo	3	Largo Plazo: Recuperación del medio en un plazo entre diez (10) y quince (15) años	Largo Plazo: Recuperación del medio en un plazo entre diez (10) y quince (15) años
Irreversible	4	Irreversible: Es aquel impacto cuya trascendencia en el medio, es de tal magnitud que es imposible revertirlo a su línea de base original.	.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁸⁹, (Conesa, 2010)³⁹⁰. INGEDISA S.A., 2023

– Recuperabilidad (MC)



Este criterio está dentro de los clasificados como de asimilación, es considerado por Conesa, 2010 como la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del componente o medio afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, previas a la actuación, por medio de la intervención humana, o sea, mediante la introducción de medidas correctoras y mitigación. Ver Tabla 2-129

Tabla 2-129 Rangos de Recuperabilidad

Rangos de recuperabilidad (Asimilación)			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
Corto plazo	1	Corto plazo: Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.	Corto plazo: Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.
Mediano Plazo	2	Mediano plazo: La recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza.	Mediano plazo: La recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza.
Largo plazo	4	Largo plazo: Cuando se deben implementar acciones dirigidas a reducir los impactos y efectos negativos o	Largo Plazo: Cuando la implementación de acciones permite potencializar o aumentar

³⁸⁹ CONESA FERNANDEZ-VITORA, VICENTE. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010. p 864

³⁹⁰ Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evolución de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 296

Rangos de recuperabilidad (Asimilación)			
Calificación	Escala	Negativo	Positivo
		cuando se deben implementar acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por un proyecto, obra o actividad	los impactos y efectos positivos producto de un proyecto, obra o actividad.
Irrecuperable	8	Irrecuperable: Cuando se deben implementar acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.	Irrecuperable: Se presume que el efecto generado por el impacto no se disipa en un plazo visible de tiempo y que parte de su incidencia se mantiene en el medio.

Fuente: Elaboración a partir de (Arboleda, 2008)³⁹¹, (Conesa, 2010)³⁹². INGEDISA S.A., 2023

2.4.3.4 Metodología para la evaluación de impactos residuales

La evaluación de la residualidad se realiza con el fin de identificar el comportamiento de los impactos ambientales luego de que sean aplicadas las medidas de manejo, para esto se utilizan dos criterios: Tiempo de recuperación (TR) y eficacia (E) de la medida. El análisis de impactos residuales se desarrolló bajo la metodología para la evaluación de impacto ambiental (MARTÍNEZ, 2010)³⁹³.

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

El tiempo de recuperación está relacionado con el tipo de medida de manejo que se aplica, por ejemplo, al implementar medidas preventivas y de mitigación eficaces, el tiempo de recuperación del factor ambiental será inmediato, ya que el impacto se ha prevenido o manejado de forma adecuada. La aplicación de medidas de corrección puede conducir a períodos prolongados relacionados con la severidad del daño causado, la vulnerabilidad ambiental del factor y las medidas compensatorias solamente incluyen la indemnización a la comunidad cercana al daño generado. El tiempo de recuperación se calificó en los rangos establecidos en la Tabla 2-130.



Tabla 2-130 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación

Categoría Cualitativa	Descripción	Valor Cuantitativo
Largo plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo, más de cinco (5) años.	1
Recuperable a mediano	Una vez se inicia la aplicación de la medida de	3

³⁹¹ CONESA FERNANDEZ-VITORA, VICENTE. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010. p 864.

³⁹² Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evolución de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín.

³⁹³ Martínez Prada, R. J. (2010). Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia (Doctoral dissertation).

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 297

Categoría Cualitativa	Descripción	Valor Cuantitativo
plazo	manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a cinco (5) años.	
Recuperabilidad a corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a un (1) año.	5
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata o en menos de un (1) mes.	7

Fuente: Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010)³⁹⁴ – modificado por INGEDISA S.A., 2023

- **Eficacia de la medida de manejo:** La eficacia de la medida de manejo, una vez implementada, permite establecer la capacidad que tiene de disminuir el nivel de afectación que causará el proyecto sobre el factor ambiental. La eficacia de la medida de manejo se clasifica, según los rangos establecidos en la Tabla 2-131.

Tabla 2-131 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo

Categoría Cualitativa	Descripción	Valor Cuantitativo
Muy Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo sea menor al 30%.	0
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 31% al 60%.	1
Media	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 61% al 80%.	5
Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 81% al 99%.	10
Muy Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo sea del 100%.	15

Fuente: Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010)³⁹⁵ modificado por INGEDISA S.A., 2023

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

Dónde:



- IRB: representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental
- E: representa la eficacia de la medida de manejo aplicada
- TR: representa al tiempo de recuperación del impacto

Aplicando la anterior ecuación, los resultados obtenidos deben ser normalizados para obtener valores entre 0 y 1, que permitan determinar el nivel de importancia de cada impacto, de acuerdo con la escala dada por la siguiente ecuación:

Dónde:

³⁹⁴ Martínez Prada, R. J. (2010). *Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia* (Doctoral dissertation).

³⁹⁵ Ibidem

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 298

Mínimo= 1
Máximo= 22

Luego de realizar el cálculo correspondiente para los impactos significativos (moderados, severos y críticos), se valora la importancia de la recuperabilidad con el fin de clasificarlos de acuerdo con lo relacionado en la Tabla 2-132 propuesta por (Martínez Prada, 2010).

Tabla 2-132 Sistema de clasificación para la importancia ambiental

Rango	Valoración	Significado
$\leq 0,35$	Baja	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es baja.
$>0,35<0,60$	Media	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es media.
$0,60<0,80$	Alta	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es alta.
$\geq 0,80$	Muy alta	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es muy alta.

Fuente: Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010)³⁹⁶ – modificado por INGEDISA S.A., 2023

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

Dónde:



- INETA: representa la importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental
- IRB: representa la importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental
- I: representa la importancia sin medidas de manejo

En la Tabla 2-133 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los impactos residuales.

Tabla 2-133 Clasificación para la valoración de la importancia neta

Rango de la Ineta*	Categoría	Valoración
< 28	Irrelevante	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.
>28<41	Moderado	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos.

³⁹⁶ Martínez Prada, R. J. (2010). *Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia* (Doctoral dissertation).

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 299

Rango de la Ineta*	Categoría	Valoración
>41<54	Severo	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas o medidas especiales/específicas para el control de los efectos al entorno.
>54	Crítico	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones

Fuente: Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010)³⁹⁷ – modificado por INGEDISA S.A., 2023

2.4.3.5 Metodología para la evaluación de impactos sinérgicos y acumulativos

Para el proceso de definición de impactos sinérgicos y acumulativos se realiza una comparación de los impactos que actualmente se están presentando en el área de influencia con los que potencialmente se podrían presentar durante el desarrollo del proyecto. Para este último escenario se tienen en cuenta los impactos potenciales identificados, que se pueden presentar por las interacciones actividad- impacto bajo el escenario más crítico de acuerdo con los componentes evaluados. De esta forma, se establece en primera instancia que impactos se manifiestan en el escenario sin proyecto y en el escenario con proyecto y posteriormente la identificación y descripción de los impactos que podrían presentar acumulativos al desarrollar el proyecto.

2.4.3.6 Cálculo del índice de importancia ambiental

Dentro de la valoración ambiental del proyecto, es importante la determinación de la importancia ambiental de los impactos identificados, siendo esto el resultado del análisis y la evaluación de múltiples criterios (cualitativos y/o cuantitativos). Estableciendo así, para cada uno de los impactos y su significancia, las medidas de manejo según su resultado entre las que se pueden efectuar actividades encaminadas a la prevención, corrección, mitigación y/o compensación.



La significancia ambiental otros autores como Conesa, 2010³⁹⁸ la denominan importancia o gravedad) se obtuvo de la aplicación del algoritmo que se relaciona a continuación. De acuerdo con los valores asignados a cada uno de los criterios evaluados, la importancia ambiental puede variar entre 25 y 100 unidades, que, en concordancia con la metodología de Conesa, se establece la siguiente escala de significancia para impactos negativos y positivos como se muestra en la Tabla 2-134 y Tabla 2-135

Tabla 2-134 Clasificación y rangos de los impactos de naturaleza negativa

Impactos naturaleza negativa	
IRRELEVANTE	<-25
MODERADO	-26 A -50

³⁹⁷ Martínez Prada, R. J. (2010). *Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia* (Doctoral dissertation).

³⁹⁸ CONESA FERNANDEZ-VITORA, VICENTE. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010. p 864

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 300

Impactos naturaleza negativa	
SEVERO	-51 A -75
CRITICO	-76 A -100

Fuente: Conesa Fdez.-Vítora, Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, 2010- Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Los impactos positivos fueron clasificados en rangos denominados Considerables, Relevantes y Muy Relevantes, asimismo resaltados en la matriz de valor de importancia (Tabla 2-135)

Tabla 2-135 Clasificación y rangos de los impactos de naturaleza positiva

Impactos naturaleza positiva	
CONSIDERABLES	13 A 30
RELEVANTES	31 A 47
MUY RELEVANTES	48 A 100

Fuente: Conesa Fdez.-Vítora, Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, 2010- Adaptado por INGEDISA S.A., 2023

2.3.4.1 Incertidumbre

De acuerdo con lo expuesto por Toro³⁹⁹, la evaluación ambiental esta soportada en procesos complejos y metodologías cualitativas que permiten inferir los impactos que posiblemente se generen por las actividades del proyecto en sus diferentes etapas, sin embargo, esta identificación y valoración se realiza en un escenario donde estas no se han ejecutado aún ya que los elementos del ambiente son dinámicos, es decir estos análisis se realizan en un escenario de predicción, donde se limita el grado de subjetividad a la hora de valorar las correlaciones establecidas para cada parámetro ambiental.

La incertidumbre como menciona el autor y como se realizó para el presente estudio, exige que las metodologías utilizadas sean las más confiables con el fin de disminuir esta subjetividad, para este caso se utilizó la metodología de Conesa⁴⁰⁰ y Arboleda⁴⁰¹, siendo esta metodología cualitativa la más usada en los estudios de impacto ambiental en Colombia de acuerdo con las investigaciones de Toro⁴⁰², aspecto que disminuye este nivel subjetivo al tener referentes de otros estudios, estadísticas y probabilidades de la manifestación de impactos en el sector de transmisión de energía eléctrica, que han servido como base orientadora para la elaboración de la Evaluación ambiental, como el Tablero de Control Jerarquización de Impactos entre otras herramientas técnicas públicas por la Autoridad Ambiental⁴⁰³.



³⁹⁹ TORO CALDERÓN, José Javier, et al. Análisis constructivo del proceso de evaluación de impacto ambiental en Colombia. Propuestas de mejora. 2009.

⁴⁰⁰ CONESA FERNANDEZ-VITORA, VICENTE. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010. p 864.

⁴⁰¹ Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evolución de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín.

⁴⁰² TORO CALDERÓN, José Javier, et al. Análisis constructivo del proceso de evaluación de impacto ambiental en Colombia. Propuestas de mejora. 2009.

⁴⁰³ Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA. (2022). GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LA INNOVACIÓN. Autoridad Nacional De Licencias Ambientales. Retrieved Julio 25, 2023, de https://www.anla.gov.co/01_anla/index.php/institucional-interno/gestion-del-conocimiento-y-la-innovacion/analitica-de-datos

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 301

La analítica de datos de esta jerarquización de impactos permite como lo expone (ANLA, 2022)⁴⁰⁴: *“Identificar categorías de impactos, mejorando la parametrización y presentación de la información durante el proceso de licenciamiento ambiental, así como apoyar la evaluación de impactos en los escenarios con y sin proyecto y el análisis de acumulación en términos de frecuencia de ocurrencia, con un enfoque territorial y sectorial”*

En este sentido el nivel de incertidumbre es descendente en el sentido que en el proceso de evaluación ambiental se tuvieron en cuenta todas las acciones que tienen potencial para general impactos, estas mismas correlaciones se valoraron con las metodologías más utilizadas con referentes y soportes documentales que permitieron plantear las respectivas medidas de manejo, además que brindan la información suficiente para la interpretación de resultados para dar herramientas de decisión sobre otorgar una autorización objeto principal de los Estudios impacto ambiental.

2.3.5 Metodología de zonificación de manejo ambiental del proyecto

La Zonificación de Manejo Ambiental - ZMA, es el resultado de la aplicación del modelo conceptual empleado en la zonificación ambiental, a través de la interacción de actividades del proyecto con las condiciones particulares del entorno, ya que como se indica en la guía para la zonificación ambiental desarrollada por los diferentes niveles de sensibilidad e importancia ambiental, socioeconómica y cultural indican también el nivel de control y manejo requerido para contrarrestar los efectos potenciales de la intervención (Ecopetrol S.A, 2013⁴⁰⁵). Así, el nivel establecido para la sensibilidad/importancia de una unidad territorial o área, supone que determina la capacidad que tiene o no, el medio para asimilar y/o recuperarse de una posible alteración, ya sea por mecanismos naturales (resiliencia) en el corto plazo o en periodos más largos para volver a su estado inicial (...).

De esta manera, la Zonificación de Manejo Ambiental - ZMA se elaboró a partir de los resultados de la zonificación ambiental (ver 2.3.4 Metodología de zonificación ambiental), y de la georreferenciación de los impactos evaluados más relevantes (ver 2.3.6 Metodología de evaluación ambiental), asociados al desarrollo de actividades del proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral 115/11.4 kV y sus Líneas Asociadas a 115 kV”, los cuales fueron relacionados por medio de una matriz para la toma de decisiones, el análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados de unidades de manejo.

