



“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO UPME-03-2010, SUBESTACIÓN CHIVOR II – Y NORTE 230 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS ”

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

CONSORCIO AMBIENTAL CHIVOR



ESCALA SIN	FORMATO Carta	REFERENCIA EEB 2- EEB-NORTE-AMB-2002-1	HOJA 01	REV 1
----------------------	-------------------------	---	-------------------	-----------------

TABLA DE CONTENIDO

1.	GENERALIDADES	12
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	13
1.1.1.	Aspectos Generales del Proyecto	16
1.1.2.	Localización Político-Administrativa y Jurisdiccional del Proyecto	17
1.2.	OBJETIVOS	20
1.2.1.	Objetivo General.....	20
1.2.2.	Objetivos Específicos	21
1.3.	ANTECEDENTES.....	21
1.3.1.	Proyecto “Subestación Chivor II – y Norte 230 kV y líneas de transmisión asociadas, obras que hacen parte de la Convocatoria UPME 03 de 2010”.....	21
1.3.2.	Justificación del proyecto.....	23
1.3.3.	Marco Legal.....	25
1.3.3.1.	Marco legal por sectores:.....	25
1.4.	ALCANCES	31
1.5.	METODOLOGÍA.....	32
1.5.1.	Caracterización Abiótica	34
1.5.1.1.	Caracterización del área de estudio del Proyecto	34
1.5.2.	Caracterización Medio Biótico.....	91
1.5.2.1.	Flora	91
1.5.2.2.	Fauna	129
1.5.3.	Metodología Medio Socioeconómico	174
1.5.3.1.	Proceso Para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.	179
1.5.3.2.	Metodología para caracterización predial.....	199
1.5.3.3.	Metodología para el análisis de Vulnerabilidad de la población a trasladar ..	201
1.5.4.	Metodología Aspectos Arqueológico.....	213
1.5.5.	Zonificación ambiental	215

1.5.5.1.	Aspectos Conceptuales para el Desarrollo de la Zonificación Ambiental	215
1.5.5.2.	VARIABLES DE ANÁLISIS PARA LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	216
1.5.5.3.	Criterios de Evaluación	217
1.5.5.4.	Matriz de Decisión	219
1.5.5.5.	Temáticas de Evaluación del Medio Abiótico	219
1.5.5.6.	Temáticas de Evaluación del Medio Biótico	225
1.5.5.7.	Temáticas de Evaluación del Medio Socioeconómico	231
1.5.5.8.	Superposición de la zonificación física, biótica, socioeconómica y cultural en la definición de la sensibilidad ambiental de las áreas	238
1.5.1.	Superposición de la sectorización física, biótica, socioeconómica y cultural en la definición de la sensibilidad ambiental de las áreas	239
1.5.2.	Rangos de Variabilidad para la Zonificación Ambiental.....	240
1.5.2.1.	Calificación de áreas o elementos con sensibilidad dominante o especial ...	240
1.5.3.	Demanda de recursos	241
1.5.3.1.	Metodología para Establecer la Demanda de Recursos Naturales	241
1.5.4.	Evaluación Ambiental	243
1.5.4.1.	Identificación y evaluación de impactos	243
1.5.4.2.	Metodología Evaluación Económica Ambiental.....	251
✓	Valoración monetaria de los impactos relevantes	253
1.5.5.	Zonificación de Manejo Ambiental	254
1.5.6.	Plan de manejo ambiental, de seguimiento y monitoreo	256
1.5.7.	Plan de Contingencias	258
1.5.8.	Organización del estudio	258
1.5.9.	Limitaciones y Deficiencias en la Información.....	267

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Estructura del documento del Estudio de Impacto Ambiental.....	14
Tabla 1-2 Longitud de los tramos que conforman la Línea de Transmisión Proyecto UPME 03 de 2010	17
Tabla 1-3 Jurisdicción Corporación Autónoma Regional.....	17
Tabla 1-4 Coordenadas de Ubicación Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas.	20
Tabla 1-5 Marco Legal de Orden Nacional.....	27
Tabla 1-6 Marco Legal Ambiental General.....	29
Tabla 1-7 Marco Legal Proceso de Licenciamiento Ambiental.....	30
Tabla 1-8 Mosaico de imágenes	39
Tabla 1-9 Métodos de Laboratorio Aplicados.....	42
Tabla 1-10 Pruebas de Laboratorio Aplicadas	43
Tabla 1-11 Nomenclatura aplicada en la Unidad Fisiográfica (Paisaje, Clima y Suelos)	46
Tabla 1-12 Relación de las coberturas con el Tipo de Uso	47
Tabla 1-13 Nomenclatura Tipos de Uso Actual de la Tierra	48
Tabla 1-14 Tipo de Datos Aplicado para Determinar Uso potencial del suelo.	50
Tabla 1-15 Matriz de Decisión para Calificación de Conflictos de Uso.....	52
Tabla 1-16 Tipos de Conflictos de Uso de la Tierra	53
Tabla 1-17 Estaciones de Medición de Caudales	55
Tabla 1-18 Cuerpos de agua Seleccionados	58
Tabla 1-19 Descripción de los métodos empleados para el análisis de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de los cuerpos de agua monitoreados.	60
Tabla 1-20 Ponderación asignada a las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua. ...	62
Tabla 1-21 Interpretación del índice WQI.....	62
Tabla 1-22 Definición práctica de las clases de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos.	67
Tabla 1-23 Estaciones meteorológicas seleccionadas para el análisis espacial.....	69
Tabla 1-24 Parámetros Analizados y Características Asociadas a la Etapa de Campo.	73

CAPITULO 1 GENERALIDADES

Tabla 1-25 Datos Generales de la Medición.	77
Tabla 1-26 Categorías y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables	84
Tabla 1-27 Metodología Bureau of Land Management (BLM, 1980) aplicada para valorar la Calidad Visual del paisaje	86
Tabla 1-28 Escala de valores para determinar la Calidad Visual del Paisaje.	87
Tabla 1-29 Criterios de valoración de la Fragilidad Visual y Capacidad de Absorción Visual (CAV).....	88
Tabla 1-30 Escala de valores para determinar la Absorción Visual del Paisaje.....	88
Tabla 1-31 Rangos de Visibilidad del Paisaje	89
Tabla 1-32 Proceso de muestreo en inventarios forestales.....	97
Tabla 1-33 resumen de dimensiones de las unidades de muestreo para los diferentes ecosistemas vegetales.....	99
Tabla 1-34 Responsables y roles.....	102
Tabla 1-35 Rendimientos diarios para el levantamiento de parcelas por profesional forestal..	103
Tabla 1-36 Estadígrafos para el cálculo del error del volumen total	115
Tabla 1-37 Número de parcelas definidas de parcelas definidas en el Premuestreo en los Ecosistemas bajo el AID.	117
Tabla 1-38 Parámetros analizados para la determinación de la caracterización de la vegetación en los ecosistemas identificados.....	118
Tabla 1-39 Total de parcelas necesarias en el muestreo para cumplir con el Error de muestreo.	122
Tabla 1-40 Rangos de calificación para el índice de contexto paisajístico	128
Tabla 1-41. Información secundaria consultada para la Fauna del área de influencia indirecta del Proyecto.	130
Tabla 1-42 Ubicación geográfica y esfuerzos de muestreo para los transectos de observación del Pre-muestreo para el Proyecto Norte.	132
Tabla 1-43 Ubicación geográfica y esfuerzos de muestreo para bioacústica (Pre-muestreo) para el Proyecto Norte.	134
Tabla 1-44 Agrupación de coberturas CORINE Land Cover para la selección de estaciones de muestreo de fauna.....	135
Tabla 1-45 Ecosistemas evaluados y metodología implementada	139

Tabla 1-46 Esfuerzo de muestreo para anfibios y reptiles por ecosistema para el Proyecto Norte	142
Tabla 1-47 Metodologías implementadas para el muestreo de Aves por ecosistema evaluado	145
Tabla 1-48 Esfuerzos de muestreo para los transectos de observación de aves para el Proyecto Norte.....	147
Tabla 1-49 Esfuerzo de muestreo de bioacústica de aves para el Proyecto Norte.....	147
Tabla 1-50 Esfuerzo de muestreo para los puntos de conteo fijos para aves en el área del Proyecto Norte.....	149
Tabla 1-51 Esfuerzo de muestreo de las redes de niebla para el muestreo de aves para el Proyecto Norte.....	150
Tabla 1-52 Metodologías para caracterización de mamíferos implementadas por ecosistema evaluado.....	153
Tabla 1-53 Esfuerzo de muestreo para mamíferos por ecosistema muestreado el Proyecto Norte.....	154
Tabla 1-54 Localización de los sitios donde se realizaron las encuestas de fauna en el área del Proyecto Norte.....	159
Tabla 1-55 Categorías de amenaza de la IUCN para fauna silvestre.....	161
Tabla 1-56 Cuerpos de agua seleccionados para la Caracterización Hidrobiológica en el AID.....	166
Tabla 1-57 Unidades territoriales del área de influencia directa e indirecta.....	177
Tabla 1-58 Fuentes de información del medio socioeconómico	186
Tabla 1-59 Temáticas de reuniones informativas iniciales con Autoridades Municipales	191
Tabla 1-60 Temáticas de reuniones informativas iniciales con comunidades del AID	192
Tabla 1-61 Temática de reunión de resultados	197
Tabla 1-62 Matriz de Calificación de los Criterios	204
Tabla 1-63 Variables de análisis para la zonificación ambiental.....	216
Tabla 1-64 Criterios de evaluación para las temáticas de zonificación ambiental	217
Tabla 1-65 Interacciones para la relación sensibilidad e importancia.....	219
Tabla 1-66 Rangos de Estabilidad Geotécnica	220
Tabla 1-67 Rangos áreas de amenaza por deslizamiento	222
Tabla 1-68 Rangos Grado de pendientes del terreno.....	222

CAPITULO 1 GENERALIDADES

Tabla 1-69 Criterios de calificación para conflicto de uso del suelo.....	224
Tabla 1-70 Tipos de cobertura y calificación para zonificación biótica	228
Tabla 1-71 Clasificación dada a las áreas de importancia ambiental:	229
Tabla 1-72 Escala para la densidad poblacional.....	232
Tabla 1-73 Variables para los servicios sociales e infraestructura	232
Tabla 1-74 Variables actividades económicas	234
Tabla 1-75 Calificación de Variables de Arqueología.....	236
Tabla 1-76 Clasificación dada a algunos de las áreas o elementos que pueden caracterizar el entorno de un proyecto:	241
Tabla 1-77 Criterios para el cálculo de la importancia de impactos ambientales.....	246
Tabla 1-78 Rangos de los criterios de la importancia.....	248
Tabla 1-79 Rangos de priorización de Impactos Ambientales.....	250
Tabla 1-80 Equipo Profesionales – Elaboración EIA Consorcio Ambiental Chivor	258

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Localización Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas.	19
Figura 1-2 Proceso Metodológico	33
Figura 1-3 Proceso de la Información para la Realización del Mapa Geomorfológico, y Geológico.	37
Figura 1-4 Capas temáticas superpuestas para definir unidades fisiográficas preliminares y puntos de muestreo	40
Figura 1-5 Barrenadas de Comprobación	41
Figura 1-6 Método de muestreo para observación y comprobación	42
Figura 1-7 Disposición de equipos para la toma de medidas de resistividad.....	44
Figura 1-8 Estructura del Sistema de Clasificación Multicategorico	45
Figura 1-9 Diagrama Aplicado para Definir el Uso Potencial de los Suelos.....	50
Figura 1-10 Diagrama para la Determinación del Conflicto de Uso	52
Figura 1-11 Características Morfométricas de la Cuenca.....	57
Figura 1-12 Actividades de la etapa de preparación	60
Figura 1-13 Método GOD para determinación de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de acuíferos.....	67
Figura 1-14 Localización general de los puntos de monitoreo dispuestos para el proyecto	75
Figura 1-15 Localización general de los puntos de monitoreo de ruido ambiental en el área de estudio.....	80
Figura 1-16 Diagrama metodológico para obtener la zonificación geotécnica	83
Figura 1-17 Superposición simple de capas temáticas	85
Figura 1-18 Esquema metodológico para la caracterización del componente florístico.....	93
Figura 1-19 Esquema metodológico cartográfico	96
Figura 1-20 Proceso para el cálculo del número de parcelas en el AID	100
Figura 1-21 Elaboración de grilla para establecer puntos al aleatorios en al AID por ecosistema	101
Figura 1-22 Tramos de trabajo para disminución de tiempos de desplazamiento	104

CAPITULO 1 GENERALIDADES

Figura 1-23 Identificación de impactos.....	106
Figura 1-24 Dimensiones de parcela para la caracterización de ecosistemas.....	107
Figura 1-25 Formato de levantamiento inventario forestal	109
Figura 1-26 Esquema representativo para la toma del CAP en árboles bifurcados.....	111
Figura 1-27 Nomenclatura para el etiquetado de las muestras	112
Figura 1-28 Ubicación de las estaciones de muestreo y pre-muestreo de fauna para el proyecto Norte (ventanas cartográficas 1-3).....	136
Figura 1-29. Ubicación de las estaciones de muestreo de fauna para el proyecto Norte (ventanas cartográficas 4-5)	137
Figura 1-30. Ubicación de las estaciones de muestreo de fauna para el proyecto Norte (ventanas cartográficas 6-7)	138
Figura 1-31. Ubicación de las estaciones de muestreo de fauna para el proyecto Norte (ventanas cartográficas 8-9)	139
Figura 1-32 Medidas morfométricas de los individuos capturados en las redes de niebla.....	151
Figura 1-33 Actividades de la etapa de campo	167
Figura 1-34 Actividades de la etapa de laboratorio para la hidrobiota.	171
Figura 1-35 Actividades de la etapa de análisis.	173
Figura 1-36 Fases para la elaboración del estudio de impacto ambiental en el componente socioeconómico.....	175
Figura 1-37 Formato base de identificación y observación del predio (figura de referencia) ...	181
Figura 1-38 Formato de caracterización de unidad social (imagen de referencia).....	182
Figura 1-39 Formato de caracterización de unidad productiva (imagen de referencia)	183
Figura 1-40 Formato tendencias del desarrollo (imagen de referencia).....	184
Figura 1-41 Formato de actualización de información territorial	185
Figura 1-42 Invitación a propietarios y volantes	190
Figura 1-43 Afiche de convocatoria.....	190
Figura 1-44 Metodología taller de impactos	194
Figura 1-45 Matriz de Impactos y Medidas con Proyecto.....	195
Figura 1-46 esquema de identificación y caracterización predio a predio.....	200
Figura 1-47 Estrategia relacionamiento EEB	207

CAPITULO 1 GENERALIDADES

Figura 1-48 Estrategias comunicativas	208
Figura 1-49 Rangos para la Zonificación Ambiental Abiótica	225
Figura 1-50 Rangos para la Zonificación Ambiental Socioeconómica y Cultural	238
Figura 1-51 Superposición de mapas para la zonificación ambiental	239
Figura 1-52 Rangos para la Zonificación Ambiental	240
Figura 1-53 Flujograma Proceso Metodológico Demanda de Recursos	243
Figura 1-54 Metodología de la valoración económica en el proceso de evaluación de impacto ambiental	252
Figura 1-55 Relación Zonificación Ambiental & Zonificación de Manejo	256
Figura 1-56 Organigrama CAC	266

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-1 Imagen satelital, punto de control de cobertura	105
Fotografía 1-2 Fotografía de perfil para punto de control	105
Fotografía 1-3 Registro de avifauna mediante el método de bioacústica durante el pre-muestreo para el Proyecto.....	133
Fotografía 1-4 Método por encuentros visuales (VES) para la búsqueda de anfibios y reptiles	141
Fotografía 1-5 Método Transectos de observación y Bioacústica para el registro de aves	144
Fotografía 1-6 Método de captura de aves por redes de niebla.	150
Fotografía 1-7 Método de captura de mamíferos mediante trampas Tomahawk y Sherman...	156
Fotografía 1-8 Encuestas de Fauna realizadas a la comunidad del área del proyecto.....	159
Fotografía 1-9 Muestreo de perifiton.	167
Fotografía 1-10 Muestreo de Fitoplancton y Zooplancton.	168
Fotografía 1-11 Muestreo de bentos	169
Fotografía 1-12 Muestreo de ictiofauna.....	170
Fotografía 1-13 Punto informativo.....	209
Fotografía 1-14 Kit informativo.....	211

1. GENERALIDADES

La Empresa de Energía de Bogotá S.A E.S.P. – EEB, es una Empresa de Servicios Públicos de economía mixta fundada en 1897. Actualmente es la segunda empresa en transmisión de electricidad en Colombia, con una participación en el mercado del 11.7%. La EEB es una empresa de proyección internacional, que contribuye al desarrollo del país, transmitiendo electricidad para que las empresas distribuidoras cuenten con su disponibilidad y así poder entregarla a las viviendas, industrias, colegios, hospitales, entre otros, así como a cualquier sector de la economía colombiana.

Con el objeto de alcanzar un adecuado abastecimiento de la demanda de energía eléctrica, la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, entidad adscrita al Ministerio de Minas y Energía, realizó una revisión del plan de expansión de los recursos de generación y de redes de transmisión de electricidad (Plan de expansión de referencia Generación – Transmisión 2010 – 2024). Así, el análisis realizado tiene un horizonte a largo plazo y se fundamenta en información de la infraestructura eléctrica actual, los proyectos futuros y las proyecciones de la demanda de energía eléctrica para el país (Plan de expansión de referencia Generación – Transmisión 2010 – 2024).

Como resultado de este plan de transmisión, aprobado por el Ministerio de Minas y Energía mediante la Resolución N° 182215 de 2010, se ha recomendado la construcción y puesta en marcha de cuatro (4) grandes proyectos, entre ellos el proyecto cobijado bajo la convocatoria UPME 03 de 2010, “*Subestación Chivor II – y Norte 230kV y líneas de transmisión asociadas*”, el cual propende por asegurar un abastecimiento confiable de electricidad en el centro del país, los llanos orientales y la ciudad capital.

Este proyecto, a nivel general, consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, operación y mantenimiento de las siguientes obras:

- Construcción de la nueva Subestación Chivor II 230 kV y los módulos asociados, ubicada en un área cercana a la actual subestación Chivor 230 kV en el municipio de San Luis de Gaceno, desde la nueva Subestación Chivor II 230 kV hasta la Subestación existente Chivor; existe una longitud aproximada de 4 km.
- Construcción de la nueva Subestación Norte 230 kV y los módulos asociados, en el municipio de Gachancipá en Cundinamarca.
- Construcción de una línea en doble circuito 230 kV, desde la nueva Subestación Chivor II 230 kV hasta la nueva Subestación Norte 230 kV, con una longitud aproximada de 97,84 km.

- Construcción de la línea doble circuito desde la Subestación Norte hasta la Subestación existente Bacatá 230 kV localizada en el municipio de Tenjo – Cundinamarca, con una longitud aproximada de 56,16 km.
- Construcción de la línea de doble circuito entre la futura subestación eléctrica Chivor II y la torre 16 de la línea de transmisión Chivor-Rubiales existente que alimenta el complejo petrolero Campo Rubiales; con una longitud aproximada de conexión de 4,09 km.

Por otra parte, el citado Plan fue desarrollado para una planeación indicativa y bajo un escenario de alta proyección de demanda en varios sectores del territorio, entre los cuales, como se ha mencionado, se encuentran las regiones Centro Oriente y Oriente del país. Además, se desarrolló con el fin de identificar las necesidades generadas a partir del potencial crecimiento y el aumento de la demanda a suplirse en temas de transmisión de energía en los próximos años.

Dentro del proceso de ejecución del Proyecto Norte UPME 03 de 2010, la Empresa de Energía de Bogotá S.A E.S.P – EEB se encuentra adelantando los estudios ambientales pertinentes para la obtención de la licencia ambiental, viabilizando así el desarrollo del proyecto “*Subestación Chivor II – y Norte 230 kV y líneas de transmisión asociadas*”, el cual permitirá reforzar la red del área oriental del país.

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene los resultados del análisis del trazado de la ruta seleccionada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, ANLA, a la Empresa de Energía de Bogotá S.A. ESP - EEB mediante el Auto 5250 del 14 de noviembre de 2014, para el Proyecto de Construcción de la Línea de Transmisión Chivor-Chivor II- Norte – Bacatá 230 kV, Proyecto Norte EEB UPME 03 - 2010.

El Consorcio Ambiental Chivor adquirió el compromiso con la Empresa de Energía de Bogotá S.A. ESP - EEB, de ejecutar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y la gestión de licenciamiento ambiental para las obras incluidas en la convocatoria UPME-03-2010, que incluye los capítulos que se describen a continuación de manera precisa, en relación con lo establecido en los términos de referencia para Proyectos Lineales (LI-TER-01-01), emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante la Resolución 1288 del 30 de junio del 2006. El cual fue radicado el pasado 28 de julio de 2016, ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) para su evaluación.

Posteriormente mediante el Auto 3724 del 09 de agosto de 2016 “Por el cual se inicia un trámite administrativo de solicitud de una Licencia Ambiental”, se inició el proceso de evaluación por parte de la ANLA, donde se realizó la reunión de información adicional en el marco de la evaluación del estudio de impacto ambiental para el Proyecto Norte. Por

ello dentro del presente documento se incluye la información solicitada por la Autoridad Ambiental con el fin de dar soporte y claridad en cada uno de los requerimientos solicitados.

De acuerdo con el orden establecido en los términos de referencia, el documento está estructurado como se describe en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1 Estructura del documento del Estudio de Impacto Ambiental

CAPITULO	CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Capítulo 1	Generalidades	Contiene las generalidades del proyecto, presentando en el mismo los objetivos generales y específicos del estudio, antecedentes, alcance del estudio y la metodología; y así como la cronología de su desarrollo y la estructura del equipo de profesionales que participó en su elaboración, especificando dedicación, responsabilidad, disciplina a la que pertenece y la formación y experiencia en este tipo de estudios.
Capítulo 2	Descripción del proyecto	Se realiza la descripción de las características técnicas del proyecto en las diferentes etapas y actividades a desarrollar en cada una de estas, así como la infraestructura a construir y adecuar, contemplando las necesidades de recursos naturales y los estimativos de mano de obra.
Capítulo 3	Caracterización del área de influencia del proyecto	Describe la caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, que permitirán determinar las condiciones ambientales iniciales del área de influencia directa e indirecta de donde se desarrollará el proyecto. De igual forma, incluye la zonificación ambiental en la que se determina la potencialidad, fragilidad y sensibilidad ambiental del área en su condición sin proyecto.
Capítulo 4	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	Se presenta una detallada caracterización de los recursos naturales que demandará el proyecto y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes etapas y actividades del mismo, incluyendo los que requieren permiso, concesión o autorización.

CAPITULO 1 GENERALIDADES

CAPITULO	CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Capítulo 5	Evaluación Ambiental	La evaluación ambiental incluye la identificación y evaluación de los impactos ambientales en el escenario sin proyecto y con proyecto durante las diferentes etapas asociadas al proyecto.
Capítulo 6	Zonificación de manejo ambiental del proyecto	Se evalúa la vulnerabilidad de las unidades ambientales ante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto. De igual forma, se realiza un análisis de cada una de las unidades de manejo de manera cualitativa y cuantitativa, utilizando el sistema de información geográfica, con el fin de determinar el nivel de intervención que garantice la sostenibilidad ambiental del área.
Capítulo 7	Plan de Manejo Ambiental	Se plantea el conjunto de medidas, programas y actividades, necesarios para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto en los medios abiótico, biótico y socioeconómico durante las diferentes etapas.
Capítulo 8	Programa de seguimiento y monitoreo del proyecto	Se presentan las medidas de seguimiento y monitoreo para los medios abiótico, biótico y socioeconómico a partir de las acciones del Plan de Manejo Ambiental, que permitan registrar periódicamente las actividades ambientales realizadas, ejecutar las mediciones necesarias, detectar cambios relevantes y plantear las medidas correctivas correspondientes.
Capítulo 9	Plan de Contingencia	El Plan busca valorar los riesgos y establecer los lineamientos para prevenir, atender y controlar adecuada y eficazmente una emergencia y contingencia que se pueda presentar durante el desarrollo del proyecto.

CAPITULO	CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Capítulo 10	Plan de abandono y restauración final	Para las áreas e infraestructura intervenida de manera directa por el proyecto, se presenta una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante, las medidas de manejo y reconfiguración morfológica y paisajística que garanticen la estabilidad, restablecimiento de la cobertura vegetal y las estrategias de información a la comunidad y autoridades del área de influencia acerca de la finalización del proyecto y de la gestión social.
Capítulo 11	Plan de Inversión del 1%.	Teniendo en cuenta la información registrada en los Capítulos 2 y 4 del presente estudio, la EEB no requiere de permisos de captación para la construcción del Proyecto Norte EEB “UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230 kV y las líneas de transmisión asociadas”. Por lo tanto NO se presenta Plan de Inversión del 1%, de acuerdo con lo establecido en la Ley 99 de 1993, artículo 43.
Capítulo 12	Compensaciones	En este documento se presenta la descripción y caracterización de los parámetros definidos en el Manual para la Asignación de Compensación por Pérdida de Biodiversidad.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

1.1.1. Aspectos Generales del Proyecto

El proyecto consiste, en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, operación y mantenimiento de las siguientes obras: construcción de la nueva Subestación Chivor II 230 kV y los módulos asociados, ubicada en el municipio de San Luis de Gaceno, desde la nueva Subestación Chivor II 230 kV hasta la Subestación existente Chivor; comprende una longitud aproximada de 4 km.

Además construcción de la nueva Subestación Norte 230 kV y los módulos asociados, en el municipio de Gachancipá en Cundinamarca; construcción de una línea en doble circuito 230 kV, desde la nueva Subestación Chivor II 230 kV hasta la nueva Subestación Norte 230 kV, con una longitud aproximada de 97,85 km; y construcción de la línea doble circuito desde la Subestación Norte hasta la Subestación existente Bacatá 230 kV localizada en el municipio de Tenjo – Cundinamarca, con una longitud de 56,16 km.

Finalmente, se proyecta la ampliación de la subestación Bacatá 230 kV. En la Tabla 1-2, se presentan las longitudes de cada tramo de la línea de transmisión del proyecto.

Tabla 1-2 Longitud de los tramos que conforman la Línea de Transmisión Proyecto UPME 03 de 2010

NOMBRE	LONGITUD (km)
CHIVOR I-CHIVOR II (San Luis)	4
CHIVOR II (San Luis)-RUBIALES	4,09
CHIVOR II (San Luis)-NORTE	97,85
NORTE -BACATÁ	56,16
TOTAL	162,10

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

1.1.2. Localización Político-Administrativa y Jurisdiccional del Proyecto

El área de estudio se desarrolla político-administrativamente en veinte (20) municipios de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, como se detalla en la Figura 1-1 y en la jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales de CAR y CORPOCHIVOR. En la Tabla 1-3 se listan los departamentos, municipios y Corporación Autónoma Regional a la cual pertenecen. Adicionalmente en la Tabla 1-4, se presentan las coordenadas de inicio y final de los tramos de los corredores objeto del proyecto.

Tabla 1-3 Jurisdicción Corporación Autónoma Regional

No	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO / CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL
1	San Luis de Gaceno	<p>Boyacá</p> <p>Corporación Autónoma Regional de Chivor - CORPOCHIVOR</p>
2	Santa María	
3	Macanal	
4	Garagoa	
5	Tenza	
6	Sutatenza	
7	Guateque	
8	Tibirita	<p>Cundinamarca</p> <p>Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR</p>
9	Machetá	
10	Chocontá	
11	Sesquilé	

No	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO / CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL
12	Suesca	
13	Gachancipá	
14	Nemocón	
15	Cogua	
16	Zipaquirá	
17	Tabio	
18	Subachoque	
19	Madrid	
20	Tenjo	

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

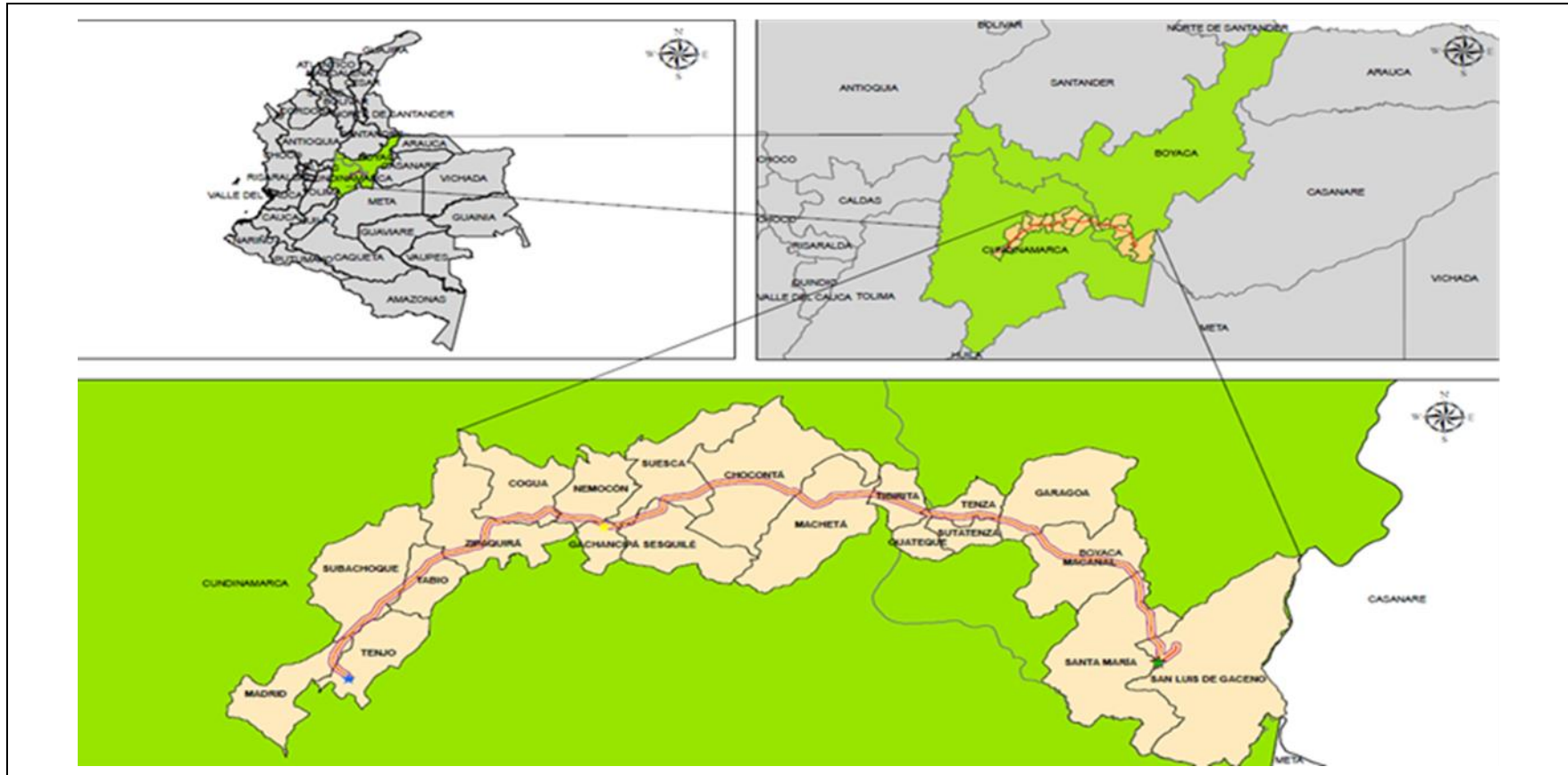


Figura 1-1 Localización Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Tabla 1-4 Coordenadas de Ubicación Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas.

NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ				LONGITUD
	INICIO		FINAL		Aprox. (Km)
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	
CHIVOR-CHIVOR II (San Luis)	1.097.380	1.025.144	1.099.789	1.028.064	4,00
CHIVOR II (San Luis) RUBIALES	1.099.671	1.028.092	1.097.413	1.025.068	4,09
CHIVOR II (San Luis) - NORTE	1.097.333	1.025.111	1.023.054	1.048.978	97,85
NORTE - BACATÁ	1.022.963	1.049.020	988.689	1.022.350	56,16
TOTAL					162,11

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

1.2. OBJETIVOS

El Estudio de Impacto Ambiental es un instrumento para la toma de decisiones que pretende identificar los impactos ambientales que generará el proyecto y presentar las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de los mismos.

Para ello caracteriza y presenta el estado actual de los elementos bióticos, abióticos, económicos, sociales y culturales del entorno que puedan alterarse como consecuencia de la construcción y operación del proyecto, para así contar con las bases suficientes para identificar, cuantificar y evaluar los impactos potenciales que se puedan generar durante las diferentes etapas del proyecto.

1.2.1. Objetivo General

El objetivo general del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas, es caracterizar el estado actual de los elementos bióticos, abióticos, económicos, sociales y culturales del entorno, que puedan alterarse como consecuencia de la construcción y operación del proyecto, identificando y evaluando los impactos potenciales que se puedan generar durante las diferentes etapas del proyecto; y así presentar los insumos necesarios a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), requeridos en el proceso de licenciamiento ambiental del proyecto.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Definir los criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos a tener en cuenta para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental.
- Describir y caracterizar ambientalmente el corredor para el proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas.
- Evaluar la oferta y vulnerabilidad ambiental de los ecosistemas que serán afectados por el proyecto.
- Establecer la demanda de recursos naturales correspondientes a agua, vertimientos, aprovechamiento forestal, materiales y residuos sólidos.
- Identificar y evaluar los impactos potenciales por las actividades de construcción, operación o abandono.
- Establecer las unidades ambientales y de manejo ambiental del proyecto, con el propósito de identificar zonas aptas para la ubicación de cada obra.
- Establecer las medidas de manejo para los potenciales impactos por la construcción y puesta en marcha del proyecto, incluyendo los indicadores de seguimiento y monitoreo.
- Elaborar el plan de contingencia, donde se analicen posibles riesgos y amenazas que se puedan presentar durante la construcción y operación del proyecto.
- Presentar la propuesta para la compensación por Pérdida de la Biodiversidad, de acuerdo a los impactos generados en cada uno de los ecosistemas por donde transcurre el proyecto.

1.3. ANTECEDENTES

1.3.1. Proyecto “Subestación Chivor II – y Norte 230 kV y líneas de transmisión asociadas, obras que hacen parte de la Convocatoria UPME 03 de 2010”.

El “Plan de Expansión de Referencia – Generación – Transmisión 2010 – 2014”, adoptado mediante Resolución del Ministerio de Minas y Energía 182215 de noviembre de 2010, determinó el conjunto de obras de transmisión necesarias para atender el crecimiento esperado de la demanda y en especial las que permitieran evacuar con los niveles de calidad, rentabilidad y confiabilidad requeridos, y por lo tanto la construcción de los proyectos de generación y transmisión que cubrirán la energía firme del país, adjudicados en las subastas asociadas al mecanismo del cargo por confiabilidad realizadas en el año 2010.

En consecuencia, la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, abrió la Convocatoria Pública UPME 03 de 2010 con el fin de adjudicar el proyecto para el diseño,

adquisición de los suministros, construcción, pruebas, operación y mantenimiento de la Subestaciones Chivor II y Norte 230kV. El 16 de abril de 2013 la Empresa de Energía de Bogotá S.A ESP – EEB fue adjudicataria del Proyecto.

El día 8 de julio de 2013, mediante el radicado N° 4120-E1-28590, la Empresa de Energía de Bogotá solicitó a la ANLA concepto sobre exigibilidad de Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA para el proyecto “Diseño, adquisición de los suministros, construcción, operación y mantenimiento de las subestaciones Chivor II y Norte 230kV y las líneas de transmisión asociadas”.

Posteriormente, la ANLA mediante radicado 4120-E2-28590 del 14 de agosto de 2013, conceptúa que para el proyecto cobijado por la convocatoria UPME 03 de 2010 es necesaria la elaboración de un Diagnóstico Ambiental de Alternativas, atendiendo para ello los términos de referencia para proyectos lineales - DA-TER-3-01, acogidos mediante la Resolución 1277 del 30 de junio de 2006.

Consecuentemente, la EEB bajo el radicado 4120-E1-53591 del 6 de diciembre de 2013 allegó a la ANLA el documento “Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA proyecto UPME 03-2010 Construcción y Operación Subestaciones Chivor II y Norte 230kV y Líneas de Transmisión Asociadas”

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, mediante el Auto 5250 del 14 de noviembre de 2014 “Por el cual se evalúa un Diagnóstico Ambiental de Alternativas y se define una Alternativa” dispone elegir la alternativa 1 como la de menor afectación desde el punto de vista ambiental, frente a las demás alternativas propuestas, para el proyecto “Construcción y operación de las subestaciones Chivor II y Norte 230kV y líneas de transmisión asociadas”

La Empresa de Energía de Bogotá, en apoyo del Consorcio Ambiental Chivor, realizó el Estudio de Impacto Ambiental bajo los lineamientos estipulados en los términos de referencia LI-TER-1-01 y las consideraciones estipuladas en el Auto 5250 de 2014.

El Proyecto comprende el diseño, la adquisición de suministros, la construcción, el montaje, las pruebas, la puesta en servicio, la operación y el mantenimiento de la línea a 230 kV del Proyecto UPME 03 2010, de 162.10 km de longitud aproximadamente, la cual tiene el propósito de asegurar el correcto abastecimiento de la demanda de energía en la región central del país.

En su trazado, la línea de transmisión partirá desde la subestación Chivor II hacia la subestación Norte y finaliza en la Subestación Bacatá, y consiste en:

Construcción de la nueva Subestación Chivor II 230 kV con sus cuatro (4) módulos de línea asociados, a ubicarse en el municipio de San Luis de Gaceno, en un área cercana a la actual subestación Chivor 230 kV.

Construcción de la nueva Subestación Norte 230 kV con sus cuatro (4) módulos de línea asociados y dos (2) de transformación, a ubicarse el municipios de Gachancipá en Cundinamarca.

CAPITULO 1 GENERALIDADES

Construir una línea doble circuito con una longitud aproximada de 4 km, los cuales inician su recorrido en la Subestación Chivor para potencialmente intervenir con su franja de servidumbre de 32 m de ancho, áreas interceptadas en las veredas Carmen Sector Agua Fría, El Cairo, Arrayanes y Centro.

Construir una línea en doble circuito 230 kV desde la nueva Subestación Chivor II 230 kV hasta interceptar el doble circuito que va desde la subestación existente Chivor II 230 kV hacia el Campo Rubiales, con una longitud de 4,09 km.

Construcción de una línea doble circuito 230 kV con una longitud aproximada de 97,85 km, desde la nueva subestación Chivor II 230 kV hasta la nueva subestación Norte 230 kV.

Construcción de un doble circuito 230 kV con una longitud aproximada de 56,16 km, desde la nueva subestación Norte 230 kV hasta la subestación existente Bacatá 230 kV localizada en el municipio de Tenjo – Cundinamarca, al noroccidente de la ciudad de Bogotá.

Instalación de dos (2) módulos de línea a 230 kV, en la subestación Bacatá 230 kV.

El Estudio de impacto ambiental del Proyecto Norte fue radicado el pasado 28 de julio, ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), para su evaluación, la cual se inició mediante el Auto 3724 del 09 de agosto de 2016. Dentro de este trámite, se realizó la reunión de solicitud de información adicional para el Estudio de Impacto Ambiental los días 10 y 11 de octubre de 2016, a través del Acta No. 61 de 2016.

1.3.2. Justificación del proyecto

El proyecto UPME 03-2010 “Subestación Chivor II – y Norte 230kV y líneas de transmisión asociadas” se enmarca dentro de la planeación realizada por la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, y por tanto, de acuerdo con los lineamientos definidos en el Plan de Expansión de Referencia – Generación – Transmisión 2010 – 2014, es importante precisar que este proyecto busca ofrecer la infraestructura necesaria para incrementar los niveles de disponibilidad energética del país.

El Proyecto UPME 03- 2010 facilitará el desarrollo económico del país, especialmente de la zona centro y oriental de Colombia, y por ende proveerá condiciones de disponibilidad energética que den pie al progreso social, pues esta disponibilidad incrementará los niveles de calidad de vida de las regiones del país, así como impulsará los sectores productivos de la economía colombiana.

El Proyecto cuenta con las herramientas e instrumentos necesarios para generar confiabilidad energética ante las posibles fallas que el sistema de interconexión eléctrica pueda presentar. Así mismo, contribuye a cubrir la demanda de electricidad con criterios de calidad, seguridad y confiabilidad, así como a incrementar la estabilidad del sistema eléctrico colombiano, aportando a la eficiencia energética del país.

Frente a la cadena de valor del sector energético es importante mencionar que la etapa de Transmisión es relevante para el desarrollo de las actividades a nivel nacional, es a partir de allí, con la construcción y puesta en marcha de estos proyectos, que la energía está disponible para la distribución y posteriormente para el traspaso a los consumidores finales por medio de la comercialización.

Por su parte, es a través de la Unidad de Planeación Minero Energética- UPME que se seleccionan los inversionistas que deben ejecutar los proyectos de expansión del Sistema de Transmisión. Por tanto, es así que se busca que los proyectos se ejecuten a mínimo costo, eliminando las restricciones del Sistema Interconectado Nacional, y se logra una reducción en los costos operativos del servicio de energía eléctrica en el país, lo cual se ve reflejado a futuro en las tarifas a pagar por los usuarios del sistema.

En vista que la demanda máxima del área equivale a 2847MW y la capacidad instalada actual corresponde a 3025MW, se denota una proximidad preocupante entre estos valores, pues las fallas del sistema pueden ocasionar inconvenientes con la disponibilidad de energía eléctrica. En la actualidad, la demanda energética del área centro del país, principalmente el sector norte de Bogotá y la sabana, es suplida por la subestación Bacatá 500kV (Tenjo, Cundinamarca) por medio de redes de interconexión de tensión igual a 115kV.

En general, la atención de la demanda de electricidad del área se hace con la generación embebida más la energía eléctrica que se importa a través de los siguientes enlaces, especialmente por los enlaces 1 y 2:

- Primavera – Bacatá 500 kV
- Purnio – Noroeste 230 kV
- La Mesa – San Felipe 230 kV
- La Mesa – Mirolindo 230 kV
- Sochagota – Chivor 230 kV

Por tanto; la salida de cualquiera de estas líneas por falla o mantenimiento pone en riesgo la atención de la demanda del sector.

Consecuente, a fin de garantizar la seguridad en la operación del área y en particular de la zona norte se hace necesario que, ante ciertos escenarios, se deba poner en marcha la planta Termozipa, la cual al ser de carácter térmico, ocasiona un aumento en los costos de generación que finalmente afectan y se ven reflejados en la tarifa a pagar que reciben los usuarios.

En virtud de lo anterior, y teniendo en cuenta que la demanda de electricidad en el área central del país viene creciendo a tasas superiores al 2% anual, y como se ha mencionado previamente, la salida de uno de estos enlaces o plantas de generación, bien sea por fallas o mantenimientos, puede ocasionar desatención de la demanda de electricidad en el área en mención, y por lo tanto, el proyecto “Subestación Chivor II – y Norte 230kV y líneas de transmisión asociadas” permitirá mantener el 100% de transferencia de energía desde las centrales de generación Chivor y Guavio.

Es de resaltar que sin la puesta en marcha de este proyecto no es posible atender a total cabalidad la demanda de energía eléctrica del área central y centro oriental del país con los criterios de calidad, confiabilidad y seguridad requeridos.

A continuación, de acuerdo con la UPME, se relacionan las ventajas generales del Proyecto UPME 03 de 2010:

- Aumentar el número de líneas de 230 kV en el norte del departamento de Cundinamarca elimina la dependencia de las redes de 115 kV aliviando la capacidad de estas líneas al proveer el sector de un nuevo punto de inyección.
- El proyecto permitirá a futuro que el distribuidor local, Codensa, pueda aumentar las líneas de 115 kV al interior de la zona norte. Este conjunto de acciones permitirá obtener una red más robusta y flexible para la operación y garantizar una distribución confiable.
- Se facilita el desarrollo de mantenimientos en la zona sin poner en riesgo la atención de la demanda.
- La instauración de niveles de tensión adecuados en el área implican una calidad en la mejora del servicio de suministro de energía, tanto para la industria como para el sector comercial y residencial.
- El Proyecto soporta el aumento en la demanda del área ocasionada por el crecimiento de la industria.
- Finalmente, disminuye los costos operativos al no requerir generación costosa de energía eléctrica, tal como sucede en la termoeléctrica Termostipa, y reduce la cantidad de generadores en línea requeridos para garantizar la seguridad del área, esto finalmente disminuye la tarifa que percibe el usuario.

1.3.3. Marco Legal

A continuación en la Tabla 1-5, Tabla 1-6 y Tabla 1-7, se presenta el marco legal tenido en cuenta para la elaboración del EIA, el cual relaciona las Leyes, Decretos, Resoluciones, Políticas ambientales, reglamentos y acuerdos vigentes de fueron considerados para el Proyecto Norte EEB UPME 03 - 2010 “Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas”. Las cuales deben ser aplicadas durante todo el proceso de licenciamiento ante la ANLA y durante la construcción y operación del proyecto.

1.3.3.1. Marco legal por sectores:

A continuación se presenta el marco legal vigente y aplicable al presente proyecto, discriminando por cada área de estudio, haciendo alusión a las normas de carácter nacional y a las normas específicas del sector energético:



Tabla 1-5 Marco Legal de Orden Nacional

TIPO DE LEGISLACIÓN	TITULO
NORMATIVIDAD GENERAL Y AMBIENTAL	
Constitución Nacional de 1991	Constitución política de Colombia
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se reordena el sector público encargado de la Gestión y Conservación el Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables
Ley 165 de 1994	Artículo 10 (literal b), “por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, señala que cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, “adoptará medidas relativas a la utilización de los recursos biológicos para evitar o reducir al mínimo los efectos adversos para la diversidad biológica”.
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Declaró de utilidad pública e interés social la prestación de servicios públicos, así como la ejecución de obras para su prestación, y la adquisición de espacios suficientes para garantizar la protección de las instalaciones respectivas.
Ley 1450 de 2011	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2015 - Prosperidad para Todos
Decreto 919 de 1989	Organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
Decreto 1865 de 1994	Mediante el cual se regulan los planes regionales ambientales de las Corporaciones Autónomas Regionales y las de desarrollo y su armonización con la gestión ambiental.
Decreto 3570 de 2011	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 1640 de 2012	Por medio del cual se reglamentan para la planificación, ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos y se dictan otras disposiciones
Decreto 2041 de 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales
Decreto 1076 de 2015	Por el cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible
Resolución 1517 de 2012	Manual de Compensaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 0316 de 1974	Por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables.
Resolución 0192 de 2014	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 877 de 1976	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
ÁREAS PROTEGIDAS	

TIPO DE LEGISLACIÓN	TÍTULO
Ley 2da de 1959	Se establecen las Zonas de Reserva Forestal de la Nación
Decreto Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Los Recursos Naturales
Decreto 2372 de 2010	Por el cual se reglamenta el Decreto-Ley 2811 de 1974, Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1526 de 2012	Establece los requisitos y el procedimiento para la sustracción de Áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a sustracción temporal y se adoptan otras determinaciones
Resolución 0076 de 1977	Declaración del Área de Reserva Forestal Protectora –Productora la Cuenca Alta del Río Bogotá.
Resolución 511 de 2012	Procedimiento para la realinderación de la Reserva Forestal Protectora Productora (RFPP) de la Cuenca Alta del Río Bogotá
Decreto Nacional 2375 de 2010	Por el cual se reglamenta el Decreto-Ley 2811 de 1974, Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones
Decreto 1996 de 1999	Reglamenta sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil
ASPECTOS SOCIALES Y CULTURALES	
Ley 134 de 1994	Mecanismos de Participación Ciudadana
Ley 1185 de 2008	Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 - Ley General de Cultura - y se dictan otras disposiciones.
Ley 850 de 2003	Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas
Decreto 833 de 2002	Reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 en material de patrimonio arqueológico nacional
Ley 388 de 1997	Ordenamiento Territorial. Definición de estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de los objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales
Decreto 1729 de 2002	Reglamenta la parte XIII, título 2, Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas y parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, relacionado con las pautas generales para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas y áreas de manejo especial. Deroga el decreto 2857 de 1981
Decreto 3600 de 2007	Sobre ordenamiento territorial del suelo rural
RECURSO HÍDRICO	
Decreto 1594 de 1984	Por la cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el capítulo II del título VI- Parte III – Libro II y el título III de la parte III libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a los usos del agua y residuos líquidos.
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979,

CAPITULO 1 GENERALIDADES

TIPO DE LEGISLACIÓN	TITULO
	así como el Capítulo II del Título VI- Parte III – Libro II del Decreto- Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones
Resolución 631 del 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones
AIRE	
Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 9 de 1979 y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire
Decreto 2107 de 1995	Por medio del cual de modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire
Resolución 627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución 650 de 2010	Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.
SECTOR ENERGÉTICO	
Ley 56 de 1981	Dicta normas sobre las obras públicas de generación eléctrica, transmisión de energía eléctrica, acueductos, sistema de regadío, entre otras y regula las exploraciones y servidumbres de los bienes afectados por tales obras.
Ley 143 de 1994	Se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional. Exige además la incorporación de la variable ambiental en las decisiones que se adopten en materia energética. Reglamentada por el Decreto Nacional 847 de 2001, reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 549 de 2001, en relación con la distribución de solidaridad en la autogeneración.
Decreto 2024 de 1982	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 56 de 1981 sobre obras públicas de generación eléctrica y acueductos, sistemas de regadío y otras, y se regulan las expropiaciones y servidumbres de los bienes afectados por tales obras.
Resolución 90708 2013	Por la cual se expide el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, que fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y utilización de la energía eléctrica en la República de Colombia y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Tabla 1-6 Marco Legal Ambiental General

TIPO DE LEGISLACIÓN	TITULO
---------------------	--------

CAPITULO 1 GENERALIDADES

Proyecto UPME-03-2010

Diciembre 2016

TIPO DE LEGISLACIÓN	TITULO
Ley 2 de 1959	Sobre economía forestal de la Nación y Conservación de los Recursos Naturales Renovables
Decreto-Ley 2811 de 1974	Establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 877 de 1976	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1715 de 1978	Reglamenta el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto - ley 154 de 1976, en cuanto a la protección del paisaje
Decreto 1681 de 1978	Por el cual se reglamentan la parte X del libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974 que trata de los recursos hidrobiológicos y parcialmente la Ley 23 de 1973 y el Decreto-Ley 376 de 1957
Decreto 1608 de 1978	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
Ley 09 de 1979	Dicta el código sanitario nacional.
Ley 79 de 1986	Por la cual se prevé a la conservación de agua y se dictan otras disposiciones.
Ley 84 de 1989	Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia
Ley 165 de 1994	Ratifica el Convenio de Diversidad Biológica y lo incorpora a la legislación Nacional
Ley 357 de 1997	Suscribe la Convención Ramsar, relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas, suscrita en Ramsar en 1971
Decreto 1449 de 1977	Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática.
Ley 611 de 2000	Dicta normas para el manejo de especies de fauna silvestre y acuática
Ley 1252 de 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 919 de 1989	Organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres
Decreto 309 de 2000	Por el cual se reglamenta la investigación científica sobre la diversidad biológica
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta el Decreto-Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

Tabla 1-7 Marco Legal Proceso de Licenciamiento Ambiental

TIPO DE LEGISLACIÓN	TITULO
Decreto 2041 de 2014	Por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales
Resolución 1277 de 2006	Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Diagnóstico ambiental de alternativas para proyectos lineales y se adoptan otras Determinaciones
Resolución 1503 de 2010	Por la cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales.
Resolución 1526 de 2012	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social, se establecen las actividades sometidas a sustracción temporal y se adoptan otras determinaciones.
Resolución 1517 de 2012	Por la cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad
Resolución 1415 de 2012	Por la cual se modifica y actualiza el modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase) contenido en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales adoptada mediante la Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010.
Resolución 0188 de 2013	Por el cual se actualiza el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos, adoptando mediante la Resolución 1552 del 20 de octubre de 2005
Decreto 3016 de 2013	"Por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

1.4. ALCANCES

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento para la toma de decisiones sobre el Proyecto "UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230 kV y las líneas de transmisión asociadas"; con base en éste se definen las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de los impactos ambientales que generará el proyecto.