En la Tabla 2-136 se presenta la matriz de decisión empleada, en ella se relacionan las categorías de sensibilidad ambiental identificadas en la zonificación ambiental del proyecto, y los impactos relevantes identificados en la evaluación ambiental del mismo.

⁴⁰⁴ Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA. (2022a). Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales de Proyectos Licenciados por ANLA. In Autoridad Nacional De Licencias Ambientales. <https://www.anla.gov.co/images/documentos/protocolos/2022-12-5-anla-jerarquizacio-impact-2022.pdf>

⁴⁰⁵ ECOPETROL S.A. Guía para la zonificación ambiental. Bogotá: [s.n.], 2013. 64 p.



 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 302

Tabla 2-136 Categorías de interacción entre zonificación ambiental e impactos relevantes

			ZONIFICACIÓN DE IMPACTOS				
			MUY ALTO (Crítico)	ALTO (Severo)	MEDIO (Moderado)	BAJO (Irrelevante)	MUY BAJO (Irrelevante)
Valor			5	4	3	2	1
ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	MUY ALTA	5	25	20	15	10	5
	ALTA	4	20	16	12	8	4
	MEDIA	3	15	12	9	6	3
	BAJA	2	10	8	6	4	2
	MUY BAJA	1	5	4	3	2	1
CONVENCIONES							
Área de Exclusión	Área de Intervención con Restricciones Altas	Área de Intervención con Restricciones Medias			Área de Intervención		

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Cabe aclarar, que la zonificación de manejo, en las áreas en donde no se identifican impactos ambientales relevantes, corresponderá a la homologación realizada con la zonificación ambiental establecida.

En la Tabla 2-137, se presenta la correspondencia de cada una de las categorías de zonificación de manejo con respecto a las unidades de sensibilidad ambiental determinadas durante la zonificación ambiental.

Tabla 2-137 Relación de la zonificación ambiental y las categorías de zonificación de manejo

Sensibilidad ambiental	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Zonificación De Manejo	Área de Exclusión	Área de Intervención con Restricciones Altas	Área de Intervención con Restricciones Medias	Área de Intervención	



Fuente: A partir de la Guía para la zonificación ambiental, Ecopetrol S.A., 2013⁴⁰⁶, adaptado por Ingedisa S.A., 2023

Con base en las características físico-bióticas-paisajísticas y socioeconómicas, los lineamientos estipulados en la zonificación ambiental, las actividades que se proyectan desarrollar en el área y los impactos que generarán las diversas actividades a realizar en el transcurso del proyecto, en la Tabla 2-138 se describen las categorías de manejo establecidas para el área de influencia del proyecto.

Tabla 2-138 Descripción de las categorías de zonificación de manejo empleadas

Categoría de zonificación de manejo		Descripción
Área de Exclusión	Área de Exclusión	Son aquellas áreas que se restringen o excluyen de las intervenciones directas del proyecto (ubicación de postes, línea subterránea, subestación y/o sitios de uso temporal), debido a que presentan un alto grado de vulnerabilidad, sensibilidad e importancia ambiental o social. La exclusión está relacionada con la prohibición legal (áreas de régimen especial), con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socioambiental de la zona.

⁴⁰⁶ ECOPETROL S.A. Guía para la zonificación ambiental. Bogotá: [s.n.], 2013. 64 p.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 303

Categoría de zonificación de manejo		Descripción
Área de intervención con Restricciones	Área de Intervención con Restricciones Altas	Las áreas bajo esta condición presentan niveles de sensibilidad ambiental alta; con limitantes ambientales o legales pero que no son excluyentes para la realización del proyecto, obra o actividad. Estas áreas requieren de medidas de manejo ambiental y social particulares, en función de las necesidades de prevención, corrección, mitigación o compensación de los impactos generados por el proyecto.
	Área de Intervención con Restricciones Medias	Son áreas que presentan condiciones de sensibilidad media y no limitan el desarrollo de las actividades del proyecto. Para el desarrollo de las actividades del proyecto se tendrán controles, medidas preventivas y de corrección, acordes con su sensibilidad.
Área de Intervención	Área de Intervención	Son áreas que presentaran una sensibilidad ambiental, Baja o Muy Baja; en esta categoría se encuentran las áreas que pueden ser intervenidas por cualquier actividad del proyecto, teniendo en cuenta, que las actividades estén dentro del marco de manejo ambiental legal, así como las medidas socioambientales generales establecidas en el plan de manejo ambiental del proyecto.

Fuente: A partir de la Guía para la zonificación ambiental, Ecopetrol S.A., 2013⁴⁰⁷, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

2.3.5.1 Incertidumbre

La Zonificación de Manejo Ambiental - ZMA parte de los resultados de la zonificación ambiental y la georreferenciación de los impactos evaluados más relevantes, la incertidumbre se evaluó a partir de la zonificación ambiental (ver numeral 2.3.2 Metodología de zonificación ambiental) y la evaluación ambiental (ver numeral 2.3.4 Metodología de evaluación ambiental).

2.3.6 Metodología de plan de manejo ambiental

El plan de manejo ambiental se estructura a partir de un conjunto de programas, acciones y actividades que tienden a dar manejo a los impactos del proyecto a partir de la prevención, mitigación y corrección de estos (otros planes se orientan a la compensación). Partiendo de lo anterior, y teniendo en cuenta la identificación y análisis de impactos previamente descritos en el capítulo de evaluación ambiental del EIA se conciben los programas y estrategias de manejo ambiental plasmados en fichas con sus respectivas actividades.

Considerando la identificación y análisis de impactos realizados se conciben los programas y estrategias de manejo ambiental plasmado en las fichas con sus respectivas actividades, la ficha contiene la información que se presenta en la Tabla 2-139:

⁴⁰⁷ ECOPETROL S.A. Guía para la zonificación ambiental. Bogotá: [s.n.], 2013. 64 p.



 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 304

Tabla 2-139 Atributos incluidos dentro de las medidas de manejo del PMA

Atributo	Descripción
ETAPA	Identifica el grupo de actividades en las cuales se ejecutarán las diferentes medidas de manejo. Etapa de preconstrucción, constructiva, operación y mantenimiento y desmantelamiento y abandono.
OBJETIVOS	Expresa e identifica la finalidad hacia la cual deben dirigirse los recursos y esfuerzos organizacionales, para dar cumplimiento a las medidas de manejo ambiental del proyecto.
METAS	Presenta los alcances de las medidas propuestas, indicándose la referencia de valor por la cual se da por cumplida la misma
IMPACTO POR CONTROLAR	Está relacionado con el impacto provocado por las diferentes etapas del proyecto, el cuál fue evaluado en la matriz de impactos en el capítulo 5 del presente estudio.
TIPO DE MEDIDA	Plantea los escenarios y el carácter de las acciones que permitan prevenir, corregir, mitigar y/o compensar los efectos ambientales generados en cada una de las etapas del proyecto.
ACCIONES POR DESARROLLAR	Corresponde a la descripción de las medidas específicas que se adaptarán para el control y manejo ambiental del impacto.
LUGAR DE APLICACIÓN	Se presenta la ubicación específica del sitio y/o unidad territorial donde se aplicará la medida de manejo.
POBLACIÓN BENEFICIADA	Población o grupo de personas que, por efecto de la implementación de las medidas de manejo, son receptoras directas o indirectas de los beneficios asociados a los efectos de las medidas ejecutadas.
INDICADORES	Presenta los indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan verificar el cumplimiento de la medida.
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	Se refiere a la persona, entidad y/o autoridad que velará por el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental propuestas
COSTOS	Cuantificación y valorización monetaria de los recursos demandados para llevar a cabo la implementación, ejecución, desarrollo, control y seguimiento de las medidas de manejo ambiental y socioeconómico establecidas.
CRONOGRAMA	Corresponde a los tiempos de ejecución de las actividades en relación con el cronograma de ejecución de las etapas del proyecto, detallado en el capítulo 3. Descripción del proyecto

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Las fichas que se abordaron en la construcción del PMA, comprenden la aplicación de objetivos, impactos a manejar, la cobertura espacial de la medida a ser aplicada, descripción de actividades. Además, se estructuran indicadores que pueden evaluar las actividades, metas y objetivos específicos en la aplicación de los planes que comprenden el capítulo presentado.

En la Tabla 2-140 se muestra el formato que se ha desarrollado para la presentación del Plan de Manejo Ambiental.





 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 305

Tabla 2-140 Formato para la presentación de las fichas que comprenden el Plan de Manejo ambiental

PROGRAMA		PROGRAMA DE MANEJO		
FICHA:		MANEJO No.		
OBJETIVOS				
METAS				
POBLACIÓN BENEFICIADA				
ETAPA (S) Y FASE (S) APLICACIÓN				
Transversal	Constructiva	Operación y mantenimiento	Desmantelamiento y Abandono	
IMPACTOS A CONTROLAR				
ACTIVIDAD	ID IMPACTO	IMPACTO	IMPORTANCIA	ID MEDIDA DE MANEJO
MEDIDA DE MANEJO		ACCIONES A DESARROLLAR		

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 306



PROGRAMA						PROGRAMA DE MANEJO									
INDICADORES															
MEDI DA DE MANE JO	TIPO DE MEDIDA*				ID INDICAD OR	TIPO DE INDICAD OR	FORMU LA INDICA DOR	FRECUENCIA DE APLICACIÓN**						PARÁMET RO DE REFEREN CIA	TIPO DE REGIST RO
	C m	C r	M i	P v				M	B	T	S	A	OT RO		
*Tipo de medida: Cm: Compensación, Cr: Corrección, Mi: Mitigación, Pv: Prevención. **Frecuencia de aplicación: M: mensual, B: bimensual, T: trimestral, S: semestral, A: anual															
LUGAR DE APLICACIÓN															
POBLACIÓN BENEFICIADA															
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN															
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN															
COSTOS ESTIMADOS															

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

2.4.4 Metodología de programa de seguimiento y monitoreo

El Programa de seguimiento y Monitoreo (PSM) se estructura teniendo como base cada uno de los programas definidos en el establecidos Plan de Manejo Ambiental del EIA. Este programa tiene como objetivo medir la validez, confiabilidad y cumplimiento de las medidas de manejo propuestas, mediante los porcentajes de éxito alcanzados teniendo como base las metas que están en función a los indicadores realmente alcanzables y medibles que se definan en el desarrollo del EIA.

Las fichas del programa de seguimiento se estructuran con los siguientes aspectos: programa del PMA al cual se va a realizar el seguimiento, ficha de manejo, objetivos, impactos a controlar, componentes ambientales a monitorear, localización, tipo de medida de control, descripción de la medida, periodicidad, duración, análisis e interpretación de resultados, tipo y periodo de reportes y costos. La estructura empleada para la construcción del PSM parte de la elaboración de fichas de seguimiento, empleando para el presente


 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 307

Estudio de Impacto Ambiental como se muestra a continuación:

Tabla 2-141 Formato de ficha para el Plan de Seguimiento y Monitoreo

FICHA:		PROGRAMA DE SEGUIMIENTO				
Nombre del programa PMA		Código Ficha PMA			Nombre ficha PMA	
ETAPA DEL PROYECTO						
Transversal	Preconstructiva	Constructiva	Operación y mantenimiento		Desmantelamiento	
OBJETIVOS						
IMPACTOS POR CONTROLAR						
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO (DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA)						
ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO						
Actividad	Sitio de verificación o de muestreo (localización)	Parámetro por medir (tipo de medida de control)	Número de muestras	Valor de referencia o norma	Frecuencia (periodicidad)	Soportes, tipo y periodo de reportes
Todos los indicadores presentados en los Programas de Manejo Ambiental hacen parte integral del seguimiento de este proyecto.						
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - EVALUACIÓN EX POST						
PERSONAL REQUERIDO						
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN						
COSTOS						
Actividad	Descripción de los costos		Unidad	Cantidad	Valor unitario	
ACTIVIDAD 1						
COSTO TOTAL						

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 308

2.3.7 Metodología de gestión del riesgo

De acuerdo a lo expuesto en la Ley 1523 de 2012⁴⁰⁸, y específicamente en el Decreto 2157 de 2017⁴⁰⁹, se elaboró el Capítulo del Plan de Gestión del Riesgo para el Proyecto, el cual permite: identificar, priorizar, formular, programar y hacer seguimiento a las acciones establecidas con el fin de conocer y reducir el riesgo por efecto de los eventos de origen natural, socio-natural, antrópico y operacional, que puedan afectar las operaciones o que por el contrario, dichas operaciones puedan afectar a terceros.

El Plan de Gestión del Riesgo aborda los procesos de Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo de Desastres. En el Conocimiento del Riesgo, se identifican los hechos, acciones y/o actividades generadoras de riesgo que puedan causar efectos no previstos durante las actividades normales de operación; una vez se analiza y evalúa el riesgo.

2.3.7.1 Análisis de riesgo

El objetivo del análisis del riesgo es identificar y evaluar los riesgos asociados a las etapas y actividades desarrolladas en el proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus Líneas Asociadas a 115 kV”, con la finalidad de conocer la afectación en caso de que un evento se materialice, identificar las áreas y equipos, diseñar estrategias de respuesta para la atención de las emergencias e implementar controles que garanticen operaciones seguras.