El EIA se elaboró bajo la lógica de optimizar y racionalizar el uso de los recursos naturales y culturales, previniendo, evitando y minimizando los riesgos e impactos negativos que pueda ocasionar el futuro proyecto. Además dimensiona y evalúa cualitativamente los impactos producidos por el proyecto, de tal manera que se establezca el grado de afectación y vulnerabilidad de los ecosistemas y los contextos sociales (comunidades).

También propone soluciones para todos y cada uno de los impactos identificados, estableciendo un conjunto de estrategias, planes y programas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA). Este último es formulado a nivel de diseño e incluye justificación,

CAPITULO 1 GENERALIDADES

objetivos, alcances, tecnologías a utilizar, resultados a lograr, costos y cronogramas de inversión y ejecución. Así mismo incluye los planes de Seguimiento y Monitoreo.

El EIA se realiza con base en información primaria, recogida a partir de los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, complementada con la información secundaria requerida según sea el caso.

El presente estudio fue realizado por un equipo interdisciplinario, integrado por profesionales idóneos, cuyas especialidades dependen de la particularidad del proyecto.

El documento se complementa con cartografía general y temática a diferentes escalas según la temática para lograr un mejor detalle, estos son procesados mediante técnicas propias de la Geomática utilizando el software Arcgis 10.1.

1.5. METODOLOGÍA

Para la realización del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Norte EEB UPME 03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230kV y las líneas de transmisión asociadas, se siguieron los términos de referencia establecidos LI-TER-1-01 para proyectos de Tendido de Líneas de Transmisión del Sistema Nacional de Interconexión Eléctrica, compuesto por el conjunto de Líneas con sus correspondientes Módulos de Conexión (Subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220 kV, adoptados mediante la Resolución 1288 de 2006 del MAVDT, así como y en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales del MADS de 2010, y lo solicitado mediante el Auto 5250 del 14 de noviembre de 2014.

Para el desarrollo de la salida del trabajo de campo, se realizaron actividades de recolección de información, necesaria para la caracterización de la zona y se verificó, todo lo relacionado con los requerimientos de las actividades proyectadas para el desarrollo del proyecto, es decir, verificación de puntos de torre, accesos, servidumbre, alturas entre otros. También se revisó la información secundaria disponible, en particular los POT, PBOT y EOT, POMCAS, e investigaciones adelantadas en los municipios en el área de interés.

En la Figura 1-2 se muestra el proceso metodológico utilizado en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental teniendo en cuenta los procesos generales que se relacionan entre si y cuya metodología específica se observa a continuación.

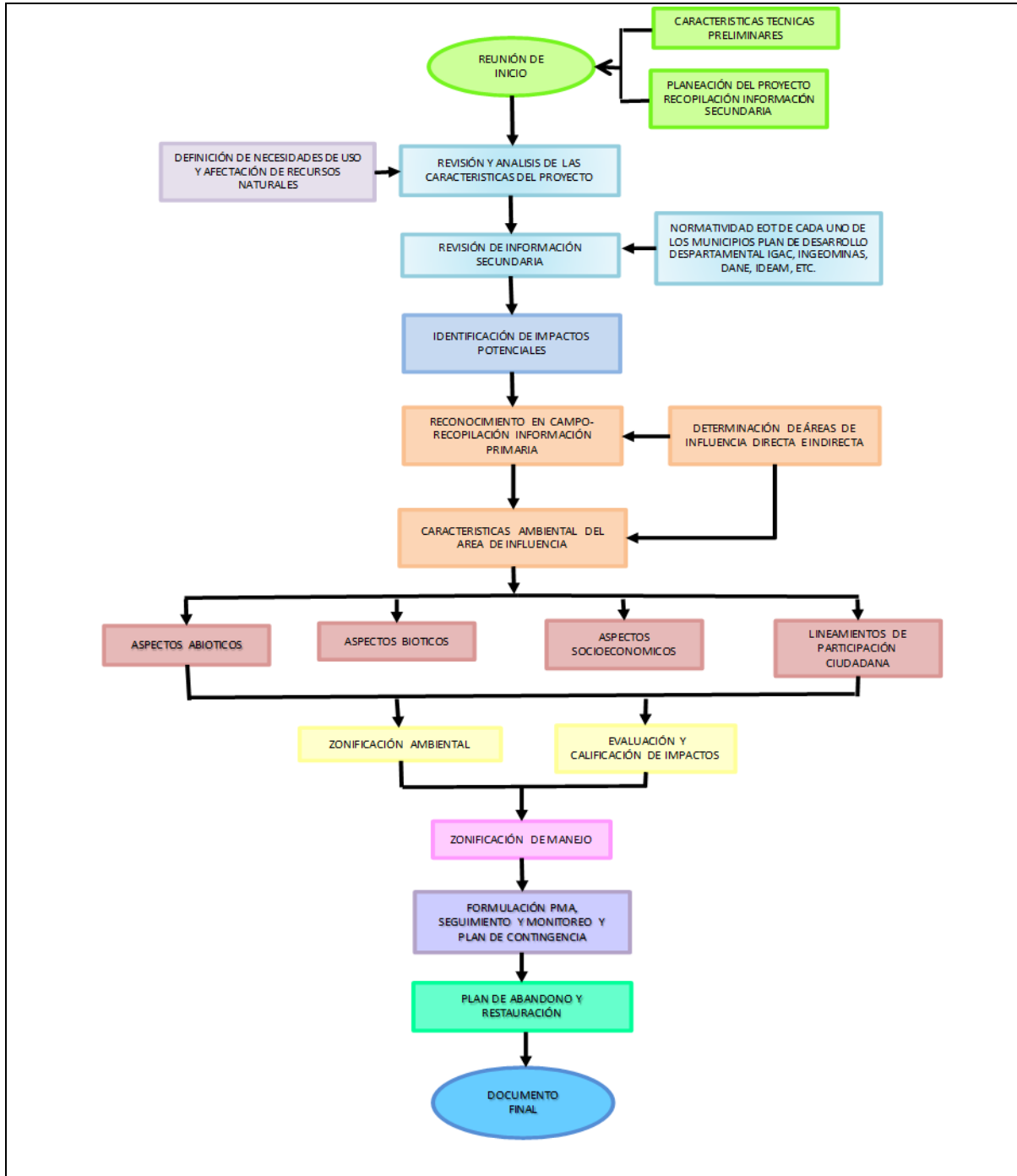


Figura 1-2 Proceso Metodológico
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

1.5.1. Caracterización Abiótica

1.5.1.1. Caracterización del área de estudio del Proyecto

Este proceso se orientó el estudio de caracterización del espacio geográfico dentro del cual se enfocará el proyecto, caracterización que consiste en analizar el estado y condiciones medioambientales del entorno que puede ser afectado y está orientado a evaluar las condiciones pre operacionales de referencia que permitan determinar las alteraciones potenciales que ocasionará la implantación del proyecto en sus fases constructiva y operativa, estableciendo así las características de ese medio y su capacidad de acogida.

✓ **GEOLOGÍA**

○ **Fase 1 Revisión de la información secundaria.**

Dentro de las principales publicaciones o informes considerados están los referentes a las Planchas Geológicas a escala 1:100000 de la zona, al igual que los Mapas Departamentales de Boyacá y Cundinamarca, las Planchas Geológicas 209, 210, 227 y 229 a Escala 1:10000, publicadas por INGEOMINAS, al igual que la información de algunos POT municipales, conformando de esta manera un mapa preliminar para ser utilizado en la etapa de campo.

Con el fin de disponer de una imagen de calidad se utilizaron las imágenes satelitales de alta resolución como RAPID EYE (diseñado para capturar información del territorio en cinco bandas espectrales, desde el Azul hasta el Infrarrojo Cercano. El producto 3A Ortorectificado ofrece una resolución de pre-muestreo de 5 m, lo cual permite llegar a resultados en escalas hasta 1:15.000) y DEM NASA (El Modelo Digital del Terreno a 30 m Shuttle Radar Topography Mission – SRTM, obtiene datos de elevación en una escala casi mundial, generando así la base de datos topográficos de alta resolución digital), con estas herramientas se pudo obtener una buena interpretación de los elementos regionales de tipo morfoestructural.

La información base para realizar la descripción de las unidades litológicas y sus correspondientes características estructurales, se obtuvieron principalmente de los siguientes mapas y estudios regionales:

Planchas 209 - Zipaquirá (Montoya & Reyes, INGEOMINAS 2003), 210 - Guateque (Ulloa, Camacho, Escobar, et al., INGEOMINAS 1975), 227 - La Mesa (Ulloa, Rodríguez, Acosta & Martínez, INGEOMINAS 1998) y 229 - Gachalá (Ulloa, Camacho & Escobar, INGEOMINAS 1975), todas en escala 1:100.000, y de sus respectivas Memorias Explicativas.

También se consideraron los POT de los Municipios de San Luis de Gaceno, Garagoa, Macanal, Santa María, Tenza, Guateque, Tibirita, Chocontá, Sesquilé, Gachancipá, Mchetá, Nemocón, Suesca, Cogua, Zipaquirá, Subachoque, Tabio, Tenjo y Madrid. Las descripciones litológicas de este estudio se realizaron tomando como base la definición y

la nomenclatura geológica oficial del INGEOMINAS, expuesta en las memorias explicativas de las planchas anteriormente mencionadas.

- **Fase 2 Recopilación primaria**

En esta etapa se corroboran los datos analizados en la fase anterior, llevando a cabo recorridos en campo del corredor que permitieron visualizaciones panorámicas, para identificar los rasgos principales determinados en la etapa previa. Para ello se tomaron datos estructurales, fotografías, observando a la lupa el material encontrado y de describiendo las principales características encontradas.

- **Fase 3 Procesamiento de datos**

Consistió especialmente en la descripción de todos y cada uno de los aspectos definidos en la Fase 2, con el fin de evaluar el corredor del proyecto norte, identificando los sectores de riesgo geológico, los que incluyen aspectos estructurales, estratigráficos, hidrológicos y geotécnicos.

Para ello se obtuvo como resultado el Mapa Geológico, a escala 1:25000 (ver Anexo_ Cartográfico). Aunque no se levantaron de manera directa columnas estratigráficas, sí se relacionan algunas existentes bien definidas y representativas de la zona de estudio.

- ✓ **GEOMORFOLOGÍA**

- **Fase 1 Revisión de la Información Secundaria.**

Para el análisis geomorfológico se adquirió un ortofotomosaico del área del proyecto con resolución espacial de 0.09m y resolución espectral de 3 bandas de espectro visible rgb y una banda de mascara, la cual se empleó para la identificación de geoformas y procesos morfodinámicos recientes. La información presentada en los planos está con base a los lineamientos generales establecidos en la metodología vigente del Servicio Geológico Colombiano (SGC) "Estándares Cartográficos y de Manejo de Información Gráfica para Mapas Geológicos Departamentales y Planchas Escala 1:100.000".

Para definir las unidades geomorfológicas se tomaron en cuenta parámetros morfogenéticos, morfoestructurales y morfodinámicos. Inicialmente se consideró la parte bibliográfica disponible, sobre la cual se efectuó la identificación preliminar de las unidades existentes, que permitieran tener referencia de ellas para la correspondiente visita de campo.

Para esto último es importante considerar el tipo de proceso, es decir indicando si son procesos erosivos y/o fenómenos de remoción en masa, además complementar con datos como la unidad geológica afectada y las posibles fallas presentes, esto con el propósito de corroborar posteriormente la estabilidad geotécnica de la zona estudiada y la susceptibilidad ante los procesos de erosión. La observación directa de los procesos

morfodinámicos presentes en el área de estudio, sirvió para determinar y describir las áreas de depositación y erosión activa.

- **Fase 2 Recopilación primaria**

En esta etapa se corroboran los datos analizados en la fase anterior, llevando a cabo recorridos en campo que permitieron realizar visualizaciones panorámicas, para identificar los rasgos principales determinados en la etapa previa. Para ello se tomaron datos estructurales, fotografías, observando el material encontrado y describiendo las principales características.

Las visitas a campo que cubrieron todas las vías y carretables que interceptan el trazo de la línea de transmisión, garantizaron el desarrollo de un buen reconocimiento del mismo; en ellas se analizó la litología y las geofomas presentes, además se definieron los procesos de erosión dados en el área de influencia directa. Para este proceso se utilizó GPS (Garmin 76CSx), brújula tipo Bronton, martillo geológico, cinta métrica, cámara fotográfica, cuyos puntos se trasladaron georreferenciados a la base cartográfica disponible a escala 1:25000.

- **FASE 3 Procesamiento de datos**

Consistió especialmente en la descripción de todos y cada uno de los aspectos definidos en la Fase 2, con el fin de evaluar el trazado de la línea de transmisión, identificando las diferentes unidades geomorfológicas, que permitan preparar el correspondiente Mapa Geomorfológico a escala 1:25000.

Finalmente, con base en lo anterior, en la Figura 1-3 se presenta el diagrama metodológico utilizado para la elaboración de mapas e informes geológicos y geomorfológicos para el proyecto.

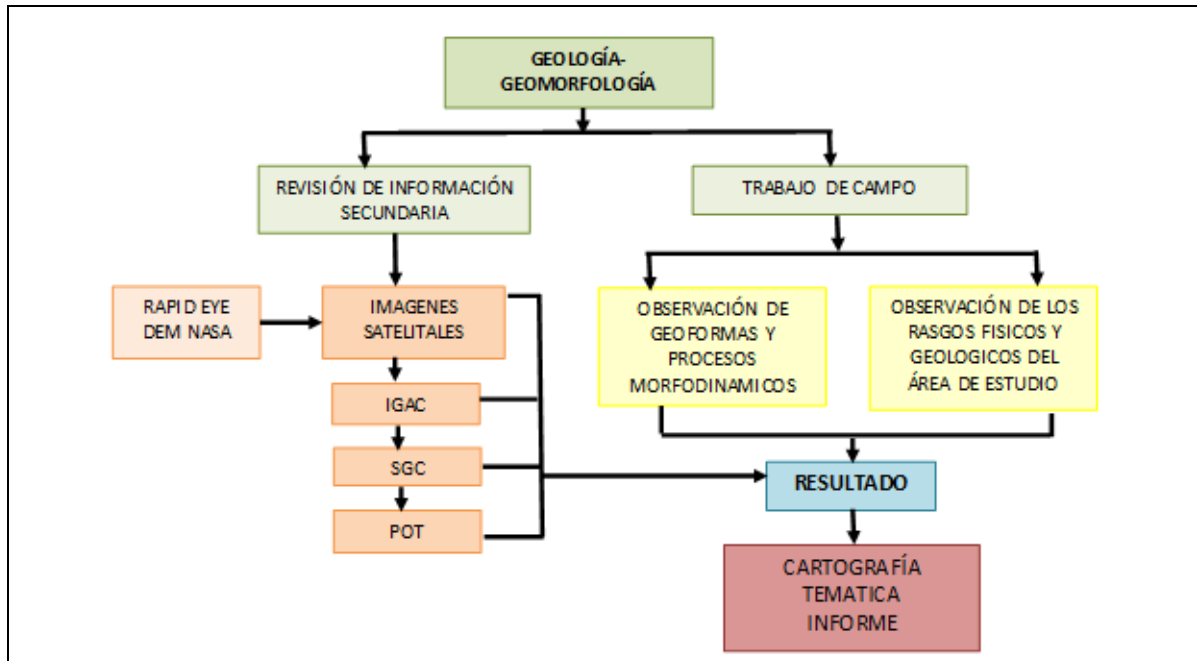


Figura 1-3 Proceso de la Información para la Realización del Mapa Geomorfológico, y Geológico.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

➤ SUELOS

Considerar el suelo como un cuerpo natural que comprende sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases e igualmente ocupa un espacio (USDA)¹, implica analizarlo teniendo en cuenta que dicho recurso es dinámico y vital para el balance global y el funcionamiento de los ecosistemas (PINZÓN A.)². En tal virtud, caracterizar y analizar el componente edáfico advierte que es necesario abordar los ítems de fisiografía y tipos de suelos, el uso actual, uso potencial y los conflictos de uso de los suelos; aplicándose una metodología diferente para cada uno como se especificará posteriormente.

En el desarrollo del presente estudio, la metodología se estructuró procurando ajustar la misma a los requerimientos indicados en los términos de referencia Estudios de Impacto Ambiental para proyectos lineales LI-TER-1-01³ y la metodología para la presentación de

¹ USDA, 2006

² Edafología, Pinzón A., ISBN: 978-958-44-6297-8, 2010

³ Tendido de las Líneas de Transmisión del Sistema Nacional de Interconexión Eléctrica, Compuesto por el Conjunto de Líneas con sus Correspondientes Módulos de Conexión (Subestaciones) que se proyecte operen a Tensiones Iguales o Superiores A 220, Min. Ambiente, 2006, pág. 11 y 12.

Estudios Ambientales⁴; incluyendo los resultados de análisis de laboratorio desarrollados para el proyecto con fines de cimentación de las torres.

El desarrollo metodológico considera tres fases que hilvanan el proceso de caracterización del suelo, como son la recopilación y procesamiento de información, el trabajo de campo y, el análisis y procesamiento de la información primaria.

✓ Fase 1. Recopilación de Información

a. Información Temática: se consultaron las entidades del orden oficial y privado para identificar y coleccionar la información disponible en cuanto a estudios de suelos a escala 1:25.000. Para abordar el estudio edafológico y la determinación de las unidades cartográficas respectivas, se complementó el trabajo con la información secundaria obtenida a partir del DAA Chivor II (2013) y los estudios de suelos aplicados “Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Cundinamarca, 2000” y el “Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá, 2005”; igualmente con información primaria lograda del control de campo, en donde se realizaron calicatas, cajuelas y barrenadas para definir y ajustar el contenido pedológico de cada unidad cartográfica, así mismo se incluyó la interpretación de las muestras recolectadas en campo, previo análisis fisicoquímico del Laboratorio Nacional de Suelo-IGAC.

Por último, se recurrió a la validación y extrapolación de la información primaria y secundaria; reflejándose en las unidades cartográficas de suelos que se resumen en la leyenda fisiográfica-pedológica. En cuanto a la resistividad se trabajó con el documento “Memoria Informe de Medidas de Resistividad-Proyecto UPME-03-2010 Subestación Chivor II- y Norte 230 kV y las Líneas de transmisión asociadas”, elaboradas por la firma Ingeniería & Diseño S.A. para el desarrollo del diseño del proyecto.

b. Revisión Cartográfica: análisis de las imágenes satelitales del área de estudio, realizándose una interpretación preliminar para determinar las geformas asociadas a las formaciones geológicas, grupos de rocas, unidades de suelos, procesos morfodinámicos y rasgos estructurales, entre otros.

En la compilación de la información cartográfica se utilizaron planchas bases del IGAC 1983, en escala 1:100.000, correspondientes a los números 208IVD, 209IIIA, 209IIIB, 209IIIC, 209IIID, 209IVA, 209IVB, 210IIIA, 210IIIB, 210IIIC, 210IIID, 210IVC, 227IIB, 227IID, 229IIA, 229IIC y ortofotomosaico de 0,09 m de resolución.

Los productos fueron ortorectificados usando un DEM DTED SRTM nivel 1 o mejor, con una precisión máxima de 12.7 metros CE90 según el control terrestre utilizado por RapidEye. La mayor precisión alcanzada por estos productos corresponde a los

⁴ Metodología General para la presentación de estudios Ambientales, Min. Ambiente, 2010, pág. 11 y 12.

estándares 1:25.000 NMAS. Tienen una resolución espacial 5 metros y Sistema de Coordenadas planas UTM Datum WGS84. El mosaico se compone por las imágenes relacionadas en la Tabla 1-8.

Tabla 1-8 Mosaico de imágenes

CAT ID	TILE ID	FECHA
8358433	1841318	09/01/2012
8358434	1841319	09/01/2012
8721321	1841320	27/02/2012
8721322	1841321	27/02/2012
8306664	1841322	02/01/2012
10942837	1841323	28/10/2012
8358384	1841419	09/01/2012
8721283	1841420	27/02/2012
8306610	1841421	02/01/2012
8306611	1841422	02/01/2012

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

✓ Fase 2. Trabajo de Campo

Se encaminó a las actividades relacionadas con la fase de campo; incluyendo un trabajo previo de confrontación entre la información cartográfica y temática secundaria con las imágenes utilizadas, en procura de definir los puntos de observación y reconocimiento de los suelos con sus paisajes asociados, considerando lo siguiente:

○ Construcción de Unidades de Mapeo y Unidades funcionales

La unidad de mapeo es la delimitación o delineación de un polipodón, o de un grupo de polipodones semejantes o diferentes y/o de áreas misceláneas (FORERO M.),⁵ mientras que las unidades funcionales permiten identificar el contenido pedológico a través de la variante, el taxadjunto, la fase y el conjunto. En ese contexto, las unidades mencionadas son los elementos que refleja un mapa de suelos para indicar la distribución geográfica y ocurrencia de los suelos, en una fisiografía determinada. :

Las unidades de paisaje se consolidaron aplicando el principio de conservar características similares en cuanto a clima ambiental (precipitación y temperatura), material geológico (litología), relieve (tipo de paisaje y ambiente morfogenéticos) y coberturas vegetales. Dicha selección fue producto de la combinación de los factores anteriormente descritos ver Figura 1-4.

⁵ Metodología para levantamientos edafológicos, CIAF, Bogotá D.E., 1987.



Una vez definidas las unidades de condiciones biofísicas análogas, se aplicaron las capas de vías de acceso (principal y secundaria), cuerpos de agua (ríos, quebradas, lagos, lagunas, etc.) y zonas urbanas, con el objeto de escoger la unidad biofísica con mayor probabilidad de ingreso, sin que represente un detrimento en la cantidad y calidad de las observaciones, sino por el contrario, se buscará garantizar representatividad y confiabilidad de las observaciones

Se definieron las unidades de chequeo y muestreo, de acuerdo a la variabilidad espacial del paisaje y su posible ocurrencia taxonómica. En los sitios de torre seleccionados se aplicó el reconocimiento, verificación, ajuste y complementación de la información secundaria in-situ.

Se integra con la descripción de suelos efectuada a nivel de calicatas, cajuelas y barrenadas; igualmente se hace la respectiva toma de muestras en las calicatas, (Ver Figura 1-5), se aplicaron en las unidades de suelos con texturas francas a arcillosas y libres de fragmentos líticos. La cajuela de identificación se hizo con la siguientes dimensiones 0.5x0.5x0.5 metros y la calicata fue de 1.5x1.5x1.5 metros, éste tipo de muestreo resultó conveniente en puntos donde no era posible barrenar por rocas y sedimentos cercanos a la superficie y, las calicatas se emplearon para las áreas establecidas en el diseño a las subestaciones, así como la recolección de muestras para ser analizadas en laboratorio.



✓ Fase 3. Metodología a aplicar

El análisis edafológico del presente Estudio de Impacto Ambiental, se concentró en el corredor definido para el trazado del estudio. Las unidades taxonómicas se establecieron considerando las áreas indicadas anteriormente, en sentido occidente - oriente de la línea de transmisión.

De igual manera, se identificaron los sub-paisajes a partir de la fotointerpretación de las imágenes del satélite Rapid Eye modo multiespectral y se consolidó la información de fisiografía, los tipos de suelos, el uso actual, potencial y los conflictos de uso de los suelos; complementándose con el trabajo de verificación en campo.

Inicialmente se establecerán áreas piloto o zonas de muestreo, correspondiente al 10% del total del área en las unidades fisiográficas, pedológicas definidas en la leyenda preliminar de suelos, así mismo, se combina con el método de mapeo por transectos, siguiendo una línea imaginaria en dirección del trazado. Con estos métodos se puede establecer la relación entre fisiografía-suelos y así definir el patrón de los suelos, para extrapolar la información y describir las unidades de mapeo, como se puede ver en la Figura 1-6.

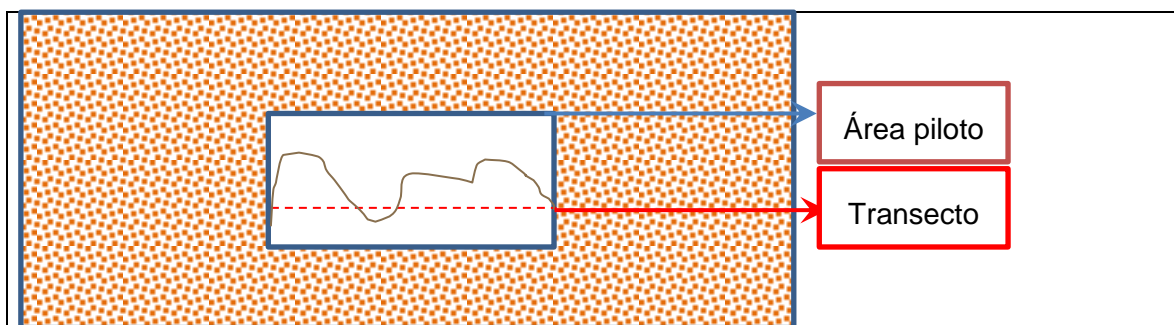


Figura 1-6 Método de muestreo para observación y comprobación

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

En las áreas pilotos se realizaron cajuelas de observación, sin recolección de muestras de suelo para el laboratorio, con el objeto de caracterizar los suelos y las unidades de sub-paisaje que le componen. Los pasos a seguir son:

- Identificación del área piloto para verificar por medio del método de transecto la distribución de los suelos.
- Selección del punto exacto a describir a nivel de cajuela.
- Construcción de la cajuela como en la Figura 1-5. Las cajuelas tienen por objeto reconocer los principales horizontes, verificar el nivel freático y los limitantes en su estructura, para ajustar y complementar la información secundaria, las cuales deben tener un tamaño de 0.5x0.5x0.5 metros y posteriormente se deberá profundizar utilizando un barreno tipo Edelman⁶ hasta encontrar el material lítico, regolito o nivel freático que nos permite establecer la profundidad efectiva y limitantes edáficos, según corresponda.
- Descripción de la cajuela compilando los datos

La evaluación y procesamiento de la información de campo incluyó confrontación de información primaria vs secundaria, consolidación de la base de datos, interpretación de los resultados de los análisis del laboratorio practicados en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, los cuales se incluyen en el Anexo_CAP3.2MEDIO_ABIOTICO/Suelos.

Las metodologías y tipo de pruebas realizadas en el laboratorio se observan en la Tabla 1-9 y Tabla 1-10.

Tabla 1-9 Métodos de Laboratorio Aplicados

VARIABLE	MÉTODO
pH	Potenciométrico relación suelo-agua 1:1
CO	Digestión en vía húmeda Walkey and Black
P	Bray II
N total	Kjeldahl modificado
Bases Intercambiables (Ca, Mg, K y Na)	Absorción Atómica

⁶ Tipo de barreno más usado para suelos. El diseño típico de esta barrena permite un mínimo de fricción durante la penetración en el suelo y poco esfuerzo para retirarlo.

VARIABLE	MÉTODO
CIC	Acetato de amonio 1 N
Al+H	Extracción con cloruro de potasio 1N

Fuente: Laboratorio Nacional de Suelos IGAC, 2015.

Tabla 1-10 Pruebas de Laboratorio Aplicadas

TIPO DE PRUEBA	UNIDADES	
TEXTURA	Categoría	
pH 1:1	Número	
ARENAS-A	%	
LIMOS-L	%	
ARCILLAS-AR	%	
TIPO DE ARCILLA	Categoría	
ACIDEZ	Al	m.e./100g
	%	S.A.i
MATERIA ORGÁNICA	%	
FÓSFORO	Ppm	
NITRÓGENO TOTAL	%	
CATIONES EXTRACTABLES	Ca	m.e./100g
	Mg	
	K	
	Na	
SUMA DE BASES	m.e./100g	
CIC	m.e./100g	
SATURACIÓN DE BASES	Ca	m.e./100g
	Mg	
	K	
	Na	

Fuente: Laboratorio Nacional de Suelos IGAC, 2015.

En lo relacionado con la medición de la resistividad, las memorias técnicas mencionadas al inicio como referente, se consideraron los principios y metodología expuestos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE (Res. 9 0708 del 30 de agosto de 2013) en el artículo 15° y la norma IEEE-81-1983-Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System. Para la toma de medidas se utilizaron instrumentos tipo telurómetros digitales marca SONEL-MRU 106, y presentaron certificado de calibración.

La técnica de medida es la denominada como cuatro electrodos de Wenner, los cuales se dispusieron en línea recta y de forma equidistante entre si separados por una distancia "a", simétricamente dispuestos con respecto al punto en el que se desea medir la

resistividad del suelo (eje de medición), no siendo necesario que la profundidad de los electrodos auxiliares sobrepase los 30 cm (ver Figura 1-7).

El aparato de medida es un telurómetro clásico con cuatro (4) terminales, siendo los terminales de los dos extremos los de inyección de corriente y los dos centrales de medida de potencial.

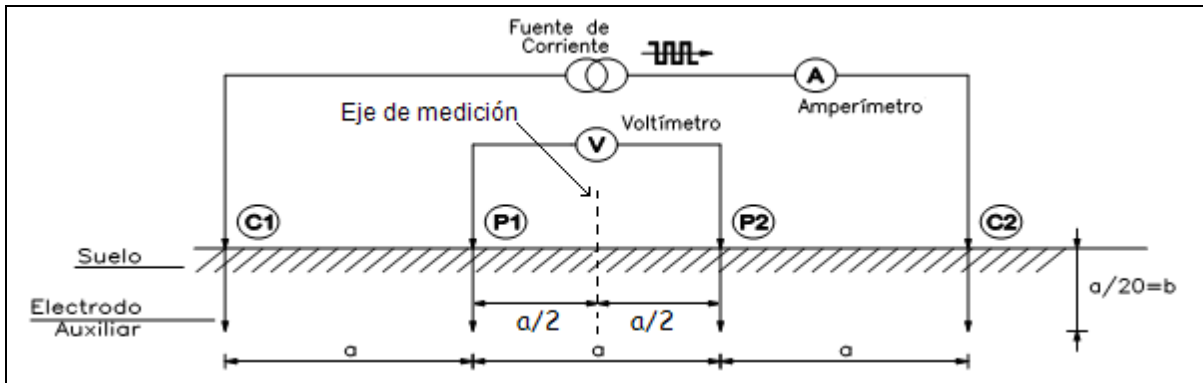


Figura 1-7 Disposición de equipos para la toma de medidas de resistividad

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE (Res. 9 0708 del 30 de Agosto de 2013) en el artículo 15 y la norma IEEE-81-1983-Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System

Las medidas se realizaron sobre cada uno de los sitios donde se ubican las estructuras correspondientes al diseño de la línea de transmisión.

En general, se tomaron dos juegos de medidas en cada punto de ubicación de las estructuras, uno longitudinal a la línea de transmisión y el otro transversal a la misma, dejando una separación entre electrodos (a) de 1, 3, 5 y 7 m, conservando el mismo eje de medición para todas las medidas (Ver ANEXO_CAP2_DESCRIPCION_DEL_PROYECTO/Suelos_Resistividad medidos para las estructuras de las líneas de transmisión Chivor - Chivor II (San Luis) 230kV, Chivor - Chivor II (San Luis) 230kV, Chivor II (San Luis) – Norte a 230 kV y, Norte- Bacatá 230 kV.

Los mapas temáticos se diseñaron con su respectiva memoria técnica explicativa, armonizado la información secundaria y la información compilada en campo.

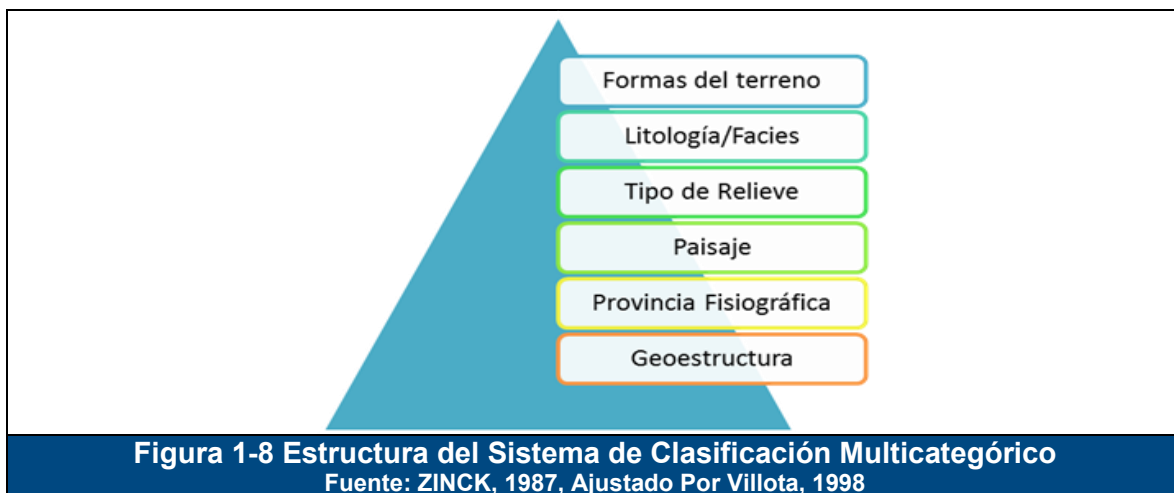
La labor se complementó con el Equipo Ambiental, para lo cual se estructuró como instrumento de recolección de información la ficha AMB-FO-GOAM-006, utilizada en cada torre en los datos se incluyó la georreferenciación, pendientes (%), altitud, evidencias de erosión, posición geomorfológica, temperatura ambiental y uso actual, con las correspondientes evidencias fotográficas, lo cual hace parte del Anexo Capítulo 3.2_Suelos.

En aras de precisar lo anterior y brindar elementos que permitan comprender los aspectos mencionados, se amplían las metodologías de acuerdo al aspecto valorado.

a) Definición de Fisiografía y Suelos

Las unidades de paisaje del presente estudio, se elaboraron aplicando el sistema geomorfológico, taxonómico, multicategorico y jerarquizado de Zinck, 1987, el cual está basado en atributos cualitativos y cuantitativos aplicables a la topografía y geomorfología de la región (Figura 1-8). De forma complementaria se aplicó la metodología del CIAF, 1997, ésta incluye los componentes litológicos y climáticos que se reflejan en las unidades edáficas identificadas para el área de estudio. Etimológicamente la fisiografía (Physios=naturaleza; Graphos=descripción) se refiere a la “descripción de las producciones de la naturaleza”, entendiéndose por naturaleza el conjunto, orden y disposición de todas las entidades que componen el universo.

Por consiguiente, la fisiografía no solo describe los aspectos relativos a la litósfera (relieve, materiales, edad de las formaciones superficiales) como lo hace la geomorfología, sino también aquellos relativos al agua, el clima y los seres vivos (Villota, 1997).



Para la clasificación de los suelos se emplearon las técnicas de la Keys to Soils Taxonomy, 2010, Eleventh Edition, establecidas por la USDA-NRCS. Las unidades cartográficas empleadas son la asociación, consociación, inasociación, grupo indiferenciado y complejos. La caracterización pedológica se realizó a partir de información secundaria recopilada en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (2013) y los estudios realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la cual es ajustada a las consideraciones y objeto del presente estudio.

En la identificación cartográfica de las unidades fisiográficas, se utilizó la metodología IGAC para el mapa de suelos, los símbolos de las unidades se representan por tres letras mayúsculas y un subíndice alfanumérico indicando respectivamente, paisaje clima y

contenido pedológico. El subíndice muestra el rango de pendiente, grado de erosión y pedregosidad como se ilustra en la Tabla 1-11 .

Tabla 1-11 Nomenclatura aplicada en la Unidad Fisiográfica (Paisaje, Clima y Suelos)

PAISAJE	SÍMBOLO
MONTAÑA	M
LOMERIO	L
VALLE	V

CONJUNTO TAXONÓMICO	SÍMBOLO
Typic Udorthents, Typic Melanudands	A
Typic Udorthents, Humic Dystrudepts, Andic Dystrudepts	B
Typic Haplustepts, Lithic Ustorthents, Typic Ustorthents	C
Typic Endoaquepts, Aeric Endoaquepts, Thaptic Hapludands	D
Typic Hapludands, Pachic Melanudands, Humic Lithic Dystrudepts	E
Typic Dystrudepts, Lithic Hapludolls, Typic Udorthents	F
Typic Eutrudepts, Typic Hapludands	G
Fluventic Haplustolls, Vertic Calciustolls	H
Vertic Haplustalfs, Humic Dystrudpets, Typic Ustorthents	I
Typic Dystrudepts, Humic Dystrudepts, Lithic Udorthents, Typic Udorthents	J
Pachic Melanudands, Typic Hapludands, Andic Dystrudepts	K
Entic Haplustolls, Vertic Haplustepts, Afloramientos Rocosos, Typic Ustorthents	L
Humic Endoaquepts, Aeric Endoaquepts, Typic Fluvaquepts	M
Humic Dystrustepts, Typic Haplustalfs, Fluvaquentic Endoaquepts	N
Typic Eutrudepts, Typic Udorthents, Afloramientos Rocosos	O
Vertic Haplustalfs, Humic Dystrustepts	P
Oxic Dystrudepts, Lithic Udorthents, Lithic Dystrudepts	Q
Andic Humudepts, Humic Dystrudepts, Typic Hapludands, Typic Argiudolls	R
Entic Haplustolls, Vertic Haplustepts y Afloramientos rocosos	S
Andic Dystrudepts, Humic Dystrudepts y Typic Eutrudepts	T
Aeric Eptaquepts y Fluvaquentic Endoaquepts	U
Pachic Melanudands, Andic Dystrudepts, Aeric Endoaquepts, Aquic Hapludands	V
Typic Eutrudepts, Typic Hapludands	W
Humic Lithic Eutrudepts, Typic Placudands, Dystric Eutrudepts	X
Pachic Melanudands, Andic Dystrudepts	Y
Typic Haplustalfs, Ultic Haplustalfs, Typic Haplustepts	Z

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

✓ **Uso Actual del Suelo**

En Colombia se adopta la metodología Corine Land Cover en el contexto del programa de apoyo prestado por el Fondo Francés para el Medio Ambiente (FFEM), la Embajada de Francia en Colombia, el Instituto Geográfico Nacional de Francia (ING) y ONF Andina Colombia, con el fin de promover una metodología unificada y estandarizada para el territorio colombiano en relación a coberturas de la tierra.

Esta es una metodología específica para realizar el inventario de coberturas de la tierra que viene desarrollándose desde 1990 en Europa, para el caso colombiano es a partir del año 2010 que se publica la "Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover", la cual es adaptada por el IDEAM⁷; permitiendo describir, caracterizar, clasificar y comparar las tipologías de la cobertura de la tierra en aras de construir los mapas temáticos respectivos.

Esta correspondencia se analiza cobertura a cobertura, determinando el uso actual del suelo correspondiente a cada una, teniendo en cuenta la diversidad de coberturas y de usos asociados según su localización geográfica. Claro ejemplo son los pastos limpios asociados al uso actual de Ganadería de Pastoreo intensivo y semi-intensivo, del corredor Chivor I - Chivor II Rubiales y Norte-Bacatá, frente a Chivor Norte cuyo uso hace parte de la Ganadería de Pastoreo extensivo. A manera de resumen se presenta en la Tabla 1-12 las relaciones aplicadas y en la Tabla 1-13 la nomenclatura de los tipos de uso incluidas en el mapa de uso actual.

Adicionalmente, en el caso de coberturas de bosque y arbustivas, se realizó una revisión de los usos actuales determinados en el Plan General de Ordenación Forestal, de la Jurisdicción de Corpochivor (Corpochivor 2010, actualizado en 2013), a fin de confirmar que la presente identificación de usos actuales esté en concordancia con lo identificado previamente por dicha Autoridad Ambiental.

Tabla 1-12 Relación de las coberturas con el Tipo de Uso

CÓDIGO CLCC	NOMBRE COBERTURA	USO ACTUAL	TIPO DE USO
112	Tejido urbano discontinuo	Áreas Artificiales	Zonas Urbanas
121	Zonas industriales o comerciales	Áreas Artificiales	Producción
121	Zonas industriales o comerciales	Áreas Artificiales	Producción
122	Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	Áreas Artificiales	Zonas Urbanas
211	Otros cultivos transitorios	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos
211	Otros cultivos transitorios	Agrícola	Cultivos transitorios semi-intensivos
215	Tubérculos	Agroforestal	Cultivos transitorios intensivos
224	Cultivos agroforestales	Agroforestal	Agrosilvopastoril

⁷ IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D.C.

CÓDIGO CLCC	NOMBRE COBERTURA	USO ACTUAL	TIPO DE USO
225	Cultivos confinados	Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos
225	Cultivos confinados	Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos
231	Pastos limpios	Ganadera	Pastoreo extensivo
231	Pastos limpios	Ganadera	Pastoreo intensivo y semi-intensivo
232	Pastos arbolados	Ganadera	Pastoreo intensivo y semi-intensivo
233	Pastos enmalezados	Ganadera	Pastoreo intensivo y semi-intensivo
242	Mosaico de pastos y cultivos	Agrícola	Silvoagrícola
243	Mosaico de cultivos, pastos y especies naturales	Agroforestal	Agrosilvopastoril
244	Mosaico de pastos con especies naturales	Agroforestal	Silvopastoril
311	Bosque denso	Forestal	Protección
312	Bosque Abierto	Forestal	Protección
313	Bosque fragmentado	Forestal	Protección
314	Bosque de galería y ripario	conservación	Protección
315	Plantación forestal	Forestal	Producción-protección
322	Arbustal	Conservación	Protección
323	Vegetación secundaria o en transición	Forestal	Protección
333	Tierras desnudas y degradables	Sin Uso	Otros
511	Ríos (50 m)	Conservación	Recursos hídricos
514	Cuerpos de agua artificiales	Áreas artificiales	Recursos hídricos

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

Tabla 1-13 Nomenclatura Tipos de Uso Actual de la Tierra

SÍMBOLO	TIPO DE USO
CTI	Cultivos Transitorios Intensivos
CTS	Cultivos Transitorios Semi-Intensivos
CSI	Cultivos Semi-Permanentes y Permanentes Intensivos
CSS	Cultivos Semi-Permanentes y Permanentes Semi-Intensivos
SAG	Silvoagrícola
SAP	Agrosilvopastoril
SPA	Silvopastoril
PSI	Pastoreo Intensivo y Semi-Intensivo
PEX	Pastoreo Extensivo
FPR	Forestal Producción
FPP	Forestal Protección-Producción

SÍMBOLO	TIPO DE USO
FFP	Forestal Protección
CRH	Recursos Hídricos
CRE	Recuperación

Fuente: Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia, IGAC- CORPOICA, 2002.

✓ Uso Potencial del Suelo

Existen diversos métodos de evaluación de tierras, entre ellos están la clasificación de las tierras por aptitud de uso desarrollado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura) y la clasificación de las tierras por su capacidad de uso establecido por la USDA.

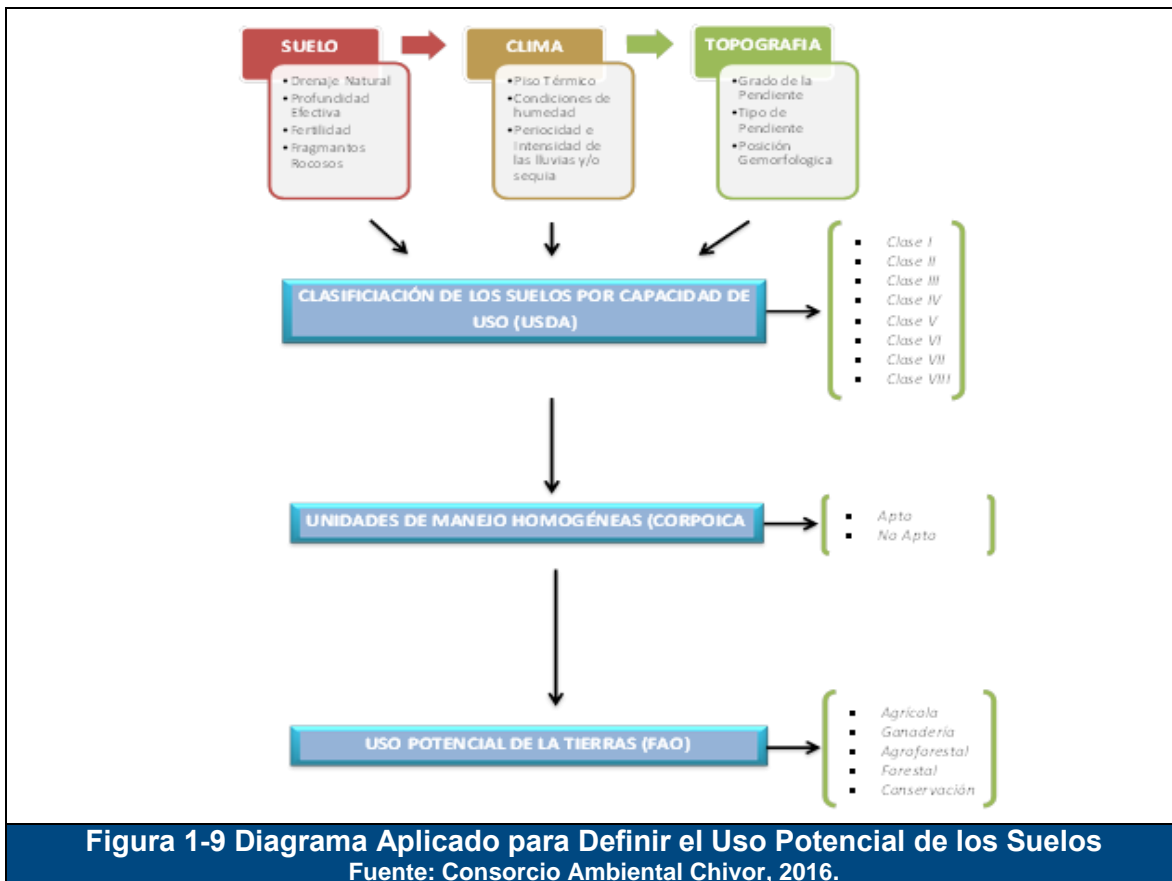
El primero es un sistema de evaluación de tierras cuantitativo, flexible y dinámico, pero solo permite evaluar y clasificar la aptitud de la tierra con la existencia de un uso específico y en comparación de usos alternativos. El segundo es una evaluación cualitativa que consiste en agrupar unidades de tierra (mayormente unidades de suelo), con respuestas comparables a su manejo y limitaciones o riesgos de degradación.