2.3.7.1.1 Criterios para la valoración del nivel de riesgo

Para determinar el nivel de riesgo, conceptualmente se parte de la definición de este:

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

Si se entiende la vulnerabilidad como la consecuencia que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; se debe tener en consideración la fragilidad de los elementos vulnerables y la exposición de estos al evento amenazante.

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

Una amenaza se describe como un Peligro latente, en el que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Ley 1523 de 2012⁴¹⁰). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

La identificación de las amenazas se desarrolló mediante la caracterización socioambiental

⁴⁰⁸ CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1523. (24, abril, 2012).

⁴⁰⁹ PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 2157. Bogotá, 2017.

⁴¹⁰ CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1523. (24, abril, 2012).

del área (Ver Capítulo 5. Caracterización del área de influencia) y el análisis de las etapas y actividades del proyecto (Ver Capítulo 3. Descripción del proyecto); a través de estas, se identificarán las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se podrían presentar durante el desarrollo de las actividades.

La estimación de la probabilidad de ocurrencia se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas de cada una de las fases del proyecto. Una vez identificadas las amenazas, se realizó la estimación de su probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 2-142. Para su estimación, se usaron las estadísticas establecidas en el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y en el Consolidado Anual de Emergencias y United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) a través de DESINVENTAR.

Tabla 2-142 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

Puntos	Grado	Probabilidad	Descripción	Ocurrencia casos
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento al año
2	Baja	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja	Improbable	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Fuente: INGEDISA S.A., 2023



2.3.7.1.3 Identificación y análisis de vulnerabilidad

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (Artículo 4º Ley 1523 de 2012)⁴¹¹.

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

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evalúan de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos ambientales y



⁴¹¹ Congreso de Colombia. Ley 1523 de 2012. (24, abril, 2012).

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 310

sociales. En la Tabla 2-143 se presenta las categorías para calificar la vulnerabilidad para las amenazas exógenas y endógenas que se pretende evaluar en el actual capítulo.

Tabla 2-143 Criterios para la calificación de vulnerabilidad

Nivel	Puntos	Individual	Social	Socioeconómica	Ambiental
Muy alto	5	Las personas expuestas al riesgo no presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas en muy bajo.	Los elementos sociales sensibles (centros de salud, instituciones educativas, y asentamientos) presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).
Alto	4	Las personas expuestas al riesgo no presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas es de bajo a moderado.	Los elementos sociales sensibles (centros de salud, instituciones educativas, y asentamientos) no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).
Medio	3	Las personas expuestas al riesgo no presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas es moderado.	Los elementos sociales sensibles (centros de salud, instituciones educativas, y asentamientos) reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo compromete y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al mal uso.	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).
Bajo	2	Las personas expuestas al riesgo presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas es moderado.	Los elementos sociales sensibles reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 311

Nivel	Puntos	Individual	Social	Socioeconómica	Ambiental
Muy Bajo	1	Las personas expuestas al riesgo presentan seguridad social, ARL, el nivel de ingresos de las personas es alto.	Los elementos sociales sensibles reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).	Corresponde al resultado espacial de la zonificación ambiental (ver capítulo 6 Zonificación Ambiental).

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

2.3.7.1.4 Análisis y zonificación del nivel de riesgo

Con base en lo anterior y de acuerdo con las diferentes fuentes bibliográficas (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD⁴¹²) y la Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos (NTC, 2010⁴¹³) el riesgo se obtuvo del cruce entre la probabilidad de ocurrencia de la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a la amenaza.

Al ser cruzada la vulnerabilidad con la amenaza y su probabilidad de manifestación de los elementos sensibles a las amenazas, se obtiene el nivel de riesgo definido en tres categorías: Alto, Medio y Bajo. En la Tabla 2-144 se presenta el cruce entre la amenaza y la vulnerabilidad; por un lado, se cuenta con la Amenaza, expresada en términos de su probabilidad de ocurrencia y por otro lado se presenta el eje que representa la Vulnerabilidad asociada al entorno humano, social, socioeconómico y natural los cuales podrían sufrir afectaciones al manifestarse la amenaza lo que permite determinar el nivel de riesgo del elemento expuesto.

Tabla 2-144 Criterios para definir el nivel de riesgo

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

Fuente: INGEDISA S.A., 2023, Adaptado de (Zuluaga U. & Arboleda G., 2005⁴¹⁴).

De acuerdo con lo anterior, al clasificar las amenazas según su origen, exógenas (naturales y antrópicas) y endógenas (internas propias del proyecto), se determinó la metodología para evaluar el riesgo, ya sea de manera matricial o de manera cartográfica. Así pues, se estableció una evaluación del nivel de riesgo matricial y cartográfico que se determina con la información que se pueda obtener como insumo para su evaluación. (Ver Tabla 2-145)

⁴¹² Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Disponible en Internet: <<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/>>.

⁴¹³ Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Bogotá: [s.n.], 2012. 36 p

⁴¹⁴ Arboleda, Jorge y Zuluaga, Julio. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Revista Empresas Públicas de Medellín, volumen 15, No. 3. Enero – Abril de 2005.



 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 312

Tabla 2-145 Definición del nivel de riesgo

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



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

2.3.7.1.5 Aceptabilidad del riesgo

A continuación, se presentan los rangos de aceptabilidad del riesgo de acuerdo con las potenciales afectaciones que las amenazas pueden generar sobre los elementos sensibles, los cuales, se presentan en el numeral 2.3.7.1.3 Identificación y análisis de vulnerabilidad. En la Tabla 2-146 se describen los rangos propuestos para implementar en el proyecto.

Tabla 2-146 Rangos de aceptabilidad del riesgo

	Individual	Social	Socioeconómico	Ambiental
BAJO	No requiere procesos adicionales a los propios de inducción, notificación de riesgos, entrega de EPP e inspecciones preoperacionales, se debe contar con equipos de atención de emergencias básicas. La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal.	Requiere procesos asociados a las buenas prácticas. Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Adicional a la toma de medidas preventivas para no potencializar el riesgo, se debe contar con preparación para la atención del evento dañino.
MEDIO	La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, es precisa la implementación de permisos de trabajo y una previa inspección del lugar de trabajo.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad. Adicional, se debe manejar y monitorear el riesgo utilizando el sistema de gestión.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Se debe contar con medidas de prevención e identificación de riesgos para la atención de emergencias y contingencias. Incluyendo capacitación en atención a los posibles riesgos que se puedan presentar.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 313

	Individual	Social	Socioeconómico	Ambiental
ALTO	La actividad se puede llevar a cabo, previo proceso de verificación e inspección; es precisa la implementación de permisos de trabajo, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal. Implementar medidas de control que ayuden a mitigar las consecuencias del evento dañino, adicionalmente se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión del riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad, adicionalmente se debe poder proponer acciones correctivas inmediatas.	Previo al inicio de la actividad se debe verificar que es entendido y funciona el plan de gestión de riesgo y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias, así como contar con protocolos para el restablecimiento de la operación.	Debe contarse con equipos para la atención de emergencias y contingencias apropiados conforme a la magnitud del riesgo. Adicional, se debe contar con los protocolos de ayuda externa al proyecto.

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

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



Bajo: Riesgos aceptables. Corresponde a riesgos que se controlan con base en los diseños, la organización normal del proyecto, los programas de capacitación y entrenamiento en los procedimientos de trabajo, la utilización de personal capacitado y las acciones normalmente desarrolladas en la ejecución de este tipo de proyectos. Los eventos que ocasionan este riesgo son de control por parte de los ejecutores del proyecto y los orígenes son de tipo interno. Aunque existen los riesgos, la prevención, los procedimientos normalmente establecidos para los diferentes procesos y actividades, hacen que los eventos incluidos en este rango no ocasionen retrasos, pérdidas o daños importantes que afecten el desarrollo del proyecto o su operación.

Medio: Riesgos Tolerables. Se presentan riesgos que dependen de la ejecución y operación del proyecto (endógenos), siendo controlables a través del Plan de Manejo Ambiental y Plan de Gestión del Riesgo. Las consecuencias de los eventos son controladas, pero es posible que se ocasionen daños a niveles localizados o pérdidas limitadas que no afectan el desarrollo del proyecto, de manera normal. No hay suspensiones de las actividades del proyecto y los daños son reparables a nivel local.

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

2.3.7.2 Reducción del riesgo

La reducción del riesgo es el proceso de gestión compuesto por las intervenciones dirigidas a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes y evitar un nuevo riesgo a través de la realización de medidas de mitigación y prevención que se adoptan para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 314

subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales; lo anterior con el fin de evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de presentarse los eventos amenazantes.

Por lo anterior, se formularon medidas de reducción del riesgo de intervención correctiva y la intervención prospectiva. Una intervención correctiva, hace referencia a la adopción de medidas frente a los riesgos existentes con el propósito de reducirlos, mientras la intervención prospectiva, busca evitar la aparición de nuevas condiciones de riesgo a través de la implementación de medidas de planeación.

2.3.7.3 Manejo del desastre

De acuerdo con el Decreto 2157 de 2017⁴¹⁵, se estructura el Plan de Emergencias y Contingencias (PEC) contenido en el componente del Manejo de Desastre, con base en los escenarios posibles identificados en el proceso de conocimiento del riesgo y las medidas implementadas de reducción del riesgo.

Por lo anterior, se desarrolló el componente de preparación para la respuesta a emergencia, el cual, se formuló principalmente con el fin de establecer las acciones de coordinación necesarias para optimizar la ejecución de la respuesta ante una emergencia.

Adicionalmente, se desarrolló el componente de ejecución para respuesta a emergencia, de manera general este componente define el marco de actuación de Enel Colombia S. A. E.S.P., para responder a los diferentes eventos adversos que se puedan presentar. A su vez establecieron los niveles de emergencia.

2.3.7.4 Incertidumbre



El Plan de Gestión del riesgo plantió el análisis de riesgo a partir de la expresión: Amenaza x vulnerabilidad=Riesgo, la amenaza y la vulnerabilidad no existen de manera independiente y se condicionan mutuamente en el riesgo, expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias en un sitio y periodo de tiempo determinado.

El Riesgo puede variar a partir de la probabilidad que la vulnerabilidad modifique el grado de predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, etc., entre lo probable y poco probable de una catástrofe del riesgo nulo, se pueden registrar modificaciones naturales del ambiente y de la imprevisibilidad de las consecuencias de las afectaciones que ejercen las relaciones humanas sobre el entorno natural.

2.3.8 Metodología del plan de desmantelamiento y abandono

Para la elaboración del Plan de Desmantelamiento y Abandono, se tuvieron en cuenta los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-17, los cuales indican que, para las áreas e infraestructura intervenidas por el proyecto,

⁴¹⁵ EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, Decreto 2157. (20, diciembre, 2017).

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 315

se debe:

- Presentar la relación de las actividades y obras necesarias para realizar el abandono, desmantelamiento y restauración de las obras temporales en las diferentes fases del proyecto, teniendo en cuenta como mínimo aspectos tales como el desmantelamiento y retiro de estructuras, implementadas para asegurar la estabilidad de la infraestructura u obras permanentes; medidas, obras y actividades encaminadas a prevenir posibles emisiones que puedan afectar los diferentes recursos naturales; y el desmantelamiento y abandono de vías de acceso (si no se considera útil para otros usuarios) y/u otras obras que no puedan ser desmanteladas completamente.
- Presentar una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante.
- Señalar las medidas de manejo y reconfiguración morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconfiguración paisajística, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.
- Presentar una estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, acerca de la finalización del proyecto y las medidas de manejo ambiental.
- Presentar una propuesta de los indicadores de los impactos identificados, así como los resultados alcanzados con el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental.

2.3.8.1 Incertidumbre

Toda vez que el plan de desmantelamiento y abandono se plantea sobre las condiciones actuales del área de influencia definitiva del proyecto, es probable que, una vez inicie la ejecución de la etapa de “Desmantelamiento y abandono” las características de los diferentes medios se hayan visto modificadas por la presencia de otros proyectos en la zona y/o por las actividades antrópicas que se desarrollen en el área, en tal sentido, y como se evidencia en el Capítulo 10.1.4 entre las actividades a desarrollar se encuentran aquellas asociada a la validación de las condiciones del territorio y en dado caso la adaptación de dichas actividades.



2.3.9 Metodología del plan de inversión del 1%

La inversión del 1%, entendido como instrumento económico establecido en el Código de Recursos Naturales, y la Ley 99 de 1993⁴¹⁶, se impone a proyectos objeto de licenciamiento ambiental que involucren el uso del recurso hídrico tomado directamente de fuentes naturales.

Tal como se presenta en el artículo 2.2.9.3.1.3., de la sección 1, capítulo 3 del Decreto 1076 de 2015⁴¹⁷ (De los proyectos sujetos a la inversión de no menos del 1%), un proyecto deberá llevar a cabo esta inversión si cumple con las siguientes condiciones:

⁴¹⁶ CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 99. “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.”

⁴¹⁷ REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1076. Decreto único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo sostenible a partir de la fecha de su expedición. 2015

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 316

- a) Que el agua sea tomada directamente de una fuente natural, sea superficial o subterránea
- b) Que el proyecto requiera licenciamiento ambiental
- c) Que el proyecto, obra o actividad utilice el agua en su etapa de ejecución, entendiendo por esta, las actividades correspondientes a los procesos de construcción y operación.
- d) Que el agua tomada se utilice en alguno de los siguientes usos: consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria.