El sistema de clasificación de las tierras por su capacidad de uso está basado en las normas y principios del servicio de conservación de suelos del departamento de agricultura de los Estados Unidos de América (manual 210, USDA, 1965) y adaptado por la subdirección de agrología del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) desde 1968 hasta 2013.

Para el presente Estudio de Impacto Ambiental, se aplica inicialmente esta última clasificación de tierras, es decir la clasificación de uso de las tierras propuesta por la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), ya que se evalúa en general la capacidad de la tierra frente a una actividad productiva, sin referirse a cultivos específicos, priorizando la agricultura como el uso preferencial y con énfasis en la conservación de suelos (erosión, drenaje, limitaciones de enraizamiento y limitaciones climáticas) (Klingebiel & Montgomery, 1961), información disponible para el desarrollo del uso potencial de la tierra.

La evaluación inicial se realizó con base en las propiedades de los suelos, relieve, drenaje, erosión y clima de cada una, de las diferentes unidades cartográficas. Se tomaron aquellas características que por su importancia determinan la capacidad y vulnerabilidad del suelo frente a las principales actividades humanas que en él se ejecutan. El esquema básico de agrupación comprende los siguientes niveles o categorías sistemáticas: a) divisiones o grupos de capacidad; b) clases de capacidad de uso; y c) subclases de capacidad de uso.

En una segunda instancia se definió el uso potencial de los suelos, correlacionando las clases agrológicas, delimitando y agrupando unidades geográficas que compartan limitaciones, para luego ser compartidas en unidades de manejo homogéneas, y así finalmente definir el uso potencial de las tierras. Esto se representa mediante el esquema de la Figura 1-9.



Las categorías aplicadas para clasificar el uso potencial son agrícola, ganadero, agroforestal, forestal y de conservación. Los tipos de datos aplicados para determinar el uso potencial de los suelos se muestran en la Tabla 1-14.

Tabla 1-14 Tipo de Datos Aplicado para Determinar Uso potencial del suelo.

UNIDAD DE SUELOS	CAPACIDAD DE USO (USDA)	UNIDAD DE MANEJO HOMOGÉNEA	USO POTENCIAL DE LA TIERRA (FAO)
------------------	-------------------------	----------------------------	----------------------------------

(IGAC)	CLASE AGROLÓGICA	LIMITANTE	GRUPO	RESTRICCIÓN	CATEGORÍA	ACTIVIDAD	TIPO USO
MGIa	III	Clima	1	Bajo	Apto	Agrícola	Cultivos Transitorios Intensivos

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

✓ Conflicto de Uso de la Tierra

La comparación entre la oferta ambiental de las tierras, mediante el uso potencial de las mismas, frente a la demanda reflejada en la cobertura y uso actual de la tierra, permitió establecer si se presentan o no conflictos en el uso del suelo, el cual se puede presentar en diversos grados (ligeros, moderados, severos). En los casos donde el uso actual concuerda con el uso potencial, se concluye que no hay conflicto de uso del suelo.

En la Figura 1-10 se observan dos fuentes de información diferentes para establecer el mapa de conflictos, por un lado, los insumos y procedimiento para obtener el uso actual y por el otro los insumos y procedimiento para obtener el uso potencial, los cuales se superponen y se aplica la matriz de decisión (IGAC, CORPOICA, 2002) la cual se muestra en la Tabla 1-15 y se obtiene el mapa resultado con las siete categorías de conflicto de uso.

Los tipos de conflicto de uso de la tierra se establecieron en categorías que van desde tierras sin conflicto de uso, conflictos por subutilización y conflictos por sobreutilización, en diversos grados, ligeros, moderados hasta severos, los cuales se presentan en la Tabla 1-16 y Tabla 1-13.

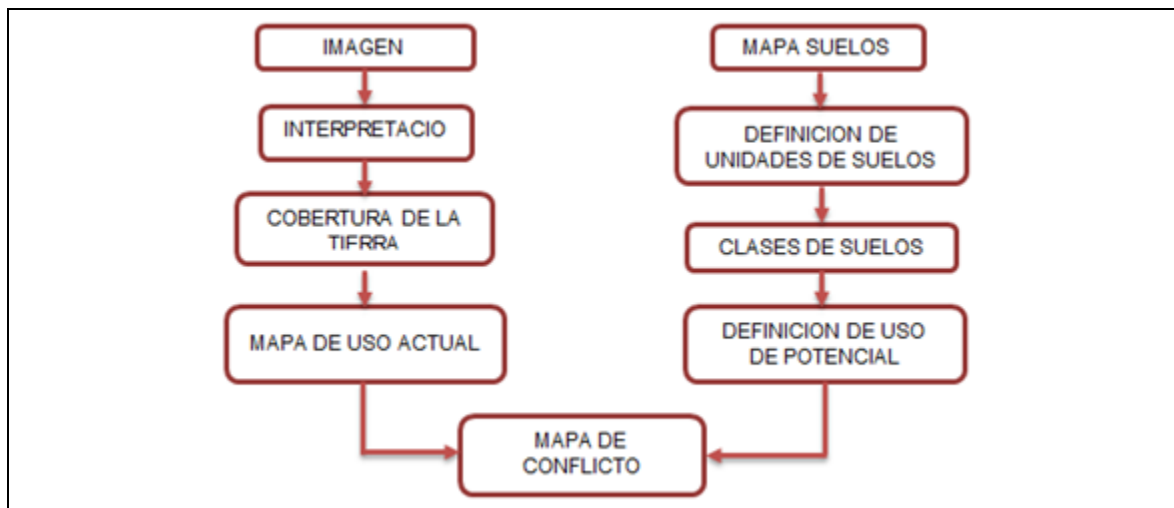


Figura 1-10 Diagrama para la Determinación del Conflicto de Uso

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

Tabla 1-15 Matriz de Decisión para Calificación de Conflictos de Uso

MATRIZ CONFLICTO DE USO		USO ACTUAL														
		AGRÍCOLA				AGROFORESTAL			GANADERÍA		FORESTAL			CONSERVACIÓN		
USO POTENCIAL	AGRÍCOLA	CTI	A	A	S2	S2	S2	S3	S3	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3
		CTS	A	A	S1	S1	S2	S3	S3	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3
		CSI	A	A	S1	S1	S2	S3	S3	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3
		CSS	O1	O1	A	A	A	S2	S2	O1	S2	S1	S3	S2	S3	S3
	AGROFORESTAL	SAG	O3	O1	O2	O1	A	S2	S2	O2	S1	A	S2	S3	S3	S3
		SAP	O3	O1	O2	O1	O1	A	A	O2	A	A	S2	S3	S2	S3
		SAP	O3	O2	O3	O2	O2	A	A	O2	A	A	S2	S2	S2	S3
	GANADERÍA	PSI	O1	O1	O1	O1	O1	S1	S1	A	S2	A	S3	S2	S2	S3
		PX	O3	O3	O3	O2	O2	S1	S1	O1	A	A	S2	S3	S3	S3
	FORESTAL	FP R	O3	O2	O3	O3	S1	O1	O1	O3	S2	A	S2	S2	S2	S3
		FP P	O3	O3	O3	O3	O2	O2	O2	O3	S2	A	A	S1	S1	A
		FP T	O3	O3	O3	O3	O2	O3	O3	O3	O2	A	A	A	A	A
	CONSERVA	CR	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	A	A	A	A

MATRIZ CONFLICTO DE USO			USO ACTUAL																
			AGRÍCOLA				AGROFORESTAL				GANADERÍA			FORESTAL			CONSERVACIÓN		
	CIÓN	H																	
		CR E	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	A	A	A	A	A	

Fuente: Adaptado IGAC CORPOICA 2002.

Tabla 1-16 Tipos de Conflictos de Uso de la Tierra

SIMBOLO	TIPO DE CONFLICTO
A	Sin conflicto
S1	Subutilización Ligera
S2	Subutilización Moderada
S3	Subutilización Severa
O1	Sobreutilización Ligera
O2	Sobreutilización Moderada
O3	Sobreutilización Severa

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

➤ **HIDROLOGÍA**

✓ **Fase 1 Información Empleada para los Análisis**

A continuación se describe la información que se empleó para los análisis a desarrollar dentro del presente documento:

- Cartografía a escala 1:50.000 y 1:100.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). A partir de esta cartografía se identificó la red hídrica existente en lo relacionado con cuerpos de agua lénticos y lóticos en las áreas de influencia del proyecto. Así mismo, a partir de esta información se establecieron los patrones de drenaje de acuerdo con los lineamientos y clasificación del orden de cada cauce.

- Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios del corredor del proyecto. Los documentos de ordenamiento como EOT, PBOT, POT, POMCA, sirvieron para realizar las descripciones de los diferentes cauces y cuencas que son atravesados por el trazado de la línea de alta tensión.
- Información de caudales medios, máximos y mínimos. El régimen hidrológico de caudales para los cauces principales, se obtuvo a partir de la información de caudales suministrada por el IDEAM y por la CAR (Anexo Capitulo 3 /Hidrología), registrados en una estación de medición, mostrando a nivel mensual el comportamiento de estos parámetros en las estaciones presentadas en la Tabla 1-17.

Tabla 1-17 Estaciones de Medición de Caudales

CÓDIGO	ESTACIÓN	TIPO	OPERADA POR	CÓDIGO	ESTACIÓN	TIPO	OPERADA POR	CÓDIGO	ESTACIÓN	TIPO	OPERADA POR
2120660	NUEVA GENERACIÓN AUT	CO	IDEAM	35070080	GARAGOA	PG	IDEAM	21206280	ACAPULCO	CO	IDEAM
21206630	BILBAO MÁXIMO POTI	CO	IDEAM	35070130	QUEBRADA HONDA	PM	IDEAM	21206490	HATO ALTO	ME	IDEAM
21206690	COL MIGUEL A. CARO	CO	IDEAM	35070170	NAZARETH	PM	IDEAM	21206570	APTO CATAM	CP	IDEAM
23065100	SABANETA	CO	IDEAM	35070210	PACHAVITA	PM	IDEAM	2120540	CHECUA	CP	CAR
23065120	CABRERA LA	CO	IDEAM	35080060	CEDROS LOS	PM	IDEAM	2120548	IBERIA LA	CP	CAR
23125150	VILLAGOMEZ	ME	IDEAM	35080070	SAN LUIS DE GACENO	PM	IDEAM	2120557	LA PRIMAVERA	CP	CAR
24015110	BOYERA LA AUTOMATI	CP	IDEAM	35080110	ALTO MUCENO	PM	IDEAM	2120562	GUATAVITA	CP	CAR
24015120	ISLA DEL SANTUARIO	CP	IDEAM	35090050	VISTA HERMOSA	PM	IDEAM	2120565	TABIO	CP	CAR
35065010	GACHETA	CO	IDEAM	21205013	UNISALLE-NORTE	CO	IDEAM	2401515	CARRIZAL	CP	CAR
35075040	INST AGR MACANAL	CP	IDEAM	21205700	GUASCA	CO	IDEAM	3507502	SUTATENZA	CP	IDEAM
35085020	RONDON	CO	IDEAM	21205740	SILOS	CO	IDEAM	2120136	STA, INÉS	PM	CAR
35085040	VIVERO EL	CO	IDEAM	21205770	BASE AÉREA MADRID	CO	IDEAM	2120176	STA ISABEL	PM	CAR
35085050	CAMPOHERMOSO	CO	IDEAM	21205870	SALITRE EL	ME	IDEAM	2120074	ZIQUAIRÁ	PG	CAR
21200160	PANONIA	PM	IDEAM	21205880	FLORES CHIBCHA	ME	IDEAM	2120141	ACANDY	PM	CAR
21200620	PISCIS	PM	IDEAM	21205890	GUANATA	ME	IDEAM	2120187	BOMBAS SESQUILÉ	PG	CAR
21201050	LOURDES	PM	IDEAM	21205910	COSECHA LA	ME	IDEAM	2120027	SAUCIO	PG	CAR
21201060	PANTANO REDONDO 1	PG	IDEAM	21205940	VILLA INES	CO	IDEAM	2120188	VILLA PAULA	PG	IDEAM
21201070	CORAZÓN EL	PM	IDEAM	21205960	TACHI	ME	IDEAM	3508010	PTE, FORERO	PM	IDEAM
21201180	GUANQUICA	PM	IDEAM	21205970	STA ANA HDA PROVIDENCIA GJA	ME	IDEAM	3507019	CHIVOR	PG	IDEAM
21201210	HATO EL	PM	IDEAM	21205980	LLANO EL	ME	IDEAM	3507009	LAS JUNTAS	PM	IDEAM
21201550	ROBLE EL	PM	IDEAM	21205990	LORETOKI HDA	ME	IDEAM	2120213	EL CEDRAL	PM	CAR
21201620	SUESCA	PM	IDEAM	21206010	SANTILLANA	ME	IDEAM	2120080	SAN JOSÉ EL	PG	CAR
21201630	TABIO GJA	PG	IDEAM	21206020		ME	IDEAM	2120096		PG	CAR

CAPITULO 1 GENERALIDADES

CÓDIGO	ESTACIÓN	TIPO	OPERADA POR	CÓDIGO	ESTACIÓN	TIPO	OPERADA POR	CÓDIGO	ESTACIÓN	TIPO	OPERADA POR
									CONSUELO		
21201650	STA ROSITA	PM	IDEAM	21206030	SAN CAYETANO	ME	IDEAM	2120167	EL HOYO	PG	CAR
23060200	SUPATA	PM	IDEAM	21206060	CASABLANCA	ME	IDEAM	2120043	VILLAPINZÓN	PG	CAR
35070050	UMBITA	PM	IDEAM	21206210	FLORES COLOMBIANAS	ME	IDEAM				
35070070	CHINAVITA	PM	IDEAM	21206260	C.UNIV.AGROP-UDCA	CO	IDEAM				

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

✓ **Fase 2 Trabajo de campo**

Como objetivo del análisis hidrológico, se identificaron los sistemas lénticos y lóticos en las áreas del corredor del proyecto, para realizar la caracterización de los cuerpos de agua principales que son atravesados por el trazado de la línea de alta tensión, los cuales no serán intervenidos.

✓ **Fase 3 Identificación de los sistemas lóticos y lénticos**

Las cuencas, fueron determinadas a partir de la información cartográfica, para lo cual se elaboró un mapa de cuencas del área de estudio (AMB-355-1-10 a escala 1:125.000 y de manera específica los planos AMB-322-1-10 Hidrología 1, 2 y 3 a escala 1: 25.000), el cual es un insumo para la identificación potencial de sitios de muestreo de calidad del agua fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica y para la caracterización hidrológica de las corrientes principales, dando como resultado la verificación de que el proyecto NO interviene ningún cuerpo de agua

○ **Patrones de Drenaje**

En lo relacionado con los patrones de drenaje y la descripción y caracterización de los cuerpos de agua principales y sus cuencas hidrográficas, se analizaron en primer lugar, las características morfométricas de la cuenca como área, perímetro, tiempos de concentración, etc. (Figura 1-11), parámetros obtenidos a partir de la información cartográfica de la cuenca y que permiten conocer la reacción de la cuenca frente a eventos de lluvia.

De este ejercicio se establecen las características más importantes de cada uno de los cauces principales y sus cuencas de drenaje, así como el régimen de caudales en cada uno de estos, encontrado a partir de la información de caudales suministrada por el IDEAM y la CAR, y relacionada en la Tabla 1-17.

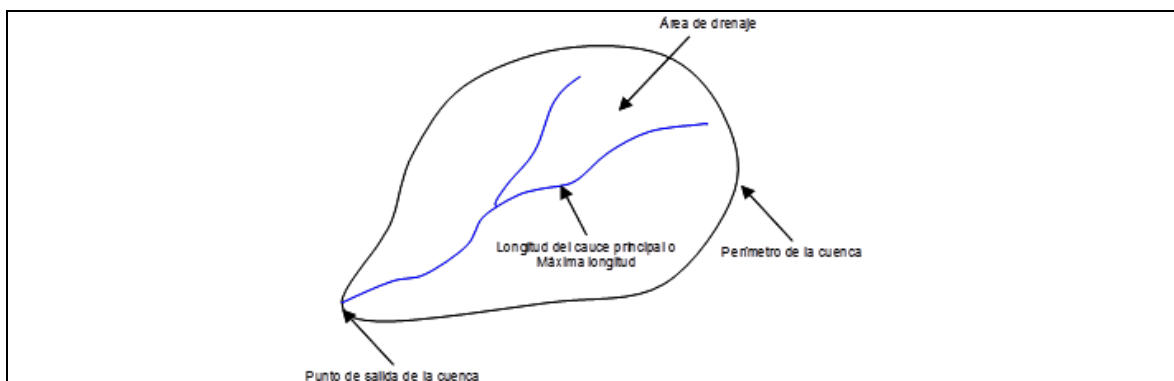


Figura 1-11 Características Morfométricas de la Cuenca
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

- **Descripción y localización red Hidrográfica que pueden ser afectadas por el proyecto**

En este aspecto se resalta que el proyecto no intervendrá cauces ni modificará o alterará los cursos de los mismos, dado que la línea de alta tensión atravesará los cauces a unas alturas pertinentes cumpliendo con la normatividad para tal fin y en ningún momento se ubicarán torres o infraestructura cerca de la red hídrica. Sin embargo, en el desarrollo de este documento se describen los cauces principales que son atravesados por el trazado.

De este análisis se conoció la hidrografía de la zona, ubicándose en diferentes zonas, unidades y subunidades hidrográficas, y los distintos cauces que atraviesa la línea (ver Figura 1-14).

➤ **CALIDAD DE AGUA**

Las principales razones para el establecimiento de programas de monitoreo de la calidad del agua tienen que ver con la necesidad de verificar si la calidad del recurso cumple con las condiciones para los usos requeridos, con la determinación de las tendencias de la calidad del ambiente acuático y como éste se ve afectado por el desarrollo de actividades humanas.

✓ **Fase 1 Información secundaria -Marco Normativo**

La evaluación de los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos consiste en su comparación con los criterios establecidos en Decreto 1594/84 del Ministerio de Agricultura, de acuerdo al Decreto 3930 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Artículos 38, 39, 40, 41 y 45.

Además de los requerimientos exigidos para la presentación del Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto Upme-03-2010 Subestación Chivor II– y Norte 230 kV y Líneas De Transmisión Asociadas.

- **Selección del Sitio de Muestreo**

De acuerdo a los términos de referencia LI-TER-1-01, para el área de influencia directa se debe presentar la caracterización físico-química, bacteriológica e hidrobiológica de los cuerpos de agua susceptibles de intervención, debido a que el proyecto Norte fue diseñado con el propósito de no interferir ningún cuerpo de agua, esta selección se hizo teniendo en cuenta los cruces de cuerpos de agua con el proyecto distribuidos espacialmente por la longitud del trazado todo el proyecto

Tabla 1-18 Cuerpos de agua Seleccionados

PUNTO	FUENTE SUPERFICIAL	VEREDA	MUNICIPIO	DEPTO	NORTE	ESTE
-------	--------------------	--------	-----------	-------	-------	------

PUNTO	FUENTE SUPERFICIAL	VEREDA	MUNICIPIO	DEPTO	NORTE	ESTE
P1	Quebrada Agua Blanca	Guina Bajo	Machetá	Cund.	1054253,89	1055795,76
P2	Quebrada Agua fría	Centro	San Luis de Gaceno	Boyacá	1027258,69	1099631,24
P3	Quebrada Saldaña	Planadas	Santa María		1031924	1096305,06
P4	Quebrada Honda	Centro	Macanal		1043095,85	1087983,96
P5	Quebrada del Dátil	Dátil	Macanal		1047495,19	1081119,2
P6	Quebrada Surala	Boquerón	Chocontá		1054744,06	1047654,73
P7	Río Sisga	Tilatá	Chocontá	Cund.	1056488,65	1039211,15
P8	Quebrada El Abuelo	Agua Clara	Nemocón		1050299,96	1018938,17
P9	Río Susagua	Susagua	Cogua		1050259,46	1010708,34
P10	Quebrada El Gavilán	Barro Blanco	Zipacquirá		1046134,25	1006771,95
P11	Quebrada Cuzo	Río Frio Occidental Alcaparro	Tabio		1041060,57	998611,727
P12	Quebrada El Cerezo	Galdámez	Subachoque		1035451,68	993008,6
P13	Quebrada El Cajón	Santuario La Cuesta	Subachoque		1032857,95	991283,337

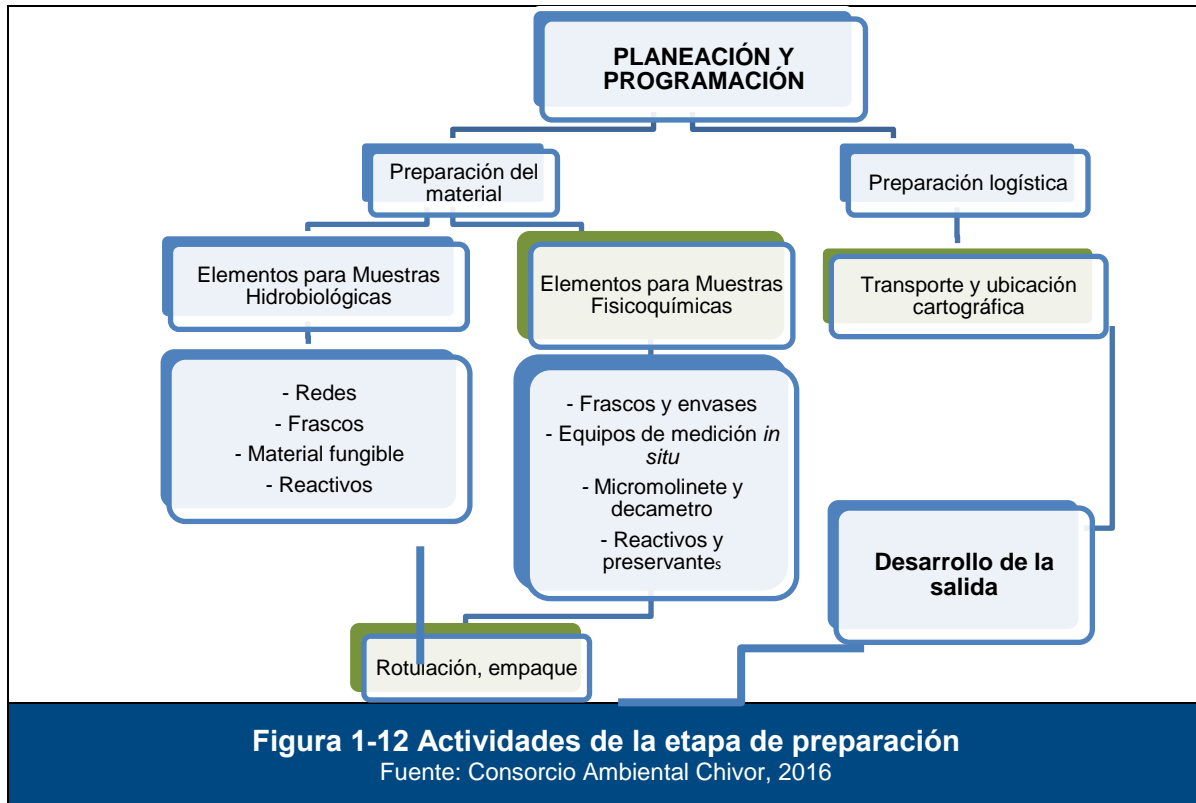
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Cabe aclarar que estos cuerpos de agua identificados no son intervenidos en ninguna etapa del proyecto Norte, pero se realiza su caracterización para cumplir con lo requerido dentro de los términos de referencia LI-TER-1-01 puntualmente para el Componente de Fauna respecto al ítem del área de influencia directa ecosistemas acuáticos, donde se solicita caracterizar los ecosistemas acuáticos, con base en muestreos de perifiton, plancton, macrofitas, bentos y fauna íctica.

✓ Fase 2 Trabajo de campo

○ Etapa de Preparación

Esta etapa es fundamental para el adecuado desarrollo y funcionamiento de los demás procesos. En ésta se lleva a cabo toda la planeación y programación para que la fase de campo se desarrolle sin ningún inconveniente. En la Figura 1-12, se muestran los pasos que se siguieron durante esta etapa, que tiene como fin, determinar los puntos de monitoreo y las pruebas a realizar en cada uno de ellos.



- **Etapa de Campo**

Esta fase se puede consultar en el numeral 1.6 de Ecosistemas Acuáticos.

- ✓ **Fase 3 Etapa de Laboratorio**

- **Muestras físico químicas**

Las pruebas analíticas empleadas para los análisis físicoquímicos y bacteriológicos, se describen en la Tabla 1-19. Dichas pruebas fueron llevadas al laboratorio GrupAAC.

Tabla 1-19 Descripción de los métodos empleados para el análisis de parámetros físicoquímicos y bacteriológicos de los cuerpos de agua monitoreados.

PARÁMETRO EVALUADO	SITIO		MÉTODO ANALÍTICO
	In situ	Laboratorio	
pH	X		ELECTROMÉTRICO
Temperatura	X		TERMOMÉTRICO
Conductividad	X		CONDUCTIMÉTRICO

PARÁMETRO EVALUADO	SITIO		MÉTODO ANALÍTICO
	In situ	Laboratorio	
Sólidos disueltos totales	X		ELECTROMÉTRICO
Oxígeno disuelto	X		TITULOMÉTRICO - MÉTODO WINKLER
Sólidos Suspendidos		X	Secado a 103-105°C Gravimétrico SM-2540 D
Sólidos Totales		X	SECADO A 103-105 °C - GRAVIMETRICO
DBO ₅		X	INCUBACIÓN 5 DÍAS - ELECTRODO DE MEMBRANA
DQO		X	REFLUJO CERRADO - VOLUMETRICO
Acidez total		X	Titulométrico SM 2310-B
Alcalinidad total		X	Volumétrico SM 2320 B
Fenoles Totales		X	DESTILACION – FOTOMETRICO
Turbiedad		X	NEFELOMETRICO
Grasas y Aceites		X	PARTICION / INFRARROJO
Coliformes Totales		X	NMP - TUBOS MULTIPLES
Coliformes Fecales		X	NMP - TUBOS MULTIPLES

Fuente: Resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados por GRUAAAC, 2016

✓ Índices de Calidad del Agua

Estos índices son de gran utilidad para establecer la calidad del agua de las corrientes hídricas, debido a que identifican de manera cuantitativa y cualitativa, su potencialidad para usos agropecuarios y de consumo.

- Índice de calidad de agua (WQI)

Para los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se efectúa una interpretación de las concentraciones obtenidas y se realiza una comparación con los criterios establecidos en el Decreto 3930 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) que aún está diseccionado bajo los límites de calidad del agua definidos en el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de agricultura; así como la relación existente entre parámetros y posteriormente la aplicación del índice de calidad de agua, que se explica a continuación.

El índice de calidad del agua (WQI) fue desarrollado en 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional (NSF) de los Estados Unidos con el objeto de establecer el comportamiento óptimo de las variables identificadas en los estudios de calidad del agua. Para aplicar dicho índice es necesario utilizar datos obtenidos a partir del seguimiento de parámetros de importancia como son: Coliformes fecales, oxígeno disuelto, pH, demanda biológica de oxígeno (DBO₅) y otros como nitratos, fosfatos, variación térmica, turbidez y sólidos totales. A cada una de estas variables se le asignaron unos factores de acuerdo con su importancia (Tabla 1-20). Según Canter (1998), estos factores tienen un claro sesgo de salud pública, pues están basados en el uso del agua para consumo humano.

Tabla 1-20 Ponderación asignada a las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua.

Variable	(Wi)
Oxígeno Disuelto	0,17
Coliformes Fecales	0,15
pH	0,12
DBO ₅	0,10
NO ₃	0,10
PO ₄	0,10
Desviación Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totales	0,08

Fuente: Canter, 1998.

Para calcular el índice WQI agregado se suman todas las variables luego de hallar el "I" y multiplicarlo por su W. La fórmula es la siguiente:

$$WQI = \sum_{i=1}^n I_i W_i$$

Los resultados del WQI para una constante hídrica pueden ser interpretados de acuerdo con la Tabla 1-21.

Tabla 1-21 Interpretación del índice WQI.

Rango	Interpretación
0-25	Muy Malo
26-50	Malo
51-70	Medio
71-90	Bueno
91-100	Excelente

Fuente: Canter, 1998.

- **Muestras Hidrobiológicas**

En esta etapa se realiza el análisis de las muestras colectadas en campo mediante la determinación de la composición y abundancia de las comunidades hidrobiológicas en los cuerpos de agua estudiados. La etapa de laboratorio es una de las más importantes por cuanto se obtienen los resultados de las comunidades monitoreadas.

- ✓ **Fase 4 Etapa de Análisis**

- **Parámetros Fisicoquímicos y Bacteriológicos**

- **Parámetros fisicoquímicos**

Se efectúa una interpretación de las concentraciones obtenidas y se realiza una comparación con los criterios establecidos en el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud, hoy Ministerio de la Protección Social, así como la relación existente entre parámetros.

- **Parámetros Hidrobiológicos**

Esta fase está constituida por la tabulación y evaluación de los resultados obtenidos y la posterior determinación del estado trófico de los cuerpos de agua muestreados

Esta fase se puede consultar en el numeral 1.6 de Ecosistemas Acuáticos.

- ✓ **Fase 5 Resultados Obtenidos**

De acuerdo al análisis descrito en la fase anterior, los resultados corresponden a un comparativo con el marco normativo con el fin de caracterizar e identificar el estado actual de los cuerpos de agua analizados.

Dando como resultado una identificación detallada de los puntos de agua analizados para el proyecto en el Anexo Capítulo 3 Medio Abiótico 7 Calidad de Agua se puede encontrar resultados, certificaciones, informe del análisis realizado.

- **USOS DEL AGUA**

- ✓ **Fase 1 Información empleada para los análisis**

A continuación se describe la información empleada para describir los usos del agua dentro del documento:

- Información de la Superintendencia de Servicios Públicos en relación con los datos de demandas de agua de los municipios del área del corredor del proyecto.
- Información del Estudio Nacional del Agua –ENA, 2010- suministrada por el IDEAM, de la cual se emplearon los índices de vulnerabilidad hídrica (IVH) e índices de usos del agua (IUA) para cada uno de los municipios del área del corredor del proyecto.
- Documentos de Planes y Esquemas de Ordenamiento territorial de los siguientes municipios: Tenjo, Subachoque, Tabio, Cajicá, Cogua, Nemocón, Sesquilé, Suesca, Chocontá, Machetá, Manta, Tibirita en el departamento de Cundinamarca, y Gachancipá, Sutatenza, La Capilla, Garagoa, Guateque, Somondoco, Almeida, Guayatá, Tenza, Chivor, Macanal, Santa María y San Luís de Gaceno en Boyacá.

- Información levantada en campo relacionada con el inventario de usuarios del recurso agua en el trazado de la línea de alta tensión.

✓ **Fase 2 Desarrollo Metodológico Campo**

Para establecer los usos de agua superficial en el área del corredor del proyecto, se consultó la información referente a concesiones de agua superficial de las corporaciones ambientales en la zona de estudio (CAR y CORPOCHIVOR).

La visita de campo se realizó una visita en campo se realizó en algunos puntos específicos de dicho trazado, evidenciando lo ya mencionado respecto a usos de agua superficial (ver Anexo Capítulo 3 Medio abiótico/ Formatos de campo, Abiótico).

Dado que generalmente los usos del recurso superficial se enfocan al consumo de agua de distintas poblaciones, se consultó la información e la Superintendencia de Servicios Públicos para conocer las fuentes de las cuales se abastecen los distintitos municipios en el área de influencia indirecta del proyecto. Así mismo, se consultaron en esta información, los datos de las demandas hídricas de los municipios, junto con los índices estimados para usos del agua y vulnerabilidad hídrica entregados por el IDEAM en el Estudio Nacional del Agua (ENA, 2010).

Como resultado de este ejercicio, se obtiene un inventario de los usos y usuarios actuales y potenciales del agua en la región, es decir, se identifican las demandas de las cabeceras municipales por las cuales atraviesa la línea, la fuente de la cual se surte de agua y el tipo de fuente, información extractada del Estudio Nacional del Agua (ENA, 2010) y de los Documentos de Ordenación Territorial.

✓ **Fase 3 Resultados Obtenidos**

De acuerdo al análisis desarrollado, los resultados corresponden a un inventario de los puntos de agua en la zona del corredor, durante el levantamiento de información primaria y de la información recibida por las Corporaciones presentes a lo largo del trazado de la línea de alta tensión.

Así mismo, de la información suministrada por la Superintendencia, se encontró que a lo largo del trazado de la línea no se encuentran sistemas de acueducto de las cabeceras de los municipios por los cuales atraviesa ésta.

En relación a los conflictos de uso, el proyecto no contempla realizar uso del agua a lo largo de su trazado, por lo que se considera que no se generará conflictos de uso con la población.

➤ **HIDROGEOLOGÍA**

La evaluación hidrogeológica para el área se realizó mediante la revisión de a partir de la información secundaria disponible de la zona, la información existente de la zona, para lograr una identificación de las unidades hidrogeológicas de acuerdo con los criterios

establecidos por el INGEOMINAS y de allí realizar la identificación de las unidades para el área específica del proyecto.

El trabajo parte de la identificación de las unidades hidrogeológicas en campo para definir su localización dentro del área del proyecto y con base en esto mostrar una distribución espacial de los estratos litológicos, identificando y determinando su comportamiento y sus interrelaciones con los sustratos con los que presenta contacto. Con esta información se determinó el potencial hidrogeológico de las unidades.

Con base en lo anterior se elaboraron los Mapas de hidrogeología a escala 1:25.000.

✓ **Fase 1 Recopilación de información**

Es la primera etapa del estudio en la cual se construyó un modelo hidrogeológico preliminar, basándose especialmente en cartografía del Ingeominas.

✓ **Fase 2 Mapeo de unidades hidrogeológicas**

Se realizó utilizando como base el mapa geológico del área evaluada, realizando un control de campo y utilizando la integración de la información del inventario de puntos de agua subterránea y las condiciones litológicas de las unidades geológicas. Con la integración de la información antes descrita, se definieron las unidades hidrogeológicas de acuerdo con las características observadas para el área evaluada.

De acuerdo con las diferentes características litológicas de las rocas encontradas en el área, es posible asignar una clasificación hidrogeológica según la capacidad de almacenamiento y transmisión de agua.

○ **Inventario de Puntos de Agua**

Existen diferentes categorías de puntos de agua, así como diversas formas de denominación de las mismas. No obstante, en el trabajo desarrollado se trabajó con las categorías de puntos de agua establecidas en el Formulario Único Nacional para el Inventario de Aguas Subterráneas, en el cual se establecen 4 categorías a saber: Manantiales, Aljibes, Pozos y Otros Puntos, donde éstos últimos reúnen aquellos aprovechamientos de agua subterránea que no pueden estar dentro de las demás categorías establecidas.

Este inventario fue complementado mediante la recopilación de información en las Corporaciones Autónomas Regionales con influencia en el área del proyecto (CAR y Corpochivor). Cada punto se encuentra georreferenciado y se obtuvo la información más relevante de cada uno de los lugares identificados para diligenciamiento de la GDB.

✓ **Fase 3 Procesamiento de la Información**

Consiste en el procesamiento de la información colectada en campo, del comportamiento del agua subterránea y posteriormente analizada en la oficina con el objetivo de plantear

un modelo que describa el tipo de acuífero, su geometría, distribución, comportamiento hidráulico, características hidrológicas y el modelo de flujo del agua subterránea.

La vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación se establece por la facilidad con la cual ingresan las sustancias que puedan degradar la calidad del agua subterránea, mediante infiltración a través del suelo y la zona no saturada. Foster, 1987.

Uno de los métodos más usados en el mundo, para evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos, es el denominado GOD, Foster e Hirata 1987, debido a la facilidad para los datos y la simplicidad en su aplicación.

El método GOD considera dos factores básicos:

- El grado de inaccesibilidad hidráulica de la zona saturada
- La capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada del acuífero.

Los parámetros involucrados en el análisis son los siguientes:

G: Grado de confinamiento hidráulico, (clasificado desde surgente a libre)

O: Ocurrencia del estrato suprayacente (correspondiente a la litología de la ZNS)

D: Distancia al nivel del agua subterránea (calificada en rangos)

Cada uno de estos parámetros es valorado de acuerdo con una tabla de clasificación (Ver Figura 1-13) y el grado de vulnerabilidad se obtiene como resultado del producto de los 3 índices asignados a los parámetros G, O, y D.

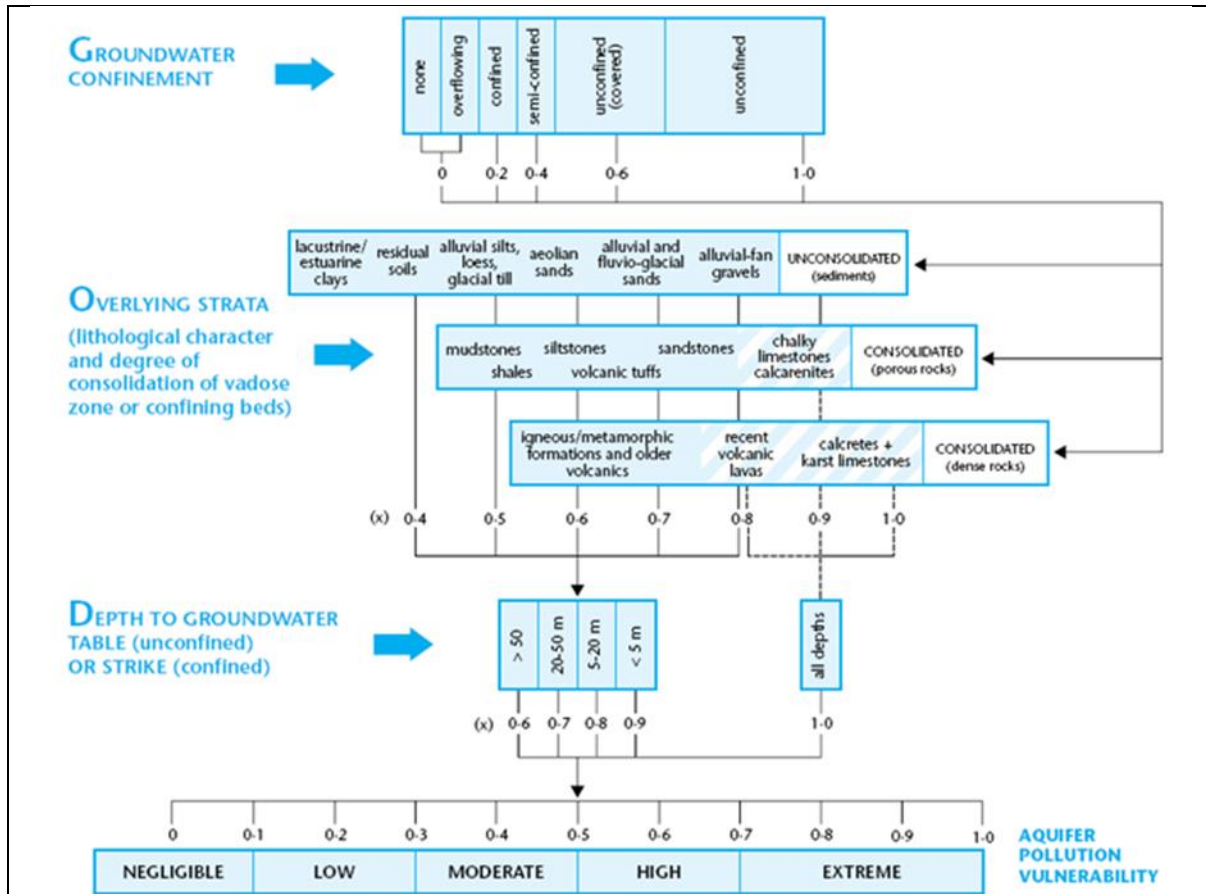


Figura 1-13 Método GOD para determinación de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de acuíferos.

Fuente: Tomada de Banco Mundial, 2002.

La Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación determinada por este método, se clasifica de despreciable a extrema, para lo cual se tiene las siguientes definiciones prácticas de la misma. Como guía para interpretar los grados de vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos se presenta la siguiente tabla tomada del Banco Mundial 2002 (ver Tabla 1-22).

Tabla 1-22 Definición práctica de las clases de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos.

CLASE DE VULNERABILIDAD	DEFINICIÓN
EXTREMA	Vulnerable a la mayoría de los contaminantes con impacto rápido en muchos escenarios de contaminación

CLASE DE VULNERABILIDAD	DEFINICIÓN
ALTA	Vulnerable a muchos contaminantes (excepto a los que son fuertemente absorbidos o fácilmente transformados) en muchos escenarios con contaminación
MODERADA	Vulnerable a muchos contaminantes solo cuando son continuamente descargados o lixiviados
BAJA	Solovulnerable a contaminantes conservativos cuando son descargados o lixiviados en forma amplia y continua durante largos periodos de tiempo
DESPRECIABLE	Presencia de capas confinantes en flujo vertical (percolación) es insignificante

Fuente: Banco Mundial, 2002.

➤ **ATMOSFERA**

✓ **Clima**

La caracterización climatológica se realizó empleando los registros históricos, analizando los valores promedio mensual multianual de parámetros climatológicos como la precipitación, la temperatura y la evaporación, entre otros. A continuación se describen la caracterización realizada a cada uno de estos parámetros climatológicos.

○ **Fase 1 Información Climatológica Recopilada**

Los análisis hidrológicos regionales, se realizaron a partir de la información hidroclimatológica suministrada por el IDEAM y la CAR, correspondiente a los datos de las estaciones presentadas en la Tabla 1-23 (Ver Anexo Capítulo 3.2_ Clima). Estas estaciones se localizan alrededor del área de estudio. Las estaciones climatológicas se trabajaron con los datos a nivel mensual de temperatura, evaporación, humedad relativa, radiación solar y vientos. Con las series de registros de precipitación, evaporación, temperatura, entre otros, se obtuvieron los histogramas medios mensual multianuales con el fin de evaluar la variabilidad mensual de los parámetros en la zona del proyecto.

Tabla 1-23 Estaciones meteorológicas seleccionadas para el análisis espacial

CÓDIGO	Categoría	Nombre	m.s.n.m	Fec_Instal	OPERADOR	COORDENADA MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		PERIODO DE ANÁLISIS
						ESTE	NORTE	
21201410	PM	ACANDY	2600	10/15/1977	CAR	1.021.911.35	1.049.870.81	1994 -2014
21206280	CO	ACAPULCO	2650	2/15/1990	IDEAM	971.645.64	1.006.378.26	1994 -2014
35080110	PM	ALTO MUCENO	2250	11/15/1977	IDEAM	1.090.816.95	1.045.277.88	1994 -2014
21206570	CP	APTO CATAM	2546	1/15/2001	IDEAM	991.883.27	1.012.096.16	1994 -2014
21205590	SS	APTO GUAYMARAL	2560	8/15/1965	CAR	999.732.04	1.024.064.89	1994 -2014
21205770	CO	BASE AEREA MADRID	2550	7/15/1974	IDEAM	978.366.93	1.014.666.72	1994 -2014
21206630	CO	BILBAO MAXIMO POTI	2600	11/15/2001	IDEAM	998.438.48	1.017.133.37	1994 -2014
24015110	CO	BOYERA LA AUTOMATI	2610	3/15/1960	IDEAM	1.025.024.44	1.078.253.34	1994 -2014
21206260	CO	C.UNIV.AGROP-UDCA	2570	12/15/1988	IDEAM	1.003.082.32	1.022.386.06	1994 -2014
23065120	CO	CABRERA LA	2000	9/15/1974	IDEAM	993.142.05	1.060.306.95	1994 -2014
35085050	CO	CAMPOHERMOSO	1300	11/15/1986	IDEAM	1.107.997.22	1.048.548.64	1994 -2014
21206060	ME	CASABLANCA	2575	9/15/1976	IDEAM	980.493.03	1.013.372.96	1994 -2014
35080060	PM	CEDROS LOS	1600	12/15/1975	IDEAM	1.096.934.23	1.046.222.76	1994 -2014
21205400	CP	CHECUA-NEMOCON	2580	4/15/1953	CAR	1.023.757.22	1.057.243.68	1994 -2014
35070070	PM	CHINAVITA	1900	9/15/1955	IDEAM	1.080.618.22	1.062.914.51	1994 -2014
21206690	CO	COL MIGUEL A. CARO	2700	11/15/2001	IDEAM	1.005.146.78	1.023.992.68	1994 -2014
21201070	PM	CORAZON EL	2580	7/15/1974	IDEAM	979.018.32	1.029.911.59	1994 -2014
21205910	ME	COSECHA LA	2600	9/15/1976	IDEAM	1.008.463.21	1.043.461.64	1994 -2014
21206210	ME	FLORES COLOMBIANAS	2560	7/15/1986	IDEAM	991.144.01	1.015.487.42	1994 -2014
35065010	CO	GACHETA	1752	9/15/1972	IDEAM	1.047.813.84	1.025.912.12	1994 -2014
35070080	PG	GARAGOA	1700	10/15/1959	IDEAM	1.078.617.49	1.053.416.73	1994 -2014
21205890	ME	GUANATA	2550	9/15/1976	IDEAM	1.002.570.47	1.032.040.48	1994 -2014
21201180	PM	GUANQUICA	2950	3/15/1985	IDEAM	1.015.121.94	1.065.032.61	1994 -2014
21205700	CO	GUASCA	2750	7/15/1974	IDEAM	1.023.226.07	1.031.371.34	1994 -2014
21206490	ME	HATO ALTO	2570	8/15/1993	IDEAM	993.077.25	1.026.416.42	1994 -2014
21201210	PM	HATO EL	2575	6/15/1978	IDEAM	991.530.84	1.029.909.13	1994 -2014
21205480	CP	IBERIA LA	2760	8/15/1955	CAR	1.040.394.98	1.048.035.53	1994 -2014
35075040	CP	INST AGR MACANAL	1300	7/15/1982	IDEAM	1.084.383.19	1.038.183.01	1994 -2014
24015120	CP	ISLA DEL SANTUARIO	2580	5/15/1942	IDEAM	1.037.977.28	1.096.337.03	1994 -2014
21206010	ME	LORETOKI HDA	2550	2/15/1977	IDEAM	1.030.466.26	1.054.504.41	1994 -2014
21201050	PM	LOURDES	2750	3/15/1985	IDEAM	1.023.604.48	1.042.764.60	1994 -2014

CÓDIGO	Categoría	Nombre	m.s.n.m	Fec_Instal	OPERADOR	COORDENADA MAGNA SIRGAS		PERIODO DE ANÁLISIS
						ORIGEN BOGOTÁ		
						ESTE	NORTE	
21200710	PM	MARGARITAS LAS	2606	8/15/1959	CAR	981.243.60	1.025.910.46	1994 -2014
35070170	PM	NAZARETH	400	9/15/1972	IDEAM	1.097.356.59	1.015.225.90	1994 -2014
21206600	CO	NVA GENERACION AUT	2590	11/15/2001	IDEAM	998.133.48	1.020.570.63	1994 -2014
35070210	PM	PACHAVITA	2160	3/15/1976	IDEAM	1.075.603.97	1.060.091.96	1994 -2014
21200160	PM	PANONIA	2800	3/15/1985	IDEAM	1.038.054.48	1.051.073.76	1994 -2014
21201060	PG	PANTANO REDONDO 1	3160	1/15/1951	IDEAM	1.004.892.42	1.049.435.86	1994 -2014
21200620	PM	PISCIS	2820	3/15/1985	IDEAM	1.042.208.44	1.053.419.87	1994 -2014
21200440	PM	PRADERA LA	2703	9/15/1951	CAR	994.187.15	1.044.338.80	1994 -2014
21205570	CP	PRIMAVERA LA	2590	6/15/1965	CAR	984.941.71	1.027.752.62	1994 -2014
21205980	CO	PROVIDENCIA GJA	2560	2/15/1977	IDEAM	986.309.90	1.021.696.09	1994 -2014
35070130	PM	QUEBRADA HONDA	1200	10/15/1957	IDEAM	1.084.767.00	1.039.332.38	1994 -2014
21201550	PM	ROBLE EL	2560	7/15/1985	IDEAM	983.484.29	1.022.169.70	1994 -2014
35085020	CO	RONDON	2120	12/15/1970	IDEAM	1.096.863.17	1.084.356.88	1994 -2014
23065100	CO	SABANETA	2475	8/15/1986	IDEAM	974.502.67	1.033.792.62	1994 -2014
35080070	PM	SAN LUIS DE GACENO	400	12/15/1975	IDEAM	1.100.663.21	1.024.934.95	1994 -2014
21206020	ME	SANTILLANA	2575	2/15/1977	IDEAM	996.587.22	1.035.161.39	1994 -2014
21205740	CO	SILOS	2709	3/15/1974	IDEAM	1.041.700.79	1.057.683.26	1994 -2014
21201650	PM	STA ROSITA	2750	8/15/1988	IDEAM	1.035.494.65	1.057.480.23	1994 -2014
21201620	PM	SUESCA	2575	5/15/1987	IDEAM	1.031.105.94	1.056.777.81	1994 -2014
23060200	PM	SUPATA	1798	9/15/1974	IDEAM	982.080.03	1.051.262.54	1994 -2014
21201630	PG	TABIO GJA	2600	5/15/1987	IDEAM	1.001.319.47	1.037.253.18	1994 -2014
21205960	ME	TACHI	2650	2/15/1977	IDEAM	991.673.47	1.037.914.06	1994 -2014
21205420	AM	TIBAITATA	2543	3/15/1954	IDEAM	985.411.07	1.010.530.53	1994 -2014
35070050	PM	UMBITA	2300	7/15/1956	IDEAM	1.070.171.17	1.068.918.23	1994 -2014
21200550	PM	UNION LA-EL ROSAL	2725	1/15/1960	CAR	981.244.64	1.029.596.56	1994 -2014
21205013	CO	UNISALLE - NORTE	2595	12/14/2009	IDEAM	1.005.208.55	1.021.922.34	1994 -2014
21205940	CO	VILLA INES	2590	2/15/1977	IDEAM	966.004.98	1.026.411.47	1994 -2014
21201880	PG	VILLA PAULA	2750	1/15/1992	CAR	999.732.27	1.036.966.26	1994 -2014
23125150	ME	VILLAGOMEZ	1575	8/15/1997	IDEAM	986.778.72	1.074.705.23	1994 -2014
21200460	PM	VIRGINIA LA	2620	4/15/1952	CAR	1.001.580.85	1.035.123.25	1994 -2014
35090050	PM	VISTA HERMOSA	1200	3/15/1981	IDEAM	1.115.189.79	1.045.410.67	1994 -2014
35085040	CO	VIVERO EL	1640	6/15/1984	IDEAM	1.103.412.30	1.066.022.55	1994 -2014
21200740	PG	ZIPAQUIRA	2655	2/15/1960	CAR	1.008.974.04	1.046.182.05	1994 -2014

Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales, 2016.