De igual forma en el Decreto 2099 de 2016, en lo relacionado con la “Inversión Forzosa por la utilización del agua tomada directamente de fuentes naturales”, en su artículo 1 aclara:



“Parágrafo 2 del Artículo 2.2.9.3.1.3., que “Aquellos proyectos sujetos a licenciamiento ambiental que se encuentren en algunas de las condiciones: i) tomen agua directamente de una red domiciliaria de acueducto operada por un prestador del servicio o su distribuidor, ii) hagan uso de aguas residuales tratadas o reutilizadas, iii) capten aguas lluvias, no estarán sometidos a las disposiciones contenidas en el capítulo”.

Así pues, teniendo en cuenta que el proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus Líneas Asociadas a 115 kV” no acudirá directamente a fuentes naturales para su ejecución, ni realizará captaciones o vertimientos directamente a cuerpos de agua, tal como se describe en el Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/ afectación de recursos naturales, no se debe presentar Plan de Inversión del 1%. Cabe aclarar que la demanda hídrica del proyecto, presente para el desarrollo óptimo de sus actividades se suplirá por medio de la compra de agua a terceros, como bien se detalla en el Capítulo 7 Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de los Recursos Naturales, del presente Estudio de Impacto Ambiental

2.3.10 Metodología de compensación biótica

El Plan de Compensación del componente biótico, presentado en este capítulo se realizó de acuerdo con lo establecido en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico mediante la Resolución 256 del 22 de febrero de 2018, la cual derogó la Resolución N° 1517 del 31 de agosto de 2012, así mismo se tendrán en cuenta los lineamientos para compensaciones ambientales en territorios étnicos. Declarada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, además de actualizar el manual, señala las actividades y los procedimientos que deben desarrollar las autoridades ambientales para crear los Planes de Compensación del Componente Biótico, mediante la “Estrategia nacional de compensaciones ambientales del componente biótico”. La pérdida o ganancia neta está referida a los resultados obtenidos en el área en la que se implementan las medidas de compensación respecto a un ecosistema de referencia o en áreas contiguas que generen conectividad entre ecosistemas complementarios desde un análisis ecológico del paisaje.

El documento presenta una propuesta de compensación del Componente Biótico, la cual se implementará de acuerdo con los requerimientos legales y con el fin de asegurar que los impactos ambientales generados sean compensados cumpliendo con la jerarquía de mitigación descrita en el manual, la cual establece la prevención, mitigación y, por último, la compensación.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 317



La compensación se definió bajo los principios de equivalencia ecosistémica, cuantificada por los factores de compensación establecidos por el Manual según el contexto paisajístico, remanencia, representatividad, rareza y potencial de transformación. El desarrollo de las medidas propuestas incluirá actividades para la conservación y restauración.

De acuerdo con el Manual, La estrategia tiene como objetivo orientar la formulación e implementación de las compensaciones que establezcan las autoridades ambientales en el marco de ejecución de proyectos, obras o actividades sujetos de licencia ambiental, aprovechamiento único del recurso forestal por cambio de uso del suelo y sustracciones de reservas forestales, bajo una visión ecosistémica, que contribuya a la conservación mediante la implementación de acciones de preservación, restauración en cualquiera de sus enfoques y/o uso sostenible, con resultados medibles y cuantificables, convirtiéndose en una oportunidad para el cumplimiento de los objetivos de conservación del país, bajo los siguientes preceptos:

- I La compensación se realiza en un(as) área(s) ecológicamente equivalente(s) a las áreas impactadas mediante acciones de preservación o restauración en cualquiera de sus enfoques y uso sostenible.
- II Las medidas de compensación deberán ser adicionales a las acciones que se vienen adelantando en el área en ausencia de la compensación.
- III La compensación debe ser sostenible en el tiempo.

Se debe considerar que el ámbito está enfocado a la intervención de ecosistemas naturales terrestres continentales y vegetación secundaria. Es decir que en proyectos en los que no se intervengan este tipo de ecosistemas **NO** se debe presentar el Plan de Compensación del Componente biótico de acuerdo con lo establecido por el Manual, a menos que la Autoridad ambiental competente en la evaluación lo exija. Por tanto, en todos los casos, se debe realizar la respectiva consulta con autoridades regionales, ya que algunas de ellas tienen su propia normatividad respecto a las compensaciones del componente biótico. Esto no implica que en ningún caso la normatividad regional reemplace la aplicación del Manual, ya que en los casos en que aplique tanto las compensaciones del Manual, como la normatividad de la autoridad regional, se deben complementar el plan dando alcance a ambos instrumentos (nacional, regional, local y/o distrital).

Se debe tener en cuenta que los principios orientadores de las compensaciones del medio biótico son la No pérdida neta de biodiversidad la cual es el punto donde se ponen en equilibrio las pérdidas de biodiversidad con las ganancias que se obtienen al implementar Medidas de compensación. Por otra parte, está el análisis de jerarquía de la mitigación de impactos. De acuerdo con el Manual, se refiere a la secuencia de medidas diseñadas para manejar los impactos negativos de un proyecto, obra o actividad, que consiste en prevenir apropiadamente los impactos ambientales, minimizar y corregir aquellos que no puedan evitarse y en última instancia realizar las medidas de compensación necesarias. Esta jerarquía se debe aplicar para la toma de decisiones en la planificación y diseño del proyecto, obra y actividad, la cual contempla los siguientes aspectos:

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 318

- a) Caracterización y línea base del medio biótico.
- b) Identificación, evaluación y valoración de los impactos ambientales del proyecto, obra o actividad.
- c) Reconocimiento de otros impactos que ocurren y podrían ocurrir en el área (análisis de efectos acumulativos y sinérgicos que ocurren en el territorio).

Con base en lo anterior, se proponen y diseñan las medidas orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos de un proyecto, obra o actividad, en aras de lograr la **no pérdida de biodiversidad**, siendo estas:


- I Medidas de prevención Son las acciones encaminadas a prevenir los impactos y efectos negativos que puedan generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio biótico. Estas medidas deben hacer parte de la etapa de estudio y diseño.
- II Medidas de mitigación Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio biótico
- III Medidas de corrección Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.
- IV Medidas de compensación Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, regiones, localidades y entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad que no puedan ser prevenidos, mitigados o corregidos. Estas medidas son parte integral de los estudios ambientales de soporte que se presentan para evaluar la viabilidad de los proyectos, obras o actividades sujetos al proceso de licenciamiento ambiental, permiso o autorización de aprovechamiento forestal único.

Dado el contexto general anteriormente expuesto, a continuación, se exponen las cuatro (4) fases en desarrolladas en el Plan de Compensaciones, así como el contenido de estas:

- Fase 1: Qué compensar
- Fase 2: Cuánto compensar
- Fase 3: Dónde compensar
- Fase 4. Cómo compensar

Adicionalmente, en alcance a estas 4 fases, se integran al contenido del Plan de compensación, según lo estipulado en el numeral 5.4.1 del Manual, los siguientes aspectos:

- 1. Identificación de los impactos no evitados, mitigados o corregidos.
- 2. Objetivos y alcance del plan de compensación.
- 3. Localización preliminar de las áreas para la implementación de las medidas de compensación. Las áreas detalladas serán presentadas en el marco del seguimiento y ejecución del Plan.
- 4. Información de las áreas ecológicamente equivalentes para compensación (Tipo de ecosistema, estructura, condición, composición y riqueza de especies, entre otros) a la escala más detallada posible.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 319

5. Propuesta de las acciones de compensación y los resultados esperados que incluirá el cronograma de implementación. Las acciones de restauración se deberán presentar de acuerdo con lo establecido en el Plan Nacional de Restauración. Se incluirán los criterios para seleccionar los predios y los posibles beneficiarios.

6. Cronograma preliminar de implementación, monitoreo y seguimiento de las acciones de compensación, donde se identifiquen de forma clara los hitos que ayuden a determinar el estado de cumplimiento del plan.

7. Evaluación de los potenciales riesgos bióticos, físicos, económicos, sociales de la implementación del plan de compensación y una propuesta para minimizarlos.

8. Definición de las acciones modos, mecanismos y forma de implementación.

9. Plan operativo y de inversiones del plan de compensación.

10. Identificación de indicadores de gestión de impacto. Se podrá contar como insumo orientador la información contenida en el anexo 2 del Plan Nacional de Restauración

11. Plan de monitoreo y seguimiento en función de la eficacia, eficiencia e impacto del programa de compensación. Dicho plan de monitoreo y seguimiento será coordinado con la autoridad ambiental competente y el IDEAM.

12. Propuesta de Manejo a Largo Plazo.”


2.3.10.1 Qué compensar

El qué compensar se refiere al área que se verá impactada o afectada por el desarrollo del proyecto, considerando los atributos ecosistémicos identificados (**ecosistemas terrestres**) en la línea base del estudio de impacto ambiental, con el propósito de establecer el ecosistema equivalente. En ese sentido, en el área impactada, se realizó la caracterización de los atributos en términos de la estructura del ecosistema, su función y la composición de especies, además de la integridad ecológica y los servicios ecosistémicos generados, determinando su estado de conservación. La caracterización tiene como objetivo identificar las acciones, modos, mecanismos y formas que buscarán garantizar la no pérdida neta de biodiversidad en el área donde se implementarán dichas medidas frente al área impactada.

Para el qué compensar se incluyó una breve descripción del proyecto, haciendo énfasis en las obras y/o actividades que ocasionan los impactos sobre el medio biótico.

2.3.10.2 Cuánto compensar

Respecto al cuanto compensar es definido a partir de los resultados que se tienen para el total del área de intervención y los criterios de importancia ecosistémica expresados en el factor de compensación (FC), correspondientes a: representatividad, rareza, remanencia y tasa de transformación. Su sumatoria, de acuerdo con las características de los ecosistemas, permite definir el FC.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 320

Seguidamente, se presentan los cálculos para la necesidad de compensación por la intervención de ecosistemas naturales definidos a partir de la implementación del Manual de compensaciones del medio biótico.

2.3.10.3 Dónde compensar

La compensación se dirigida hacia la conservación de áreas ecológicamente equivalentes a las afectadas, en lugares que representen la mejor oportunidad de conservación efectiva, es decir que cumplan con los siguientes criterios:

- Las compensaciones se localizaron en el siguiente ámbito geográfico y orden de prioridades.
 - Si las áreas propuestas para compensar son menores, según el tipo de ecosistema equivalente al área original impactada, se deberán incluir áreas o franjas de conectividad con potencial para la restauración en cualquiera de sus tres enfoques (restauración ecológica, rehabilitación y recuperación) y de uso sostenible como acción complementaria.
 - Deben estar preferiblemente identificadas en el Plan Nacional de Restauración, las áreas de importancia para la conservación, los portafolios regionales o nacionales de compensación.
 - Se propendió por la selección de áreas adyacentes a otras áreas en las cuales se hayan implementado otras acciones de compensación, que puedan estar identificadas en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA).


Juntamente con la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA; se realizó la propuesta de las acciones de compensación y los resultados esperados que incluyó el cronograma de implementación, asimismo se incluyó los criterios para seleccionar los predios y los posibles beneficiarios.

Con base en lo anterior, se realiza un cronograma preliminar de implementación, monitoreo y seguimiento de las acciones de compensación, donde se identifiquen de forma clara los hitos que ayuden a determinar el estado de cumplimiento del plan.

Se evaluaron los potenciales riesgos bióticos, físicos, económicos, sociales de la implementación del plan de compensación y una propuesta para minimizarlos y el plan operativo y de inversiones del plan de compensación.

2.3.10.4 Cómo compensar

Con el fin de definir como compensar se debe comprender cuatro (4) componentes como lo son: las acciones, los modos, los mecanismos de implementación y administración del plan de compensación biótica. Adicionalmente las formas de presentación e implementación de esta, con la finalidad de garantizar la permanencia y legalidad de las

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 321

acciones.

Según lo referido en el Manual de compensación del componente biótico⁴¹⁸ se presentan tres alternativas en cuanto a las acciones (la preservación, la restauración en sus diferentes enfoques y el uso sostenible de la biodiversidad), así mismo, los modos de compensación corresponden a las alternativas de manejo que permiten el desarrollo de acciones de compensación en las áreas definidas, los modos se distinguen por tener instrumentos legales particulares que permitan su ejecución para asegurar la permanencia y sostenibilidad de las compensaciones bióticas.

De igual manera, los mecanismos de implementación y administración de las compensaciones bióticas están orientados a identificar si las acciones de compensación serán realizadas por el usuario o a través de operadores, mediante la constitución de encargos fiduciarios en convenio/contrato con ONG's, comunidades organizadas, universidades, institutos, fondos públicos o privados; bancos de hábitat, bosques de paz u otros.


Posteriormente, las formas de presentación e implementación de la compensación biótica hacen referencia a la posibilidad de que las compensaciones puedan presentarse de manera individual o agrupada.

2.3.11 Metodología de anexo cartográfico

Para el desarrollo de las actividades con referencia a la presentación de información geográfica se utilizó la estandarización del modelo de almacenamiento de datos geográfico Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA (Resolución 2182 de 2016), el cual, clasifica la información espacial en medios y temas generales de los proyectos, medios tales como el abiótico, biótico, socioeconómico, así mismo temas como áreas de conservación y protección ambiental, áreas de reglamentación especial, proyecto, compensación, inversión, contingencia, gestión del riesgo y zonificación; dónde se identifica aquellos objetos geográficos por temáticas que se consideran información base o fuente para conocer las condiciones ambientales de la zona de estudio que contempla el proyecto que requiere licenciamiento ambiental.