CAPITULO 1 GENERALIDADES

Proyecto UPME-03-2010

Diciembre 2016

- **Fase 2 Análisis de Parámetros Atmosféricos**

- **Precipitación**

El régimen de precipitación en la zona se determinó a partir del comportamiento mensual multianual de la lluvia. Así mismo, se determinaron los meses con mayor y menor volumen de precipitación, así como aquellos en los que se presentaron las máximas y mínimas temperaturas.

Se analizó la precipitación media anual multianual y máxima en 24 horas en la región, con la información de las estaciones presentadas en la Tabla 1-23, se analizaron las condiciones a nivel temporal y espacial, generando en el último caso, las curvas de iso-precipitación.

Las curvas isoyetas o de isoprecipitación, fueron interpoladas a partir de los datos de precipitación media anual multianual obtenida para cada una de las estaciones hidroclimáticas cercanas al área de estudio, empleando como metodología la técnica de mínima curvatura spline.

Para la temperatura se presentaron los valores medios mensuales de temperatura, medias máximas y medias mínimas, en su comportamiento anual, mensual y mensual multianual. Se determinó el comportamiento y la variación de estos valores máximos y mínimos registrados a lo largo de más de 20 años, permitiendo así observar las amplitudes térmicas en la región. Se estimaron los valores máximo, promedio y mínimo de temperatura.

Se obtuvieron los valores medios anuales, las curvas isotermas, las cuales se interpolaron los datos de temperatura media anual multianual, obtenida para cada una de las estaciones hidroclimáticas cercanas al área de estudio, empleando como metodología la técnica de mínima curvatura spline.

- **Vientos**

A partir de datos de velocidad y dirección del viento, para las estaciones Samaná, Río Claro y San Francisco, cercanas a la zona de estudio, las cuales cuentan con registros de más de 20 años y con esta longitud de registros para esta variable, se identificó un claro patrón de comportamiento típico del régimen climático para la región, mostrando el predominio de los vientos hacia una determinada dirección, las componentes principales y su velocidad.

Se presenta la distribución multianual de los valores mensuales promedio de la velocidad del viento, y se determinó cuál es la dirección en la cual los vientos soplan con mayor intensidad. Así mismo, se estimaron los rangos de variación de los valores promedio, y se analizó su comportamiento promedio durante todos los meses del año, a partir de los valores medios mensuales multianuales.

- **Humedad Relativa**

La humedad relativa hace referencia a la relación existente entre la presión de vapor y la presión de saturación de vapor del agua (Chow, Maidment, & Mays, 2000). Cuando el valor de esta relación es cercano al 100%, es un indicativo que la presión actual de vapor de agua está cerca de su nivel de saturación, es decir, el agua en su fase gaseosa esta próxima al cambio a fase líquida (Jiménez H., Materón H., 1992).

Para una presión atmosférica determinada, la curva de saturación de vapor presenta un comportamiento exponencial creciente en función de la temperatura del aire (ambiente); por lo tanto entre más caliente se encuentre el aire, más capacidad de retención de vapor de agua tendrá la atmósfera. Cuando ese límite de retención es alcanzado, ya sea por un proceso continuo de evapotranspiración o una caída drástica en la temperatura ambiente se tienen las condiciones propicias para el inicio de un proceso de condensación y posterior precipitación del agua en su fase líquida (lluvia) (Jiménez H., Materón H., 1992).

Con base en lo anterior, es claro que la humedad relativa depende directamente de la radiación solar incidente, que al ser reflejada como onda larga queda atrapada en la atmósfera debido a la nubosidad presente en la zona (Hendriks, 2010), generándose así un efecto invernadero y siendo este último el principal factor del calentamiento regional en la zona afectada.

La humedad relativa se analizó en este trabajo, dado que la misma es indicativo para el entendimiento y la descripción del comportamiento de los eventos de lluvia en la zona. De este parámetro se cuenta con los registros medios mensuales, los cuales son analizados en cuanto a su distribución mensual multianual.

De los datos se estimó el valor medio de humedad relativa y se analizó en el año, cuales son los meses que presentan valores mayores y menores y su relación con los datos de lluvia.

- **Evaporación**

Al igual que en los parámetros anteriores, se obtienen los histogramas medios mensual multianuales con el fin de evaluar la variabilidad mensual de este parámetro en la zona del proyecto.

Cabe mencionar que en el caso particular de vientos, se elaboró la rosa de vientos con base en los registros de las estaciones climatológicas (velocidad y dirección del viento). Esta información, sin excluir los restantes parámetros, es crucial para la alimentación de la modelación que se realiza en el componente de emisiones atmosféricas.

- **Radiación solar, presión atmosférica, y Nubosidad**

La radiación solar es obtenida de cada una de las estaciones las cuales se listan en la Tabla 1-23. Sus registros son analizados en el área de estudio a nivel mensual, tomando como referencia los valores promedios mensuales multianuales.

Con respecto a la presión atmosférica y la nubosidad, vale la pena resaltar que en la zona de estudio no se encuentran datos confiables de dichos parámetros, por lo que los mismos no son analizados en el documento.

✓ **Aire**

○ **Fase 1 Planificación del monitoreo**

Se realizó un análisis de sitios estratégicos para la instalación de las estaciones de monitoreo para determinar los siguientes parámetros: partículas suspendidas (PM10), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y monóxido de carbono (CO), el cual se encuentra fundamentado en los lineamientos establecidos en las Resoluciones 610 y 2154 de 2010 emitidas por el MAVDT hoy MADS.

○ **Fase 2 Etapa de Preparación**

Esta etapa involucró las siguientes actividades:

- ✓ Selección del número de puntos a muestrear.
- ✓ Preparación del material: Equipos e insumos (soluciones absorbentes para SO₂ y NO₂, las cuales deben mantenerse refrigeradas y pesado de filtros para PM10.), requeridos para el monitoreo.
- ✓ Disposición de transporte adecuado para los equipos (Muestreadores de alto volumen para PM10, cajas de gases para NO₂ y SO₂, bomba de bajo caudal, frascos, neveras, analizador instrumental de gases para CO) y personal de campo.
- ✓ Calibración de los equipos para los análisis in-situ.
- ✓ Rotulación y empaque.

En la Tabla 1-24 se presenta un resumen de los parámetros monitoreados, los equipos empleados y demás características asociadas a la etapa de preparación.

Tabla 1-24 Parámetros Analizados y Características Asociadas a la Etapa de Campo.

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO INTERNO	EQUIPO	RANGO TOMA DE MUESTRA
PM10	EPA e- CFR 40, Capítulo 1, Sub-capítulo C, Parte 50, Apéndice J- Alto volumen.	I-PMO01-07	Muestreador de alto volumen	De 1,02 a 1,24 m ³ /min
NO ₂	Método de análisis para dióxido de nitrógeno en la atmósfera No 408. Methods for Air Sampling and Analysis, 3a edition, 1998.AWMA/ACS/IICHE/APWA.	I-PMO01-15	Rack de gases	De 180 a 200 ml/min
SO ₂	EPA e-CFR Título 40 Parte 50 Apéndice A-2 : Pararosanilina.	I-PMO01-15	Rack de gases	De 180 a 200 ml/min

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO INTERNO	EQUIPO	RANGO TOMA DE MUESTRA
CO	Electroquímico	I-PMO01-18	MSA Pulsar Plus CO/CO10 EXTECH INSTRUMENTS	De 0 a 500 ppm

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

- **Fase 3 Etapa de Campo**

Inicialmente, el equipo de profesionales de MCS, realizó un reconocimiento de la zona de estudio con el propósito de coordinar la logística y el desarrollo del proyecto, así como la definición de los puntos más representativos para la distribución de los equipos de muestreo (ver Figura 1-14). Una vez realizada dicha tarea, se procedió a la ubicación y posterior verificación de los equipos a emplear en el monitoreo, teniendo en cuenta los criterios técnicos de micro localización contemplados en el Numeral 6.4 del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire) del MAVDT hoy MADS.

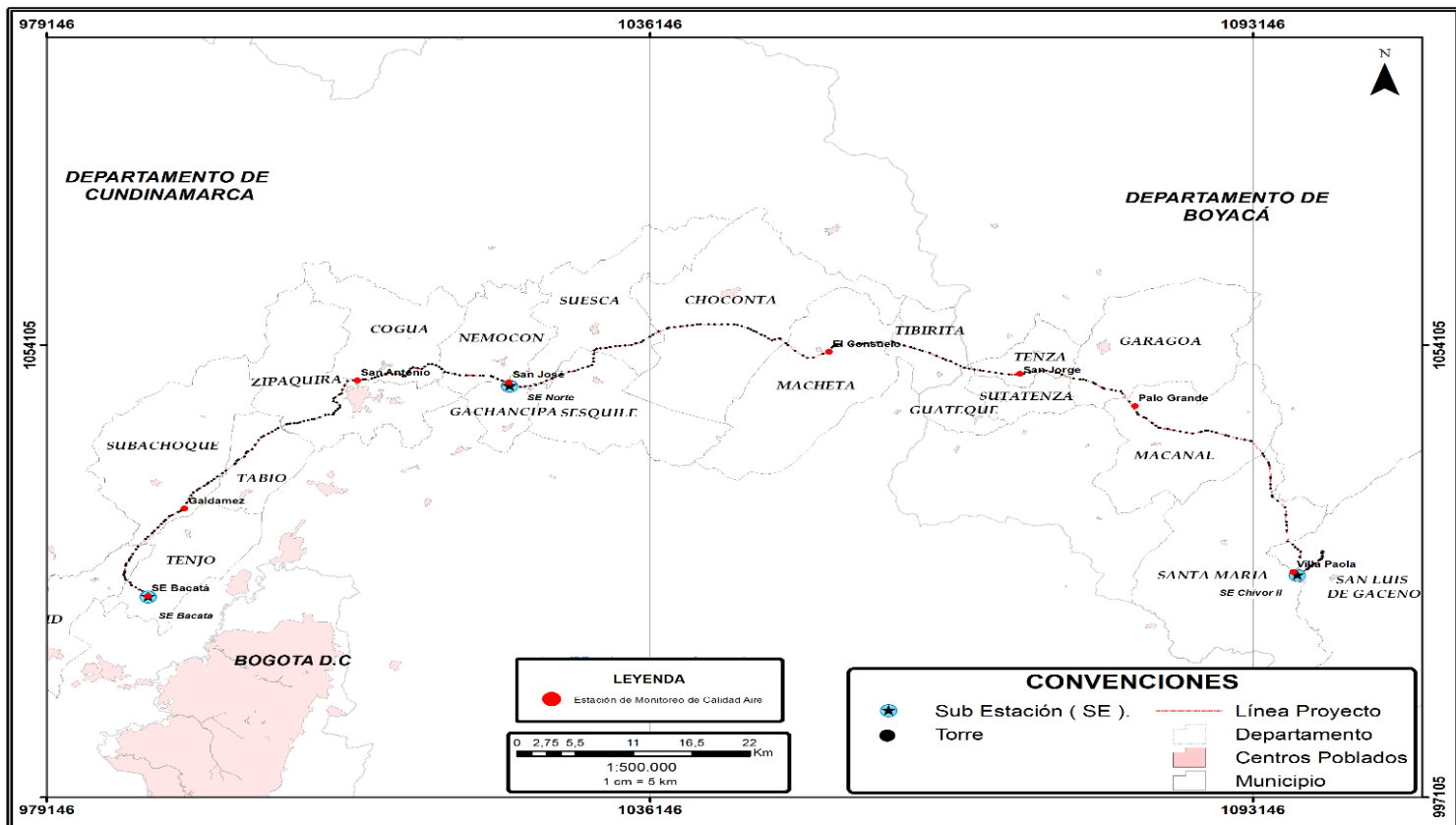


Figura 1-14 Localización general de los puntos de monitoreo dispuestos para el proyecto
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Para la evaluación de la concentración de material particulado (PM10), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxidos de azufre (SO₂), se recolectaron 18 muestras para cada contaminante por períodos de 24 horas, en cada una de las estaciones de monitoreo.

En cuanto al monóxido de carbono (CO), durante los mismos días de monitoreo, se realizaron mediciones in situ en cada uno de los puntos donde se ubicaron los equipos de medición.

- **Fase 4 Etapa de Laboratorio**

Los análisis de PM10, NO₂ y SO₂ se realizaron en el laboratorio de Grupaac., el cual está acreditado ante el IDEAM para el análisis de estos parámetros (Anexo Capítulo 3 Resultados de laboratorio).

Para el análisis gravimétrico se dejan los filtros usados en el desecador durante un período de 24 horas, después de su acondicionamiento se pesan en la balanza analítica (llevando la fracción al miligramo más cercano). Por último se registra el peso neto del filtro junto con el número de éste.

Las muestras de NO₂ y SO₂, en el laboratorio se determinan por métodos colorimétricos (desarrollo de color). Para la determinación de la absorbancia de cada muestra se utiliza el espectrofotómetro (el cual tiene la capacidad de medir la absorbancia de una solución en 540 nm para NO₂ y 548 nm para SO₂).

- ✓ **Ruido**

La metodología establece los procedimientos necesarios para llevar a cabo el monitoreo de ruido ambiental de una manera estandarizada, verificación o ajuste de la calibración del mismo, unidades y alturas definidas de medición y verificación de las condiciones meteorológicas. De acuerdo a esto se determinó la pertinencia de los equipos a utilizar, la técnica más asertiva para la medición y la ubicación de los puntos a monitorear. Así mismo se identificaron posibles fuentes generadoras y receptores de ruido, nivel de restricción según el sector y/o actividad realizada. Los resultados obtenidos en las mediciones de ruido ambiental, son interpretados para cada punto en la forma estipulada en la Resolución 627 de 2006.

- **Fase 1 Datos de Medición**

En la Tabla 1-25 se muestra la información general concerniente a la evaluación de ruido ambiental en el área del.

Tabla 1-25 Datos Generales de la Medición.

ASPECTO	VALOR
Horario de trabajo.	Distribuido en el día y la noche.
Responsable de la medición.	MCS
Sector de restricción de ruido ambiental.	Los puntos monitoreados en centros poblados, colegios y escuelas se catalogaron dentro del Sector B “Tranquilidad y Ruido Moderado”, subsector de zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedaje y escuelas, en donde para éste el límite máximo establecido para el horario diurno es de 65 dB y para el nocturno de 50 dB.
Sector de restricción de ruido ambiental.	Los puntos monitoreados dentro de la franja mínima de retiro ⁸ para vías de primer orden, correspondiente a 60 m medidos a partir del eje de la vía, según la tabla anterior, se cataloga dentro del Sector C “Ruido Intermedio Restringido” subsector de zonas con otros usos relacionados, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, en donde el límite máximo establecido para el horario diurno es de 80 dB y para el nocturno de 70 dB. Los puntos que se realizaron fuera en las zonas veredales y en viviendas rurales, se encuentran dentro del Sector D “Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado” subsector residencial suburbana o rural habitado destinado a explotación agropecuaria, en donde para éste el límite máximo establecido para el horario diurno es de 55 dB y para el nocturno de 45 dB.
Temperatura ambiente promedio***.	Dado la ocupación que se estima para la implementación de la línea de transmisión la temperatura presenta un rango que varía de 12,9 °C a 17,1 *
Presión atmosférica promedio.	586,94 mm de Hg **
Velocidad y dirección del viento predominante.	0,6 m/s – N *
Humedad relativa promedio***.	Dado la ocupación que se estima para la implementación de la línea de transmisión la humedad relativa presenta un rango que varía de 80% a 83%
Condiciones meteorológicas.	Variación entre Tiempo Seco y húmedo *

Fuente: Trabajo de campo, MCS, 2016.

*Información proveniente de los formatos de campo.

**Calculada mediante la ecuación altimétrica con una altura de (promedio presiones 8 puntos monitoreados para calidad de aire m.s.n.m. $P=P_0 (1-22,557X \left[\frac{10}{1000} \right]^{-6} h) \left]^{-5,256} \right.$

***Valores promedio de datos mensuales multianuales IDEAM 2014 (Ver anexo 1 informe de calidad de aire: Estaciones IDEAM).

⁸ Congreso de Colombia. Ley 1228 del 16 de julio de 2008 “Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional”.

- **Técnicas de Medición**

Con el fin de satisfacer los requerimientos del MAVDT hoy MADS, establecidos en la Resolución 627 de 2006 artículo 17, se efectuaron en el área del proyecto, para mediciones de ruido ambiental tanto en el horario diurno como en el horario nocturno, en día hábil y día no hábil. A continuación se indican las condiciones generales bajo las cuales se realizaron dichas mediciones:

1. Se midió ruido ambiental en el área de influencia del proyecto, en puntos localizados estratégicamente, teniendo en cuenta la ubicación de los asentamientos humanos más cercanos, para determinar la afectación a los mismos, así como las fuentes de ruido principales, las vías, la facilidad del acceso, la seguridad del personal y los equipos en el área específica a monitoreas, cubriendo de esta manera el área de estudio.
2. El monitoreo fue ejecutado en veintidós (22) puntos durante el horario diurno y nocturno en día hábil y diecisiete (17) puntos en día no hábil, puntos seleccionados de acuerdo con su importancia por la afectación a las poblaciones localizadas en la zona y a las fuentes de generación de ruido, en el área de estudio, según lo recomendado en el Anexo II y III de la Resolución 627 de 2006.
3. Se realizó el monitoreo para día hábil en las fechas 11, 12, 13, 14 y 16 de junio de 2014, teniendo en cuenta la distancia entre los puntos y las actividades cotidianas en la zona, para día no hábil se realizó la toma de datos en las fechas 22, 23, 29 y 30 de junio de 2014.
4. Las mediciones se realizaron para el horario diurno entre las 7:01 y las 21:00 horas y para el periodo nocturno entre las 21:01 y las 7:00 horas, según lo dispuesto en el Artículo 2 del capítulo 1 de la norma nacional de ruido ambiental.
5. Se estableció una hora de medición en cada punto de monitoreo tanto en horario diurno como nocturno con un intervalo de tiempo de medición de 3 minutos en dirección de las cuatro (4) coordenadas geográficas (Norte, Este, Sur y Oeste) y en posición vertical distribuido uniformemente en la hora hasta obtener 15 minutos de captura de información.

- **Localización de los Puntos de Medición**

El equipo de profesionales de MCS, hizo un reconocimiento del lugar, con el fin de realizar mediciones en diferentes puntos localizados de manera estratégica en el área de influencia del proyecto. De este modo, se realizaron veintidós (22) mediciones en el horario diurno y nocturno del día hábil y diecisiete (17) mediciones en el día no hábil, dando el mayor cubrimiento posible al área de estudio y los sectores respetivos, teniendo en cuenta la accesibilidad y seguridad del personal.

Los puntos de monitoreo son propuestos teniendo en cuenta los siguientes criterios establecidos en la norma en el subtítulo *“determinar las áreas donde se deben hacer las mediciones, Capítulo 3 del Anexo III de la Resolución 627 de 2006”*:

La localización de los puntos de muestreo se describe en la Figura 1-15 se muestra la ubicación general sobre los planos de los puntos de monitoreo de ruido dispuestos para el presente estudio.

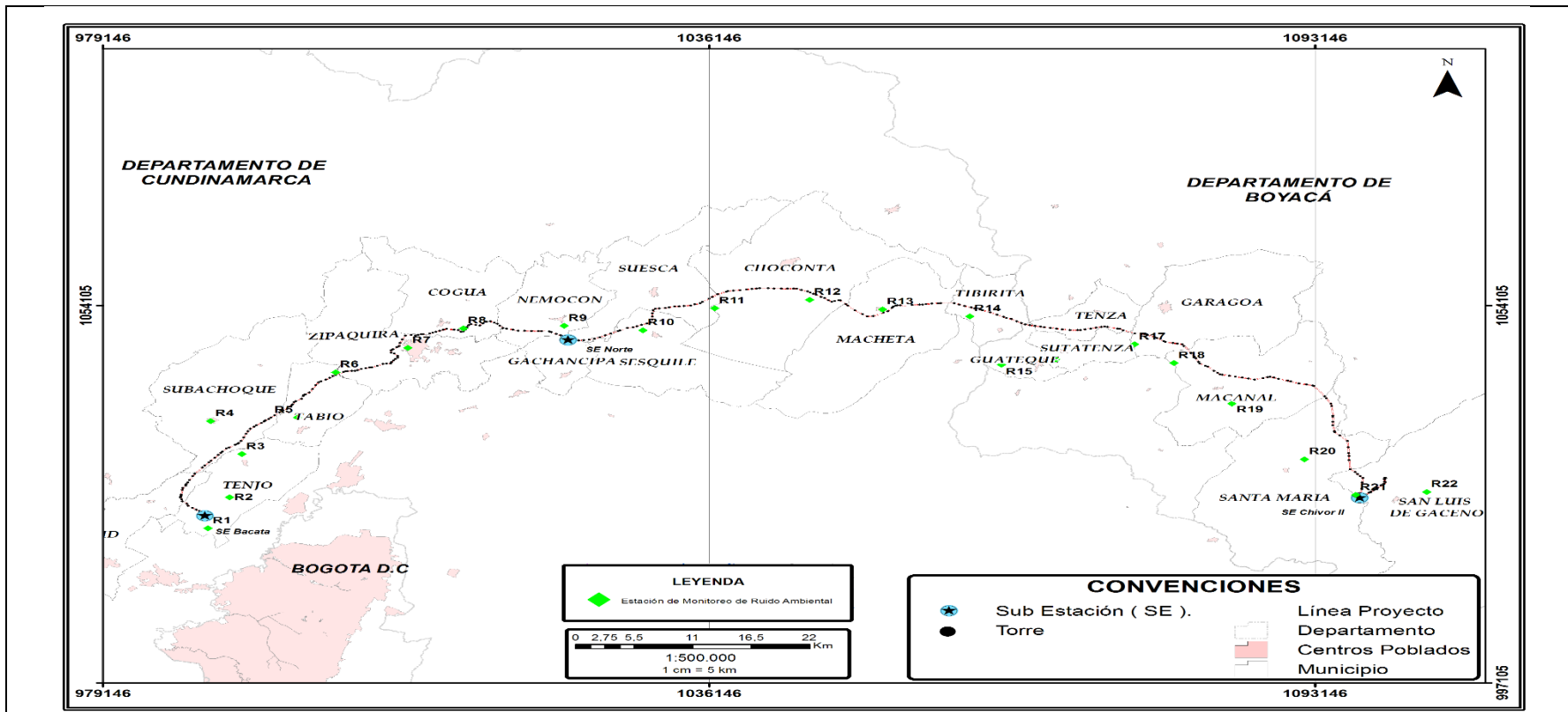


Figura 1-15 Localización general de los puntos de monitoreo de ruido ambiental en el área de estudio

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ GEOTECNIA

Los estudios geotécnicos para el proyecto, se basan en los mapas geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, a escala 1:100.000 con Origen Magna Colombia zona Bogotá del Consorcio Ambiental Chivor; estos mapas se elaboraron teniendo como fuente la cartografía de los Planes de Ordenamiento Territorial de los diferentes municipios que se encuentran vinculados con el proyecto.