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las temáticas establecidas en su modelo de datos permiten obtener los elementos que se deben presentar para determinar las condiciones ambientales de la ejecución del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”; solicitadas para obtener el licenciamiento ambiental EIA. Por lo cual, teniendo en cuenta la amplia experiencia que tiene la ANLA en cuanto a la estructuración del catálogo de objetos en temas ambientales, se toma como punto de partida la homologación directa de las capas o temáticas con las que dispone.

⁴¹⁸ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Manual de Compensaciones del Componente Biótico. Bogotá, Colombia. 66 p

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 322

2.3.11.1 Incertidumbre

Se puede generar incertidumbre en la precisión y exactitud de la información cartográfica, ya que esta se adquiere de diferentes fuentes de información, pueden tener diferentes procesos de captura y escalas, desplazamientos al momento de georeferenciar o el margen de error de los diferentes gps. Sin embargo, la información se actualiza a la escala requerida (1:25000) para disminuir la incertidumbre.

A continuación, se relacionan cada uno de los procesos, procedimientos y técnicas empleadas en el anexo cartográfico del Estudio de Impacto Ambiental. El programa utilizado para la creación y modificación de datos espaciales tanto en formato vector como ráster fue el Software ArcGIS V-10.8, del Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI, por sus siglas en inglés).

Todas las operaciones de este proceso se encuentran estrecha y directamente relacionadas a la conformación y generación de la cartografía de cada temática que comprende el estudio, las cuales, caracterizan los medios físico-biótico, socioeconómico y de amenazas presentes en la región del territorio evaluado.

Es por esto que, en aras de conocer dicha zona de estudio, se contempló un área de influencia definida y delimitada para cada medio, con sus respectivas delimitaciones político – administrativas y territoriales, en pro de obtener la especialización formal de cada uno de los resultados procedentes de los componentes anteriormente relacionados, de una manera coherente, certera y veraz respecto a la localización de estos.



Habiendo delimitado espacialmente el estudio, se capturó toda información geométrica (punto, línea y polígono) asociada a la cartografía básica y temática presente. Este procedimiento que se ejecutó en dos (2) fases:

2.3.11.2 Fase preliminar

Se realizó la consulta de información secundaria disponible en entidades gubernamentales, públicas y privadas del orden nacional, departamental y municipal como alcaldías municipales, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Agencia Nacional de Minería (ANM), La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), la ANLA, Parques Nacionales Naturales de Colombia, La Asociación Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, así como la página del Servicio de Información Ambiental de Colombia – SIAC, el geovisor de la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA), entre otras entidades con el fin de obtener información oficial cualitativa y cuantitativa relevante para la realización del estudio y conocer las condiciones existentes en las áreas de influencia del proyecto como un referente del estado inicial antes de la ejecución.

2.3.11.3 Fase procesamiento de información

Una vez se obtuvo la información requerida, se elaboró la cartografía básica, recurriendo a la información geométrica escala 1:2.000 que proporciona la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, con la IDE de Bogotá, conocida como IDECA. A su vez, la cartografía base fue enriquecida a partir de la consulta de información secundaria, entre las diversas

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 323

fuentes consultadas se encuentran Open Streep Map, Google Earth, Google Map, El mapa base del software ArcGIS, imágenes Lidar y satelitales Sentinel, el Modelo Digital de Elevación generado por los datos radar del satélite ALOS, entre otras; para conseguir la digitalización de elementos relevantes en el estudio (Por ejemplo, diversos cuerpos de agua); Aunado a esto se utilizó información primaria tomada en campo. Se procuró durante todo el proceso mejorar la exactitud posicional y descriptiva de los elementos geométricos presentes.

En lo referente a la cartografía temática, habiendo obtenido los datos de campo pertinentes, se incluyeron a la información secundaria ya recolectada de entidades gubernamentales, públicas y privadas del orden nacional, departamental, municipal y local. Posteriormente, se ajustó este nuevo conjunto de información según los requerimientos del modelo de almacenamiento de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA (Resolución 2182 de 2016); y metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Res. 471 (14 de mayo de 2020), por la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia, adopta un solo origen de coordenadas para el territorio nacional. Los parámetros bajo los cuales se define el sistema de coordenadas utilizado pueden ser observados en la siguiente

Tabla 2-147 Parámetros para el sistema de referencia magna Colombia CTM12


Sistema de Coordenadas	MAGNA Colombia CTM12
Origen	Bogotá
Proyección	Transversa Mercator
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Meridiano Central	-73,0000
Latitud de Origen	4,0000
Factor de escala	0,9992

Fuente: Elaboración a partir de IGAC. Resolución 471 (14, mayo,2020). Adaptado por: INGEDISA S.A., 2023

A fin de verificar las relaciones espaciales naturales entre las entidades geométricas definidas a través de la información primaria y secundaria, se procedió a definir una serie de condiciones y/o restricciones desde el punto de vista espacial y racional, para comprobar la congruencia topológica de los puntos, líneas y polígonos que describen los datos obtenidos. Estos supuestos a cumplir fueron en general los siguientes:

Para la entidad espacial puntual se definió como error que dos o más puntos compartieran un mismo par coordenado, para comprobar esto se utilizó la herramienta DISSOLVE del Software ArcGIS; así como la regla topológica MUST BE DISJOINT, de manera que dichos puntos fueron depurados de la cartografía.

Para la entidad lineal, se estableció como errores topológicos la no conexión entre líneas, discontinuidades en nodos, y el solapamiento e intersección entre ellas, se empleó en este

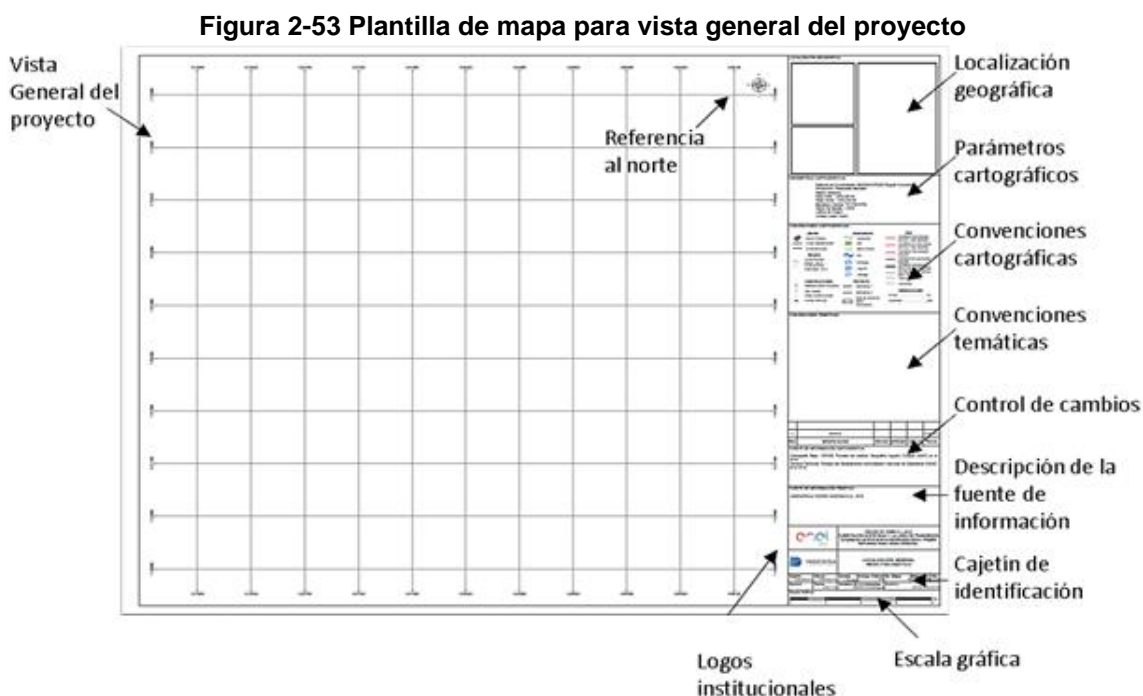
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 324

caso la herramienta TOPOLOGY del Software ArcGIS para lograr el chequeo y corrección cuando fue necesario.

Para la entidad de área, se concibieron bajo los estándares del no solapamiento entre polígonos, y la no existencia de espacios entre ellos cuando se tratan de polígonos contiguos en una misma capa. En este caso, nuevamente se utilizó la herramienta TOPOLOGY del Software ArcGIS, para su verificación y corrección.

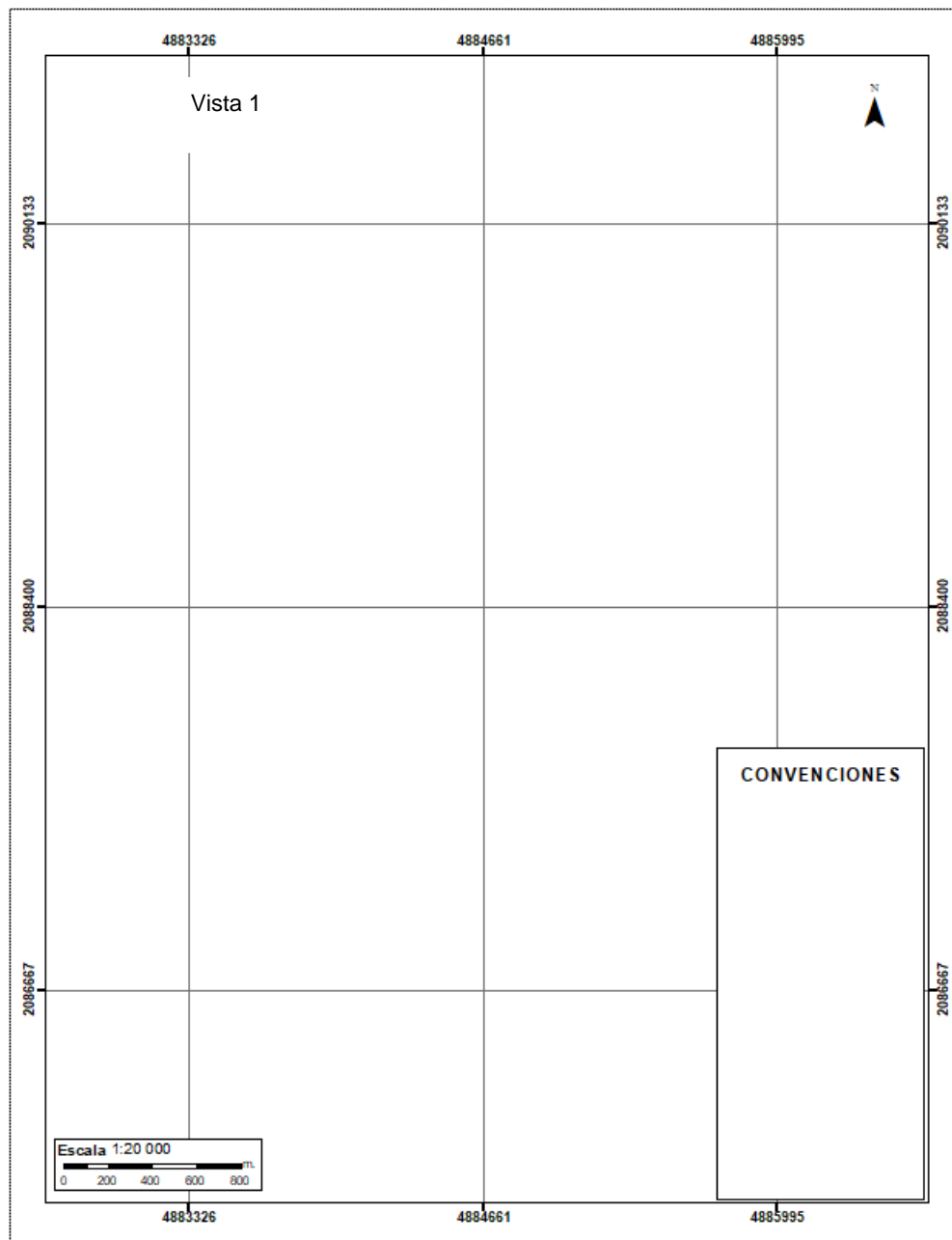
En cuanto a la necesidad de explicar el significado de los datos, su cómo, su cuándo y por qué, a fin de que sean operables por otros usuarios, se crearon metadatos siguiendo la plantilla de metadatos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en su versión 3.0.

Por otra parte, para lograr una presentación adecuada y formal de cada uno de los productos cartográficos que hacen parte de este estudio, y siguiendo todas y cada una de las consideraciones básicas y elementos que debe contener un mapa, según lo requerido en la Metodología General para la presentación Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, dirección de Licencias, Permisos y trámites Ambientales ANLA 2018; se diseñó una plantilla, para mostrar una vista general donde se exhibe completamente el proyecto, a escala 1:10.000. Este formato de mapas y sus elementos son apreciables en la Figura 2-53. En lo que respecta a las figuras que acompañaran al documento se estableció un modelo de salida gráfica, que sólo será modificable en caso de que la presentación de la información lo requiera. Este modelo es apreciable en la Figura 2-54, el cual cuenta con convenciones, norte, escala y el proyecto en la vista 1, esta tendrá un tamaño de una página.



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 2-54 Modelo de salidas gráficas para documento

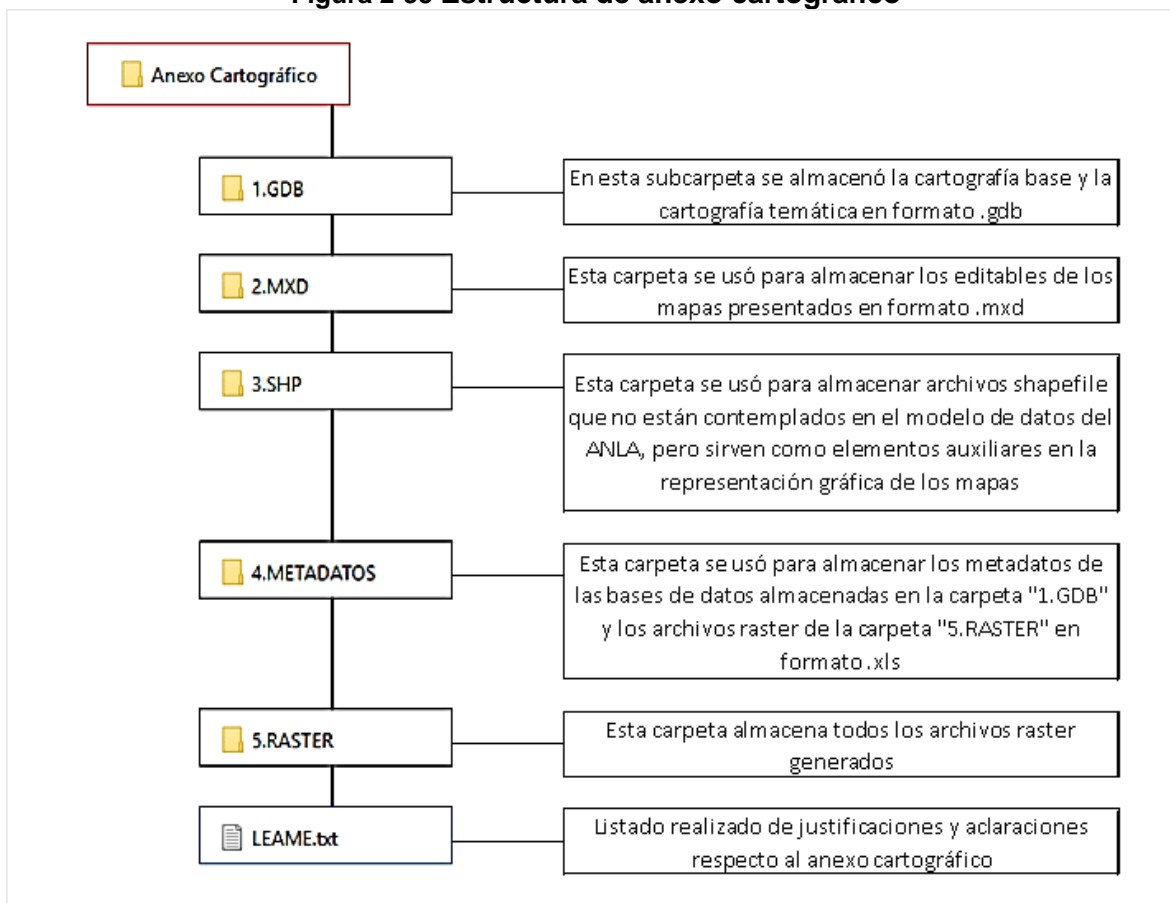


Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Finalmente, se almacenó toda la información pertinente en una carpeta llamada “Anexo Cartográfico”, seguidamente se creó un archivo de texto llamado “LEAME.txt” donde se hicieron las aclaraciones y justificaciones a las que hubo lugar respecto a este anexo; y

cinco (5) subcarpetas llamadas “1. GDB”, “2. MXD”, “3. SHP”, “4. METADATOS” y “5. RASTER”. Una visualización más clara de esta estructura puede verse en la Figura 2-55.

Figura 2-55 Estructura de anexo cartográfico



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

2.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En la Figura 2-56 se presenta el cronograma o línea de tiempo del proyecto “Subestación Eléctrica Guaymaral y sus Líneas de Transmisión a 115 kV”.



 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 327

Figura 2-56 Línea de tiempo del proyecto





Fuente: Enel Colombia S.A. E.S.P, 2023

2.5 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

El equipo consultor que participo en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental hace parte de la compañía Ingeniería & Diseño INGEDISA S.A, en la Tabla 2-148 se presentan los datos de cada profesional.



Tabla 2-148 Equipo consultor para el estudio de impacto ambiental

PROFESIONAL	FORMACIÓN	ACTIVIDAD DESARROLLADA
Alonso Galindo Caballero	Ingeniero civil	Gerente
Katherine Bibiana Martínez Correa	Ingeniera química	Directora ambiental
Julian Alberto Yopasa Cardona	Ingeniero forestal	Coordinador ambiental del estudio
Laura Daniela Rueda Velasco	Ingeniera ambiental	Componente atmósfera, usos y usuarios y calidad del agua, otros
Fabián Mauricio Fuentes Suarez	Geólogo	Componente hidrogeología
Juan Sebastian Hernandez Gamboa	Ingeniero ambiental	Componente hidrología
Sandra Rosero	Ingeniera agrícola	Componentes suelos y paisaje
Natalia Mantilla Cortes	Antropóloga	Componente arqueológico
Luis Alberto Maya Moreno	Abogado	Gestor técnico consulta previa
Daniela Orjuela Sánchez	Geógrafa	Profesional SIG
Karen Andrea Cetina Pacanchique	Ingeniera topográfica	Profesional SIG
Jean Carlos Mejía	Biólogo	Componente fauna ornitología
Santiago Casas Cardona	Biólogo	Componente fauna herpetología
Cristian Camilo Salinas Ramos	Biólogo	Componente fauna mastozoología, otros
Yennifer Ramos Arias	Bióloga	Componente flora epífitas
Yulibey Caleño Ruiz	Ecóloga	Componentes ecosistemas acuáticos, ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas, otros

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 328

PROFESIONAL	FORMACIÓN	ACTIVIDAD DESARROLLADA
Derly Johana Londoño Hernández	Ingeniera forestal	Planes de manejo medio biótico Compensaciones bióticas, otros
Fabian Andrés Patiño Oviedo	Ingeniero Forestal	Componente flora arbórea, otros
Juan David Soriano Camelo	Ingeniero forestal	Componente flora arbórea, otros
Mary Julieth Pinzon Vega	Trabajadora social	Medio socioeconómico
Ginna Paola Peña Nieto	Ingeniera ambiental	Componente analítico
Jessica Castellanos Villamil	Ingeniera ambiental	Componente analítico
David Quesada Martínez	Economista	Valoración económica ambiental

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 329

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA - GALVIS, Andrés R. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Anphibia) de Colombia. En: Biota Colombiana, diciembre, 2000, vol. 1, no 3, p. 289-319. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49110303>.

ACOSTA-GALVIS, Andres R. Lista de los Anfibios de Colombia [en línea]. Boyacá, Colombia. 2023, [citado 13 junio, 2023] Disponible en internet: <http://www.batrachia.com>. AITEC S.A.S. Formulación participativa del plan de manejo ambiental del parque ecológico distrital de montaña cerro de Torca tomo I. 2014.

Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 555. Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.2021

ANDRADE, Gonzalo. Estado del Conocimiento de la Biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para Fortalecer la Interacción Ciencia-Política. En: Rev. Acad. Colomb.cienc. exac. Fis. Nat, 2011, vol.35 no. 137, p. 491 – 507.

ANGULO, Ariadne. *et al.*, Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Bogotá D.C.: Conservación Internacional, Serie manuales para la conservación, 2006. 298 p.

ANLA, CIRCULAR EXTERNA No. 00002, del 2022, Numeral 6, Estandarización de los cálculos de representatividad del muestreo de especies en veda nacional de conformidad con la Resolución 0213 de 1977 INDERENA, para proyectos con área de intervención definida

ANLA. (2018). Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales. Bogotá: Autoridad nacional de licencias ambientales.



ANLA. (2022). CIRCULAR EXTERNA No. 00002. Bogotá.

Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evolución de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín.

Arias Giraldo, J. A. (2017). ESTADO DEL ARTE DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA (PASOS DE AGUA Y OBRAS DE ARTE) Y TALUDES DE LA RED VIAL DEL TRAMO SAN JOAQUÍN – CORREGIMIENTO DE ALTAGRACIA, MUNICIPIO DE PEREIRA. Bogotá D.C: Universidad Libre.

ARIAS GIRALDO, Jairo Alejandro. Estado del arte de la infraestructura hidráulica (pasos de agua y obras de arte) y taludes de la red vial del tramo San Joaquín – corregimiento de Altagracia, municipio de Pereira. Universidad Libre Seccional Pereira. Facultad de Ingenierías: Ingeniería Civil. 2017. 16 p.

Ayerbe, F. (2018). Guía ilustrada de la Avifauna Colombiana. Colombia: Puntoaparte Bookvertising.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 330

AYERBE-QUIÑONES, Fernando. Colibríes de Colombia. Cali, Colombia.: Wildlife Conservation Society, 2015. 344 p. (Serie: Avifauna Colombiana). ISBN 13 978-958-58741-5-2.

AYERBE-QUIÑONES, Fernando. Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Segunda Edición. Bogotá D.C.: Wildlife Conservation Society/Colombia Program, 2019. 212 p. (Panamericana Formas e impresos). ISBN 978-958-5461-44-4.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. **HBW and BirdLife Taxonomic Checklist v7 (December 2022)** [En Línea]. [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: <http://datazone.birdlife.org/species/taxonomy>.

CALDERÓN Eduardo. et al. Libro Rojo de Plantas de Colombia: Orquídeas, Primera Parte. Volumen 3 Instituto Alexander von Humboldt - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. 828 p. ISBN: 978-958-8343-14-3.

Castro Méndez, Carlos Enrique et al. (2016). Modelo climático de los páramos de la Cordillera Oriental colombiana aplicado a regímenes de temperatura del suelo. En Perspectiva Geográfica (págs. 33 - 62).

Castro, M. (2014). Imputación de Datos Faltantes en un Modelo de Tiempo de Fallo Acelerado. de vIGO: Universidad de Santiago de Compostela.

Chaparro-Herrera, S. E.-G.-C.-B. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. Biota Colombiana.

CHAPARRO-HERRERA, Sergio, LOPERA-SALAZAR, Andrea. y STILES, Gary. Aves del departamento de Cundinamarca, Colombia: conocimiento, nuevos registros y vacíos de información. En: Biota Colombiana, enero-junio 2018, vol.19 no 1, p. 160-189. Disponible en internet: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-53762018000100160.



CHAPARRO-HERRERA, Sergio. *et al.* Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. En: Biota Colombiana, 2013, vol. 14, no 2, p. 235-272. Disponible en internet: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32892?locale-attribute=es>.

CHAPARRO-HERRERA, Sergio. y OCHOA, Diego. Aves de los Humedales de Bogotá, Aportes para su Conservación. Bogotá D. C., Colombia.: Asociación Bogotana de Ornitología -ABO, 2015. 92 p.

Churchill, S. L. (1995). Prodrum bryologiae novo-granatensis: introducción a la flora de musgos de Colombia. P.imprenta, 1-2.

Churchill, S., & Linares, E. (1995). Prodrum bryologiae novo granatensis. Bogotá: Guadalupe Ltda.

Cipagauta Méndez, A. F., & Galindo Hernández, P. A. (2020). Desarrollo del plugin zoniclim

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	
	CÓDIGO: CAP 2	VERSIÓN: 00
	PÁG. 331	

en QGIS para calcular mapas de zonificación climática y diligenciar su tabla de atributos según el modelo de datos establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Bogotá D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Apéndices I, II y III. Disponible en Internet:<
<https://cites.org/esp/app/appendices.php>>.

Clevenger, A. P., Wierzchowski, J., Chruszcz, B., & Gunson, K. (2002). GIS-generated, expert-based models for identifying wildlife linkages and planning mitigation passages. *Conservation Biology*, 16(2), 503–514.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución No 1912 (15 septiembre 2017). Por la cual se establece el listado de las especies silvestre amenazadas. Bogotá, D.C. MADS. 38 p.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 (15, septiembre, 2017). “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. MADS. Bogotá. D.C., 2017. 38 p.

COLWELL, Robert. K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples [Programa de computador]. Versión 9.1.0. 15 June 2013. [Consultado en mayo de 2023]. Disponible en internet: <http://viceroy.colorado.edu/estimates/EstimateSPages/EstimateSRegistration.htm>.



Conesa Fernández, V. (1993). Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental". Obtenido de <http://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Asignaturas/1818/Archivo1.5036.pdf>

Conesa. (2010). Guía metodológica para la evaluación de impacto Ambiental, Anexo VI. V. Conesa Fdez. – Vitora (4th ed.). Ediciones Mundi-Presa.

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 99. “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.”

CONVENCION SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES - CITES. Apéndices I, II y III de la CITES [En línea]. Versión 11/01/2023 [Consultado en mayo, 2023]. Disponible en internet :<
<http://www.cites.org/esp/app/index.shtml>>.

Cornell Lab Of Ornithology. (2021). Birds of The World. Obtenido de <https://birdsoftheworld.org/bow/subscribe>

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 332

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ. ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS HUMEDALES DE TORCA Y GUAYMARAL. CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN. Bogotá D.C, Colombia.: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2022. 1052p. Disponible en Internet:< URL: <https://www.ambientebogota.gov.co/es/humedal-torca-y-quaymaral>.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (19 de Abril de 2023). Histórico de series hidrometeorológicas. Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/2524>

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2017). Actualización POMCA Rio Bogota - Caracterización Física. Bogotá D.C.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (26 de 04 de 2023). Histórico de series hidrometeorológicas. Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/2524>

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Boletines de calidad del aire. <https://www.car.gov.co/vercontenido/4481.2023>

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Boletines de calidad del aire. <https://www.car.gov.co/vercontenido/4481.2023>

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Documento - Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. - THOMAS VAN DER HAMMEN. Componente descriptivo. Bogotá, D.C, Colombia.: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2014. 473p. Disponible en Internet:< URL: https://www.car.gov.co/van_der_hammen/vercontenido/17.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Histórico de series hidrometeorológicas [sitio web]. Bogotá D.C.[consultado 05 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.car.gov.co/vercontenido/2524>

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. 2019



CREAF. ¿Qué son los servicios ecosistémicos? [Online]. 2016, [Citada: 26 de febrero de 2016] <http://blog.creaf.cat/es/conocimiento/que-son-los-servicios-ecosistemas/>

Delgadillo, M. (1986). Biofitas. En A. Lot , & F. Chiang, Manual de Herbario. Administración

Departamento Administrativo de la Función Pública, Decreto 2106 de 2019, Por el cual se dictan normas para simplificar, suprimir y reformar trámites, procesos y procedimientos innecesarios existentes en la administración pública, republica de Colombia

Días-Páez, H. &. (2003). Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 509-525.

DÍAZ - PULIDO, Angélica y PAYÁN - GARRIDO, Esteban. Manual de fototrampeo: Una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia (Primera

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	
	CÓDIGO: CAP 2	VERSIÓN: 00
	PÁG. 333	

ed). Bogotá, D. C., Colombia.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia, 2012. 32p. Disponible en internet: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31415/240.pdf;jsessionid=A4EBCA7EB92E1B3C89B84CE234D523DF?sequence=1>.

DIAZ-PAEZ, Helen y ORTIZ, Juan C. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. En: Revista Chilena de Historia Natural, septiembre 2003, vol. 76 no 3, p. 509–525. Disponible en internet: <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000300014>.

ECHEVERRY-GALVIS, María Á. *et al.* Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado. En: Ornitología Colombiana, 2022, vol. 22, p. 25-51. Disponible en internet: <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/lista-oficial-de-las-aves-de-colombia-2022-adiciones-cambios-taxonomicos-y-actualizaciones-de-estado/>.

EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2004). Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres. Recuperado el 23 de Agosto de 2014, de <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>

EMPRESA ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Cuenca Torca – Guaymaral. Parque ecológico distrital de humedal torca - especies de fauna. Bogotá, D.C, Colombia.: Empresa Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2019. 4p. Disponible en internet: < url: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/gestores-ambientales/gestion-ambiental/Sistema_hidrico_del_Distrito_Capital/Cuenca_torca-quaymaral.



Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales de Torca y Guaymaral, 2022.

FINOL. (1976). Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la Reserva Forestal del Caparo. Barinas.

FROST, Darrel R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2. Electronic Database accesible. [Citado 14/06/2023]. Disponible en internet: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>.

GARCIA, Néstor & BETANCUR Julio. Libro rojo de plantas de Colombia: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras. Volumen 3. Instituto Alexander von Humboldt. Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. ISBN: 978-958-8151-79-3

GARCÍA-LONDOÑO, Andrés y TRUJILLO, Fernando. MAMÍFEROS. En: Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquia. Bogotá, D. C. Colombia. : MERCADO, O., M. F. BATISTA-MORALES, P. MORA, C. OSORIO-PELÁEZ y C. A. LASSO. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), 2015. p. 320-345.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 334

GARDNER, A. L. MAMMALS OF SOUTH AMERICA. VOLUME 1 MARSUPIALS, XENARTHANS, SHREWS, AND BATS. University of Chicago, 2007. 669 P. ISBN: 9780226282404.

Gil Novoa, J. E. (2014). Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en *Quercus humboldtii* (Fagaceae) de Boyacá. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 19-727

GLOBAL BIODIVERSITY FACILITY - GBIF. Global Biodiversity Facility Colombia [En línea]. [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: <https://www.gbif.org/es/country/CO/summary>.

Global water partnership. (2011). Cartilla técnica: ¿Qué es cuenca hidrológica? Lima: Sociedad Geográfica de Lima.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP. Cartilla técnica: ¿Qué es cuenca hidrológica? Sociedad Geográfica de Lima. Lima, Perú. 2011.

Gradstein et al. (2003). A Protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. *Selbyana* .

Gradstein, R. (2003). A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. . *Selbyana*, 24, 105-111.

Gradstein, S. R., Churchill, S. P., & Allen, N. S. (2001). Guide to the Bryophytes of Tropical America. New York: BOARD. 577 p

Grupo Energía Bogotá. (2014). Estudio de Impacto Ambiental proyecto Alférez San Marcos. Bogotá D.C.

Grupo Energía Bogotá. Estudio de Impacto Ambiental proyecto Alférez San Marcos. Bogotá D.C: 2014.



GUTIÉRREZ-ZAMORA, Aquiles. Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la cordillera oriental de Colombia. *En: Ornitología Colombiana*, 2008, vol.7, p.17-42. Disponible en internet: <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/175>.

HAMMER, Øyvind, HARPER, David. A. y RYAN, Paul. D. Programa PAST (Version 4.03, june 03 2020): Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *En: Paleontología Electrónica*. 2001. vol. 4, no1. 9p. Disponible en internet: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf.

Hernández-Camacho, J. (1992). Centros de endemismo en Colombia. *En: La diversidad biológica de Iberoamérica*. Instituto de Ecología, 175-190.

Hernández-Camacho, J., & Sánchez-Páez., H. (1992). Biomas terrestres de Colombia. *En La diversidad biológica iberoamericana* (pág. 300). México: G. Halffter.

HERNÁNDEZ-CAMACHO, Jorge. *et al.* Centros de endemismo en Colombia. Disponible en internet:

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 335

https://www.researchgate.net/publication/245631485_Centros_de_endemismo_en_Colombia.

Heyer, W. R. (1994). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Washington, DC.: Smithsonian Institution Press.

HEYER, W. Ronald. *et al.* Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Washington, DC.: Smithsonian Institution Press, 1994. 320 p. ISBN 1560982845.

Hilty, S., & Brown, W. (2001). Guía de las Aves de Colombia. Princeton University Press.
HILTY, Steven L. y BROWN, William L. Guía de Aves de Colombia. Segunda Edición (Álvarez-López, H, Reimpresión de la traducción). New Jersey.: Princeton University Press, 2001. 1031p.

Ibañez, A, Moreno, H, & Gisbert J. (2011). Métodos para la determinación del tiempo de concentración (tc) en un cuenca hidrográfica. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

ICONTEC, I. C. (2004). NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5254. 2004-05-31. Gestión Del Riesgo. Bogotá, D.C.

ICONTEC, I. C. (2004). NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5254. 2004-05-31. Gestión Del Riesgo. Bogotá, D.C.

IDEAM, IGAC, Invemar, Sinchi, & IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. En M. y. . Instituto de Hidrología. Bogotá D.C.

IDEAM. (2005). Formato Común de Hoja Metodológica de Indicadores Ambientales Humedad Relativa.

IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá D.C.



IDEAM. (2019). Glosario Meteorológico. Bogotá.

IDEAM. (2020). IDEAM - Radiación Solar. Obtenido de IDEAM - Radiación Solar: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta#:~:text=La%20radiaci%C3%B3n%20solar%20es%20la%20energ%C3%ADa%20emitida%20por,din%C3%A1mica%20de%20los%20procesos%20atmosf%C3%A9ricos%20y%20el%20clima>.

IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá D.C: 2010.

IGAC, 2017. Metodología: Elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamiento de suelos M40700-02/17-V1. p. 4

IGAC. Conflictos de uso del territorio colombiano, Unidades de vocación de uso de las

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 336

tierras. Bogotá: 2012. 55p.

IGAC. Instructivo Códigos para los Levantamientos de Suelos (I40100-06/14, V1), Bogotá, 2014.

IGAC. Metodología Levantamiento de suelos (M40100-01/14V2), Bogotá, 2014.

IGAC. Metodología para la Clasificación de las Tierras por su Capacidad de uso. Bogotá: 2014.

IGAC. Metodología: Elaboración de cartografía geomorfológica aplicada a levantamiento de suelos M40700-02/17-V1. Bogotá. 2017.

IGAC. Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por salinización, Bogotá, 2017.

IGAC. Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión, Bogotá, 2015.

IGAC-CORPOICA. Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del País. Capítulo IV: Uso adecuado y conflictos de uso de las tierras en Colombia. Bogotá: 2002

INGEOMINAS. Atlas de agua subterránea de Colombia en escala 1:500.000, memoria técnica de la plancha 5-09. Bogotá D.C. 2003

INGEOMINAS. Geología de la plancha 228 Santafe de Bogotá Noreste. 2001.



INRENA, Instituto Nacional de Recursos Naturales (1995). Mapa ecológico del Perú. República del Perú, Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 271p.

INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES. Colecciones en línea (2004 y continuamente actualizado) [En línea]. [Bogotá, Colombia]: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, 2016 [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: < <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>>.

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES -IDEA, EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ y SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Plan de Manejo Ambiental del Humedal Torca – Guaymaral. Caracterización Diagnóstica. Bogotá, D.C, Colombia.: Instituto de Estudios Ambientales -IDEAM, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y Secretaría Distrital de Ambiente, 2009. 548p. Disponible en Internet:< URL: https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dln_download&p=15044.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (26 de 04 de 2023). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (19 de 04 de 2023). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 337

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Unidad de Planeación Minero-Energética. Atlas de radiación solar de Colombia. Bogotá D.C. 2005.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2018). Estudio Nacional del Agua. Bogotá D.C.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Consulta y descarga de datos hidrometeorológicos. [en línea]. Bogotá D.C. [consultado 05 de julio de 2023]. Disponible en: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2019). Guía metodológica de la operación estadística variables meteorológicas. Bogotá D. C, Colombia.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Glosario Meteorológico. Bogotá D.C. 2019

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Estudio Nacional del Agua. 2022

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD –SIB Colombia [En línea]. [Bogotá, Colombia]: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2023 [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: www.sibcolombia.net/web/sib/home.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2014). Metodología para la clasificación de la tierras por su capacidad de uso. Bogotá D.C, Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2021). Zonificación climática para levantamiento de suelos. Bogotá D.C.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Metodología para la clasificación de la tierras por su capacidad de uso. Bogotá D.C. 2014



INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES –INDERENA. Resolución 0801, 24 de junio, "Por la cual se declara planta protegida una especie de flora silvestre y se establece una veda. Bogotá D.C. 1977.

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES –INDERENA. Resolución 0316. Por la cual se modifican las resoluciones 316 de 1974 y 1408 de 1975, proferidas por el Inderena, en relación con la veda sobre la especie Roble (*Quercus humboldtii*). Bogotá D.C. 1974-

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES –INDERENA. Resolución 0213 (febrero 1977). Por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre. Bogotá, D.C. INDERENA. 1977. 2 p.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES - IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species [On line]. Version 2022-2 [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: <https://www.iucnredlist.org>.

IUCN. (2023). Red List of Threatened Species. Obtenido de <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/12824/0>

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 338

Iwatsuki, Z. (1960). The Epiphytic Briophyte Communities in Japan. Hattori Bot. Lab, 22, 159-339

JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ. PEDH Torca-Guaymaral [En Línea]. [Bogotá, D.C, Colombia, 2021]: [Citado en mayo, 2023]. Disponible en Internet:< URL: <https://jbb.gov.co/generacion-de-conocimiento/pedh-torca-quaymaral/#Biodiversidad>.

Johansson, D. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest (Acta Phytogeographica Suecica, Ed.).

Johansson. (1974). Ecology of vascular epiphytes in west African rain forest. Acta Phytogeographica Suecica, 59, 1-136.

López, C., & Guelfi, M. (2015). Comparación del método de Thiessen con alternativas más simples mediante simulación de Monte Carlo. Montevideo, Uruguay: Universidad ORT del Uruguay.

Martínez Prada, R. J. (2010). *Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia* (Doctoral dissertation).

MADS. (2019). Circular 8201-2-2378. Bogotá.

MADS. Resolución 2182 “Por el cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”, 2016.

MADS. Resolución 2182 “Por el cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”, 2016.



MADS-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2018). Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales.

Magurran, A. (1988). Ecological diversity and its measurement. Pricenton University Press, New Jersey, 179.

Malleux J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú 441p.

Matus, O. Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2007.

MCALEECE, N. *et al.* BioDiversity Professional statistics analysis software [En Linea]. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 339

Museum London, 1997 [Accessed on 25 May 2023]. Disponible en internet: <http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro>.

Melo, O., & Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué-Tolima: Universidad del Tolima.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS y AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA. 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., 2018. 131 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE -MADS y AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA. Metodología general para la elaboración y presentación de Estudios ambientales. BOGOTÁ D.C., Colombia. 2018. 228p. Disponible en internet: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/metodologia-general-para-la-elaboracion-y-presentacion-de-estudios-ambientales-mgepea/#>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Autoridad Nacional 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.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, M. (2014). Guía Técnica Para la Formulación de Planes De Ordenación y Manejo De Cuenca Hidrograficas. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, -MADS, & Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ia. (2017). Biodiversidad y servicios ecosistemicos en la planificación y gestión ambiental. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, IAvH.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas . Bogotá D.C, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.



Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Términos de Referencia para la Elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA- en Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica TdR-11. Bogotá D.C, Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). (2017). Resolución No. 1912. Por la cual se establece el listado de las especies silvestre amenazadas. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Circular 8201-2-2378. Por la cual se expone la aplicabilidad del parágrafo 2, del artículo 125 del decreto ley 2106 del 2019.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Circular 8201-2-808. Por la cual se establece los lineamientos técnicos para la conservación de las especies de flora en veda.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2254. “Por la

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 340

cual se adopta la norma de calidad del aire y se dictan otras disposiciones”2017

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2254. “Por la cual se adopta la norma de calidad del aire y se dictan otras disposiciones”2017

Ministerio de Ambiente. (2014). Guía técnica para la formulación de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas Pomcas. Bogotá: Anexo A Diagnóstico.

MINISTERIO DE AMBINETE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Guía Técnica Para la Formulación de Planes De Ordenación y Manejo De Cuenca Hidrográficas. Bogotá D.C. 2014

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 0627. “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”. 2006

MONROY-VILCHIS, Octavio. *et al.* Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central México. *En: Animal Biology*, 2009, vol. 59 no 2, p. 145–157. Disponible en internet: <https://doi.org/10.1163/157075609X437673>.

Morales-Betancourt, M. A. (2015). Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) & Universidad de Antioquia.

MORALES-BETANCOURT, Mónica. *et al.* Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia, 2015. 258 p.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, España: CYTED, sociedad entomológica Aragonesa (SEA) UNESCO. 84 p

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidadM&T–Manuales y Tesis SEA. . ed. Zaragoza.



Mota de Oliveira, S. T. (2009). Niche assembly of epiphytic bryophyte communities in the Guianas. *Journal of biogeography*, 36(11), 2076-2084.

Naranjo, L. G., & Amaya, J. D. (2009). Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnostico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad de Colombia. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/WWF Colombia.

Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-Gonzalez, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia, Volumen 1.

NARANJO, Luis G. *et al.* Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Bogotá, D.C Colombia.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia, 2012. 708 p. ISBN: 978-958-8353-43-2.

NARANJO, Luis G. y AMAYA, Juan D. Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnostico e identificación de acciones

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 341

para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad de Colombia. Bogotá, Colombia.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia, 2009. 214 p. ISBN: 978-958-8353-11-1.

NEOTROPICAL BIRDS. Species, Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds, 2010 [Downloaded on may 2023]. Disponible en internet: http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=579596.

Organización meteorológica mundial. (2011). Guía de prácticas hidrológicas. Ginebra, Suiza.

OSBAHR, Karin. y GÓMEZ, Norma C. Uso De Hábitat De La Avifauna En El Humedal Guaymaral (Cundinamarca, Colombia). En: Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación científica, 2006, vol. 9 no 2, p 157-168. Disponible en internet: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2532>.

Pabón-Caicedo et al. (2011). Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y de la precipitación en Colombia. Bogotá D.C: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.

PAIMA. (2014). Asociación y sociabilidad de las especies forestales de dos tipos de bosques del área de manejo forestal de la comunidad nativa Santa Mercedes río Putumayo. Lima, Perú.

PAIMA. (2014). Asociación y sociabilidad de las especies forestales de dos tipos de bosques del área de manejo forestal de la comunidad nativa Santa Mercedes río Putumayo. Lima, Perú.

PATTON, James L, PARDIÑAS, Ulises y D'ELIA, Guillermo. Mammals of South America, Volume 2: Rodents. University of Chicago, 2015. 1336 p. ISBN: 9780226169576.



Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., Desante, D. F., & Milà, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Albany: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture.

Ramírez, H., & Pérez, W. (2007). Mamíferos de un fragmento de bosque de roble en el departamento del Cauca, Colombia. Boletín Científico Centro de Museos. Museo de Historia Natural., 65-79.

RAMÍREZ, Héctor E. y PÉREZ, Weimar A. Mamíferos de un fragmento de bosque de roble en el departamento del Cauca, Colombia. En: Boletín Científico - Centro de Museos - Museo de Historia Natural, enero-diciembre 2007, vol. 11, p. 65–79. Disponible en internet: <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/5366>.

RAMÍREZ-CHAVES, Héctor E. *et al.* Mamíferos de Colombia. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist, 2021. Disponible en internet: <https://doi.org/https://doi.org/10.15472/kl1whs>.

RAMÍREZ-CHAVES, Héctor E., SUÁREZ-CASTRO, Andrés F y GONZÁLEZ AMAYA, José F. “Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia”. En: Mammalogy, 2016.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 342

Notes vol. 3 no 1, p. 1–9. Disponible en internet: <https://doi.org/10.47603/manovol3n1.1-9>.

RANGEL, Orlando. La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *En: Rev. Acad. Colomb.cienc. exac. Fis. Nat*, junio 2015, vol. 39 no. 151, p. 176 – 200.

REMSEN, J. V. et al. Classification of the bird species of South America [En línea].

[Versión 31 May 2023]. American Ornithologists' Union [Citado en junio., 2023]. Disponible en internet: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>.

Remsen, J. V., Cadena, C. D., Jaramillo, A., Pacheco, J. F., Pèrez-Eman, J., Robbins, M. B., . . . Zimmer, K. (11 de 2021). A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Obtenido de <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

Renjifo, L. M. (2014). Libro rojo de aves de Colombia: Vol 1. Bosques húmedos de los Andes y Costa Pacífica. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

Renjifo, L. M.-V.-G.-T. (2016). Libro Rojo de Aves de Colombia. Volumen II. Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.

RENJIFO, Luis M *et al.* Libro rojo de aves de Colombia. Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Bogotá, Colombia.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014. 465 p.

RENJIFO, Luis M. *et al.* Libro rojo de aves de Colombia: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Bogotá, D. C., Colombia.: Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt, 2016. Vol. II. 565 p.



REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1076. Decreto único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo sostenible a partir de la fecha de su expedición. 2015

Resolución 2971 (Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca 4 de Octubre de 2017).

Restall, R. R. (2007). Birds of northern south America, An identification guide. Volume 2. London: Yale University Press.

RESTALL, Robin, RODNER, Clementina. y LENTINO, Miguel. Birds of Northern South America: an Identification guide. New Haven.: Yale University Press, 2007. Volume 2. 656 p.

Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M., y Romero, M. 2006. Ecosistemas de los Andes colombianos. Segunda edición. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 154p.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: CAP 2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 343

RODRIGUEZ-MAHECHA, José V. *et al.* Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Bogotá.: Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006. 430 p. ISBN: 978-958-97690-7-2.

ROMERO-ALMARAZ, María de Lourdes. *et al.* Mamíferos pequeños manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. 2a edición. México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología, 2007. 201p. ISBN: 978-970-32-4709-7.

RON, Santiago. Anfibios del Ecuador [En Línea]. [Versión 23/06/06]: [Citado en junio., 2023]. Disponible en internet: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/>.

Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J. D., & Amezcuita, & A. (2004). Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de las Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente., 384.

RUEDA-ALMONACID, Jose V, LYNCH, John D y AMEZQUITA, Adolfo. Libro rojo de anfibios de Colombia. Bogotá, D.C. : Serie Libros Rojos de las Especies Amenazadas de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Universidad Nacional, Conservación Internacional, 2004. 384p. ISSN: 33-6070-8.

RUÍZ, Febe L. *et al.* Biodiversidad y conectividad ecológica en la localidad de Suba. Bogotá, D.C. Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2008. 52p. Disponible en Internet:< URL:https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlim_download&p=3623.



SÁNCHEZ, H. CASTAÑO, O. y CARDENAS, G. Diversidad de los Reptiles en Colombia. En: Colombia Diversidad Biotica I. Bogotá.: Rangel-Ch. J. (ed.). Instituto de Ciencias Naturales. FEN, 1995. p. 277-325.

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ. INFORME ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS MONITOREOS DE LA BIODIVERSIDAD AÑO 2021 DEL PARQUE ECOLÓGICO DISTRITAL DE HUMEDAL TORCA – GUAYMARAL. Bogotá D.C, Colombia. Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá, 2022. 110p. Disponible en Internet:< URL: <https://ambientebogota.gov.co/documents/10184/2884782/torca+guaymaral-informe+monitoreo+biodiversidad.pdf>.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Actualización del Plan de Manejo Ambiental humedales de Torca y Guaymaral. 2022

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, SECRETARÍA DISTRITAL DE SALUD. Resolución 868. “Por medio de la cual se establece el nuevo índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud-IBOCA- para la gestión del riesgo de deterioro del ambiente y de la salud humana.” 2021

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. ÍNDICE BOGOTANO DE CALIDAD DEL AIRE. <http://iboca.ambientebogota.gov.co/mapa/.2023>

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 344

SGC. (2017). Guía Metodológica Para La Zonificación De Amenaza Por Movimientos En Masa Escala 1: 25.000. Obtenido de [https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM\(2017\).pdf](https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf)

SIB Colombia. Biodiversidad en Cifras, Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia [en línea], Bogotá. Colombia, 2020, [citado 09 mayo., 2023]. Disponible en internet: <https://cifras.biodiversidad.co/>.

SIB. (2020). Biodiversidad en Cifras. Obtenido de <https://cifras.biodiversidad.co/> Sistema de Información Ambiental de Colombia - SIAC. Obtenido de Catalogo de mapas: <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas.2018>.

SOLARI, Sergio. *et al.* RIQUEZA, ENDEMISMO Y CONSERVACIÓN DE LOS MAMÍFEROS DE COLOMBIA. *En*: Mastozoología Neotropical, julio-diciembre, 2013, vol. 20 no 2, p. 301-365. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45729294008>.

STILES, F Gary. y ROSSELLI, Loretta. Inventario de las aves del bosque altoandino: comparación de dos métodos. *En*: Caldasia, 1998, vol. 20, p. 29-43. Disponible en internet: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17468>.

Stiles, F. G. (1998). Inventario de las aves del bosque altoandino: Comparación de dos métodos. Caldasia, 29-43.

TORRES, Omar. Reptiles del Ecuador [En Línea]. [Versión 23/05/04]: [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/>.

Turner, M. G. (1990). Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecology*, 4(1), 21–30. <https://doi.org/10.1007/BF02573948>

UDBC, U. D. (2017). Guía para la recolección y preservación de muestras botánicas en campo.

UETZ, P. *et al.* The Reptile Database [en línea]. [Version 09 mayo., 2023] [Citado 09 mayo., 2023]. Disponible en internet: <http://www.reptile-database.org>.



UICN, Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, [en línea]. ago. 2020 [citado 29 de octubre, 2020]. Disponible en Internet: URL: <https://www.iucnredlist.org>

UNESCO. (1980). Ecosistemas de los Bosques Tropicales. Paris: Organización de las Naciones Para la Educación, la Ciencia Y la Cultura.

UNESCO. International Legend for Hydrogeological Maps. Página 37.1983.

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN. ACTUALIZACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA CUERVOS, EN EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL, ANTIOQUIA. MEDELLIN. 2006

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2013). Hidrología. Lección 14. Características del área de captación. Recuperado el 6 de Julio de 2015, de Datateca Unad:

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: CAP 2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 345

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30172/MODULO%20HIDROLOGIA/leccin_14_caracteristicas_del_rea_de_captacin.html

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. Datateca Unad. [sitio web]. Bogotá D.C.[consultado 05 de julio de 2023]. Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30172/MODULO%20HIDROLOGIA/leccin_14_caracteristicas_del_rea_de_captacin.html

UPME-IDEAM. (2005). Atlas de radiación solar de Colombia. Bogotá.

Vázquez, M., & Ulloa, R. (1997). Estrategia para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Sector Forestal del Ecuador. Quito: Programa de Comunicación de EcoCiencia.

VÁZQUEZ, Miguel y ULLOA, Roberto. Estrategia para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Sector Forestal del Ecuador. Quito, Ecuador.: Proyecto FAO-Holandace Apoyo a la Ejecución del Plan de Acción Forestal del Ecuador (PAFE)"/EcoCiencia, 1997. 149 p. ISBN9978-95-196-2.

Villareal, H. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 236.

Villarreal H, et al. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogota: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Villarreal, H. Á. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programas de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.



VILLARREAL, Humberto. *et al.* Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia.: Programas de inventarios de biodiversidad, Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006. 236 p.

Voss, R., & Emmons, L. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforest: A preliminary assessment. Museum Natural History, 13-35.

VOSS, Robert y EMMONS, Louise. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforest: A preliminary assessment. American Museum Natural History, 1996. 115 p. ISSN 0003-0090.

WILSON, Don E. y REEDER, DeeAnn M. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed). Johns Hopkins University Press, 2005.142 p. ISBN 1-800-537-5487.

Wolf, J. H. D. (2005a). The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. Forest Ecology and Management, 212(1–3), 376–393. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.027>

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		CÓDIGO: CAP 2
	PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		VERSIÓN: 00
	GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		PÁG. 346

Wolf, Jan; Gradstein, Robbert; Nadkarni, Nalin. (2009). A protocol for sampling vascular epiphyte richness and abundance. *Journal of Tropical Ecology*, 25(2), 107–121

XENOCANTO. Bird sounds from all over the world [En línea]. Xeno-canto Foundation 2005-2023 [Citado en mayo., 2023]. Disponible en internet: <https://www.xeno-canto.org/>.
y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos (págs. 77-82). Ciudad de Mexico: Consejo Nacional de la Flora de México