La zonificación geotécnica, consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, para lo cual se trabaja en un ambiente SIG, donde se definen áreas con características similares en litología, geomorfología, hidrogeología, densidad de fallas, cobertura vegetal, densidad de drenaje, pendientes, amenaza sísmica y precipitación.

En el resultado final se definieron cinco categorías de susceptibilidad a Fenómenos de Remoción en Masa (FRM), de acuerdo con el esquema metodológico que se presenta en la Figura 1-16 modificado de VARGAS G., 1999.

Para el desarrollo del estudio, se deben adelantar las siguientes etapas:

- Recopilación y análisis de información existente. Realizar el análisis de la información existente y se incorporó al modelo de análisis (información topográfica e información temática)
- Elaboración del mapa base digital con coberturas de curvas de nivel, drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.
- Estudio de las variables geoambientales o factores del terreno. Incluye el análisis de las variables contempladas en el modelo como geología, geomorfología, hidrogeología, fallas, cobertura vegetal, precipitación, sismicidad, pendientes y drenajes.
- Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital de las áreas de Influencia directa e indirecta, digitalizar la información temática georreferenciada, con bases de datos y atributos de cada unidad cartográfica de parámetro.
- Evaluación de variables. Con base en las características del área de interés, de la densidad y calidad de los datos, evaluar la información obtenida y se establecer el método más acorde para el análisis y determinación del peso de las variables hacia la estabilidad geotécnica.
- Modelación de la susceptibilidad. Con base en la calificación semicuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizar la modelación multivariada de las variables en función de susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica. La susceptibilidad es el grado de propensión de un terreno a generar uno o varios fenómenos amenazantes. Su principal característica es definida a partir del estudio y evaluación de los factores intrínsecos del terreno.

- Identificación de factores detonantes. Se consideran la precipitación y actividad sísmica de la zona de estudio, como factores externos que pueden detonar fenómenos de remoción en masa.
- Para la Zonificación Geotécnica se establecen cinco categorías, que reflejan la conjugación de las variables de análisis.

Para el análisis de las variables geoambientales o mapas producto, se establece un criterio semicuantitativo, donde se asigna a cada unidad de parámetro un valor o “peso” de susceptibilidad de 1 a 5; como se presenta en la Tabla 1-26.

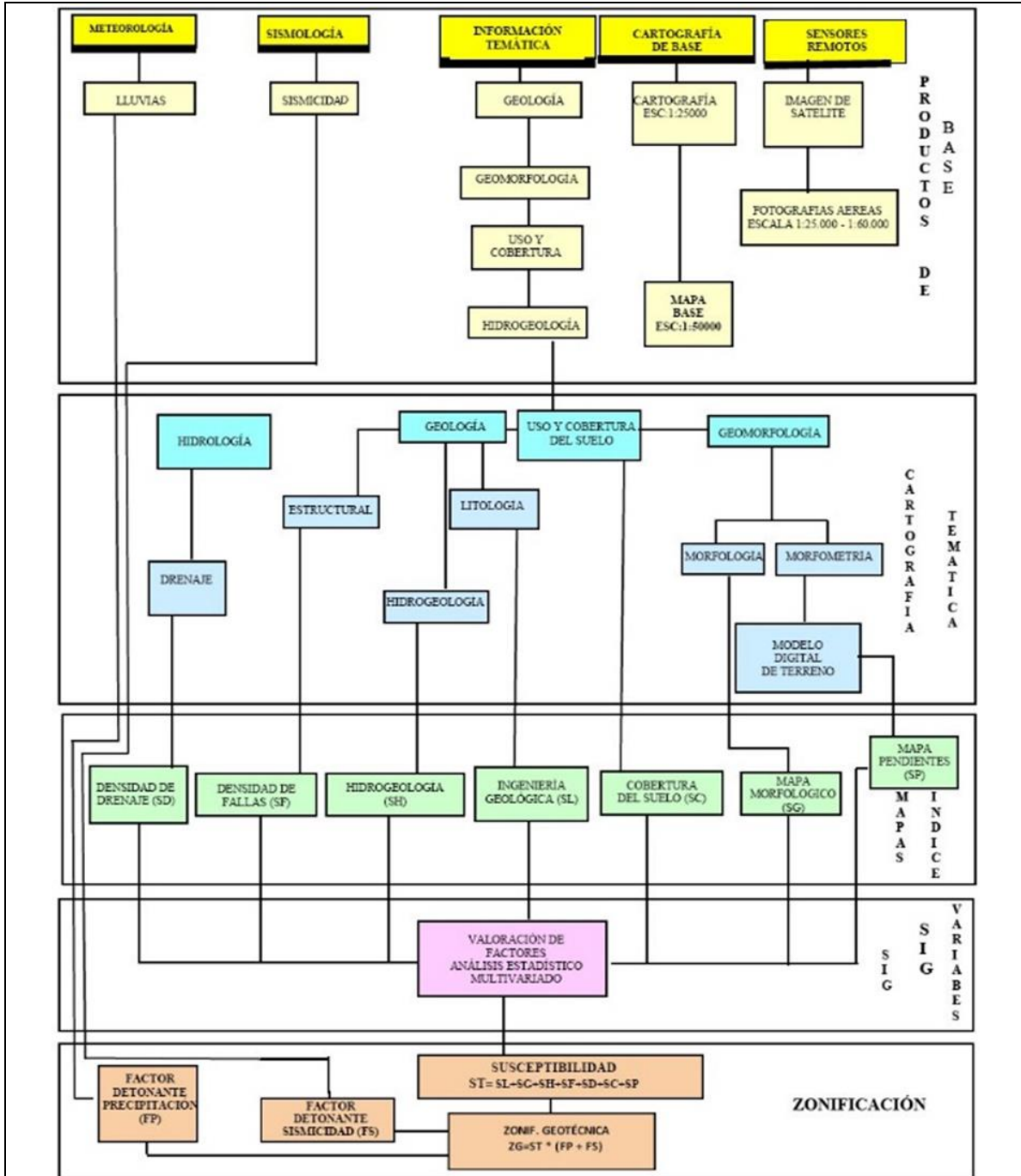


Figura 1-16 Diagrama metodológico para obtener la zonificación geotécnica

Fuente: Modificado de Vargas, G (1.999)

Tabla 1-26 Categorías y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables

CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD	
Muy Baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ PAISAJE

El estudio del paisaje dentro del componente abiótico del proyecto Norte UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II (San Luis) y Norte 230 kV y las líneas de transmisión asociadas, implica la valoración de sus principales características visuales teniendo en cuenta los aspectos intrínsecos del territorio evaluado, e involucra a población circunvecina del lugar y la interacción de esta con el entorno donde se desarrolla.

Para abordar su análisis se aplicó como lineamiento principal lo establecido en el componente de Paisaje de los términos de referencia de la ANLA *Tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220 KV (LI-TER-1-01)*, así como la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales desarrollados por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MADS) en el año 2010.

De esta manera, el presente componente incluyó el estudio visual del ambiente que el observador interpreta del Área de Influencia Directa (AID) del proyecto, realizando una caracterización sintética del territorio evaluado. Así mismo, abarca la percepción visual que tanto habitantes como visitantes aprecian del paisaje del paisaje, recopilando información de los sitios de interés paisajístico y la importancia de cada uno de estos en términos estéticos dentro de la región.

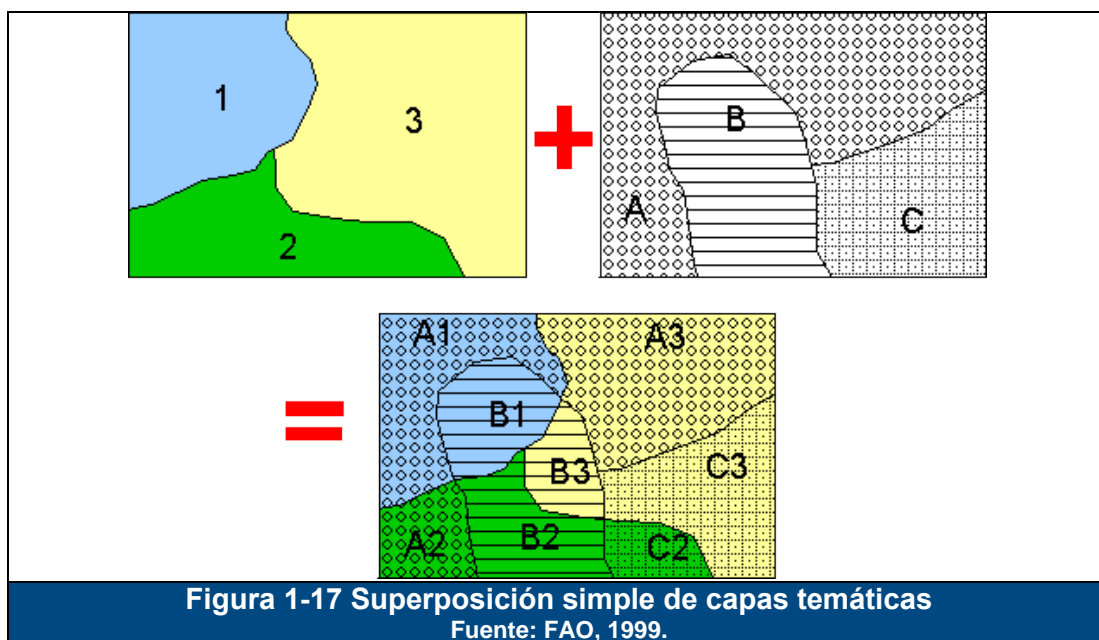
✓ Obtención de unidades de paisaje

Actualmente, los estudios enfocados en el componente paisajístico para su valoración visual se apoyan en procesos de superposición de información espacial por medio de la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG), obteniendo resultados cartográficos que permiten abordar la funcionalidad espacial del territorio evaluado en estudios ambientales (Montoya, Vía, Serrano, & Garcia, 2000).

De acuerdo a esto, se realizó el cruce temático de las capas de geomorfología y coberturas de la tierra del AID (Figura 1-17), las cuales hacen parte del eje transversal e insumo fundamental para definición de las Unidades de Paisaje (UP) del proyecto. Estas últimas corresponden a representaciones espaciales del territorio que poseen

características únicas y diferenciables y son consideradas como la unidad de objeto a analizar en el presente componente

Para cada una de las UP definidas previamente se establecieron los puntos de observación a caracterizar durante la fase de campo, los cuales fueron determinados en lugares específicos del territorio que permitieron al observador percibir las características propias del lugar y analizar los diferentes factores que hacen parte del y conforman el mismo.



Para el presente proyecto, los puntos de observación en campo fueron establecidos por el especialista de acuerdo con las formas del relieve como agente modelador de la superficie terrestre y la estructura de las formaciones vegetales que componen el área de estudio, las cuales permiten dar respuestas visuales al observador teniendo en cuenta características intrínsecas de las UP. Así mismo, los puntos de observación propuestos fueron georreferenciados con su correspondiente registro fotográfico y posteriormente se caracterizó el paisaje mediante la observación directa del paisaje circundante en función de los criterios de Calidad Visual, Fragilidad Visual, Forma y Visibilidad del paisaje.

✓ **Calidad Visual del paisaje**

La calidad visual del paisaje hace referencia al mérito de cada unidad evaluada para ser conservada, por lo cual contiene características propias que potencian su atractivo visual. Es definida además, como una cualidad intrínseca del territorio que incluye la presencia

de valores estéticos en el paisaje que permiten provocar sensaciones y sentimientos agradables en quienes contemplan el mismo (observador) (Marchena, 2005)

Este criterio del paisaje se valoró aplicando la metodología de Bureau of Land Management (BLM, 1980), dicha metodología se enfoca en la valoración de características básicas que hacen parte de las UP establecidas dentro del AID del proyecto, tomando como criterio de análisis la morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuaciones humanas del territorio (Tabla 1-27).

Tabla 1-27 Metodología Bureau of Land Management (BLM, 1980) aplicada para valorar la Calidad Visual del paisaje

CRITERIOS		CALIFICACIÓN	
MORFOLOGÍA	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien, de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (ej. glaciar)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.
Calificación	5	3	1
VEGETACIÓN	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
Calificación	5	3	1
AGUA	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápido y cascado) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
Calificación	5	3	0
COLOR	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables en el suelo, vegetación, roca, agua.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste en el suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
Calificación	5	3	1
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
Calificación	5	3	0
RAREZA	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.

CRITERIOS	CALIFICACIÓN		
	vegetación excepcional.		
Calificación	6	2	1
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no es su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.
Calificación	2	0	0

Fuente: Adaptado de Bureau Land Management, 1980

De acuerdo con las características propias o adquiridas de las UP caracterizadas, a cada uno de estos elementos se le asignó un puntaje de calificación (Tabla 1-27), en donde la suma de estos valores establece a una escala de tres (3) niveles de calidad visual: Alta, Media, Baja (Marchena, 2005), partiendo de la premisa que a mayor calificación, mayor será calidad visual del territorio evaluado (Tabla 1-28)

Tabla 1-28 Escala de valores para determinar la Calidad Visual del Paisaje.

VALORACIÓN	DETERMINACIÓN	PUNTUACIÓN
ALTA	Áreas que reúnen características excepcionales, para cada aspecto considerado.	De 19 a 33 puntos.
MEDIA	Áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros.	De 12 a 18 puntos.
BAJA	Áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica considerada.	De 0 a 11 puntos.

Fuente: Adaptado de Bureau Land Management, 1980

✓ **Fragilidad visual del paisaje**

Fragilidad visual o también llamada vulnerabilidad del paisaje, se define como la susceptibilidad de un territorio a ser modificado cuando se desarrolla un uso sobre el mismo, este criterio a diferencia de la calidad visual es una condición ajena al paisaje y depende en principio del tipo de actividad que se realice sobre este (Montoya, Vía, Serrano, & Garcia, 2000) (Marchena, 2005).

La fragilidad así definida, para el presente proyecto fue evaluada a partir de la metodología propuesta por Yeomans (Yeomans, 1986) que se sustenta en la valoración de un conjunto de factores biofísicos (Tabla 1-29) del paisaje observado durante el desarrollo de la fase de campo y se interpretó a través de la premisa que a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual existe una menor Capacidad de Absorción Visual (CAV) (Solari & Cazorla, 2009), entendida esta última como la condición que tiene un paisaje de absorber visualmente alteraciones o modificaciones sin deterioro de su calidad visual.

Tabla 1-29 Criterios de valoración de la Fragilidad Visual y Capacidad de Absorción Visual (CAV)

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		Nominal	Número
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos 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
Regeneración potencial vegetación (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Contraste de color roca – suelo (C)	Contraste bajo	Alto	3
	Contraste moderado	Moderado	2
	Contraste alto	Bajo	1
Contraste suelo - vegetación (V)	Bajo potencial de regeneración	Bajo	1
	Contraste visual moderado entre el suelo y la vegetación	Moderado	2
	Contraste visual bajo entre el suelo y la vegetación adyacente	Alto	3
C.A.V. = P x (E+R+D+C+V)			

Fuente: Adaptado de Yeomans, 1986

Para cada factor se asignó un valor numérico que representa un puntaje Bajo, Moderado o Alto (Tabla 1-30), de acuerdo a las condiciones y características propias de UP analizada. Con base con lo obtenido se puede referenciar la capacidad de absorción visual (CAV) del paisaje que hace parte del presente proyecto.

Tabla 1-30 Escala de valores para determinar la Absorción Visual del Paisaje.

CAV	RANGO
Bajo	< 15
Moderado	15 - 30
Alto	> 30

Fuente: Adaptado de Yeomans, 1986

✓ **Visibilidad del Paisaje**

El criterio de visibilidad del paisaje hace referencia al espacio comprendido entre el observador y el paisaje posible de apreciarse desde un punto determinado (Morláns, 2005), en función de la determinación de vías, accesos, miradores y caminos desde los cuales se pueda apreciar los elementos que hacen parte del territorio evaluado.

Este criterio del paisaje es además definido como la importancia relativa de lo que se ve y se percibe, en función de la combinación de distintos factores como de la distancia y presencia de obstáculos visuales de tipo natural o antrópico.

Generalmente, la visibilidad del paisaje está controlada por la amplitud de los cuerpos de agua o las características del dosel arbóreo de la vegetación, las cuales permiten que los paisajes se extiendan hasta el horizonte o en ocasiones actúan como obstáculos o barreras naturales bloqueando a corta distancia la apreciación del paisaje al observador (Marchena, 2005).

El análisis de la visibilidad del paisaje del AID del proyecto se realizó mediante la metodología propuesta por Morláns (Morláns, 2005) la cual permitió caracterizar el territorio durante la fase de campo y apreciar sus elementos en términos visuales. Para esto, el observador realizó una evaluación de la escala visual o espacio comprendido entre sí mismo y la barrera física que existe para contemplar el paisaje. Según los niveles descritos a continuación se establecen los rangos de Visibilidad para cada una de las UP analizadas en el presente estudio (Tabla 1-31)

Tabla 1-31 Rangos de Visibilidad del Paisaje

RANGO DE VISIBILIDAD	ESCALA VISUAL	DETERMINACIÓN	LONGITUD DE CAMPO VISUAL (km)
CORTA	Plano Cercano	Donde el observador tiene una apreciación directa y percibe todos los detalles inmediatos del territorio (libre de obstáculos visuales)	0,1 a 1
MEDIA	Plano Medio	Es la zona donde los impactos visuales producidos por las actuaciones son mayores, sin embargo los obstáculos visuales no son dominantes en el paisaje	1 a 3
LARGA	Plano Lejano	Los colores se debilitan y las texturas son casi irreconocibles, debido a la dominancia completa de obstáculos visuales de origen natural o antrópico en el territorio.	>3

Fuente: Adaptado de Morláns, 2005

Una vez realizada la evaluación, calificación y el respectivo análisis de los criterios de calidad visual y fragilidad visual y visibilidad del paisaje para cada UP del proyecto y con el fin de complementar el análisis de los mismo, los resultados obtenidos en la escala de valores de estos criterios fue plasmada y expuesta en una figura acorde a la escala de trabajo del proyecto 1:25.000.

✓ **Forma del paisaje**

La forma de las unidades de paisaje que resultan de la integración entre las capas temáticas de geomorfología y coberturas, se calificó a partir de la fórmula aplicada en estudios de ecología del paisaje propuesta por McGarigal (2002), donde la base de análisis corresponde al parche o remanente. Para este caso en particular, el índice de forma fue aplicado a las unidades de paisaje y a partir de este se infirió sobre las diferencias morfométricas que puedan poseer estas unidades atribuidas a sus características naturales o adquiridas.

A continuación se exhibe la fórmula utilizada para determinar la forma de las unidades del paisaje.

$$F = P / (2\pi \sqrt{A/\pi})$$

Dónde:

A es el área del parche en (m²).

P perímetro del parche (m).

La forma del paisaje está condicionada por las actividades humanas y las condiciones naturales, las cuales favorecen las formas curvilíneas e irregulares, en contraposición el dominio de la actividad humana suponen mayor presencia de formas rectilíneas. El valor obtenido por del índice de forma del paisaje que varía entre (1 – ∞), siendo 1 forma regular y/o compacto y a medida que incrementa este valor aumenta la complejidad del polígono tendiendo a ser más irregular en su forma (Vila, Varga, LLausás, & Ribas, 2006).

✓ **Percepción social del paisaje**

Está determinada por la manera en que los habitantes y pobladores conciben el paisaje de su entorno, convirtiéndose en un indicador del conocimiento acerca del mismo. El análisis de la percepción social sobre el paisaje se abordó considerando dos actividades que involucran al medio circundante y a la comunidad, las cuales se describen a continuación:

a) Incidencia del proyecto sobre las costumbres del lugar

Para determinar la incidencia del proyecto sobre las costumbres del lugar se realizaron una serie de encuestas de percepción social del paisaje en las diferentes veredas de los municipios que hacen parte del proyecto, las cuales permitieron identificar la apreciación

visual que tiene la población local por la construcción y desarrollo del presente proyecto. Para cada uno de los lugares donde se realizaron dichas encuestas, se registró las coordenadas de ubicación y anotaciones de campo de los diálogos realizados con la población encuestada.

Una vez reunida y sistematizada la totalidad de la información consignada en las encuestas realizadas, estas fueron descritas y analizadas junto con la presentación de un gráfico de barras según el criterio establecido por cada persona encuestada entre Bueno, Malo, Regular con el fin de determinar el grado de afectación paisajística.

b) Identificación de los sitios de interés paisajístico

De acuerdo con las encuestas de percepción del paisaje mencionadas en el ítem anterior, se realizó la identificación de los sitios de interés paisajístico que de acuerdo con sus características de belleza escénica son altamente valorados por la población asentada en la zona, debido a que conservan la identidad y patrimonio por sus condiciones naturales, hechos históricos o culturales.

1.5.2. Caracterización Medio Biótico

1.5.2.1. Flora

El Consorcio Ambiental Chivor presenta a continuación, la metodología desarrollada para la caracterización del área de influencia del medio biótico, en el componente flora, correspondiente al proyecto “Subestación Chivor II – y norte de 230 kV y Líneas de Transmisión asociadas, obras que hacen parte de la Convocatoria UPME 03 de 2010”.

La propuesta se desarrolló teniendo en cuenta los lineamientos descritos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, emitida en 2010 por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Hoy MADS), con el fin de dar cumplimiento a los términos de referencia para la presentación de estudios de impacto ambiental del sector de energía, LI-TER-1-01, elaborados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

El presente documento, se encuentra estructurado en tres etapas; preliminar, de campo y elaboración del documento, las tres etapas tienen actividades que para lograr los resultados definitivos se procesaron paralelamente, durante la etapa de recopilación de información, la corroboración de campo y el ajuste final para la elaboración definitiva del documento. De acuerdo a lo anterior, se ha abordado la metodología para este tipo de ítems en la etapa que se considere más adecuada realizando referencias en las etapas en las que se desarrolló alguna actividad, para que se tenga una contextualización de su ejecución hasta lograr el resultado definitivo.

La primera etapa o preliminar consistió en la consulta de información secundaria relacionada con la zona de estudio, durante este periodo se inició la consulta de POT's, estudios de la zona y la normatividad de interés para el proyecto. Además se seleccionaron las imágenes aéreas (Ortofotomosaicos con resolución espacial de 0,09

metros del año 2014) que permitirán la identificación preliminar de las coberturas de la tierra del área de influencia directa e indirecta, las cuales se clasificaron de acuerdo a la metodología CORINE Land Cover (CLC), para ello se empleó la interpretación de la Ortofotografía; esta actividad requirió labores de verificación y ajustes en las etapas posteriores, plasmando de forma detallada y real cada cobertura presente en el área de estudio y cumpliendo con la escala de trabajo 1:25.000. Para la planeación de actividades de campo se tomó como referencia el mapa nacional de ecosistemas continentales costeros y marinos de Colombia, con lo que se identifica la distribución general de los biomas para obtener una identificación de los ecosistemas que permitieron hacer una planeación acorde al diseño estadístico para la caracterización florística.

La segunda etapa correspondió a las labores de campo, se divide en dos fases que son el muestreo o identificación previa del tamaño de la muestra (número de parcelas para cada ecosistema) y el muestreo que consiste en la elaboración definitiva de las parcelas requeridas para cumplir con los parámetros estadísticos para la caracterización y la solicitud de aprovechamiento forestal. En estas dos fases se realizaron actividades similares, verificación de puntos de control de coberturas, toma de registros forestales a partir de parcelas de muestreo distribuidas por los ecosistemas presentes en los municipios del área de influencia del proyecto, identificación de impactos y la recolección de material botánico, todas estas actividades cuentan con soportes como fotografías, archivos de GPS con recorridos y puntos de muestreo, de control y de identificación de impactos.

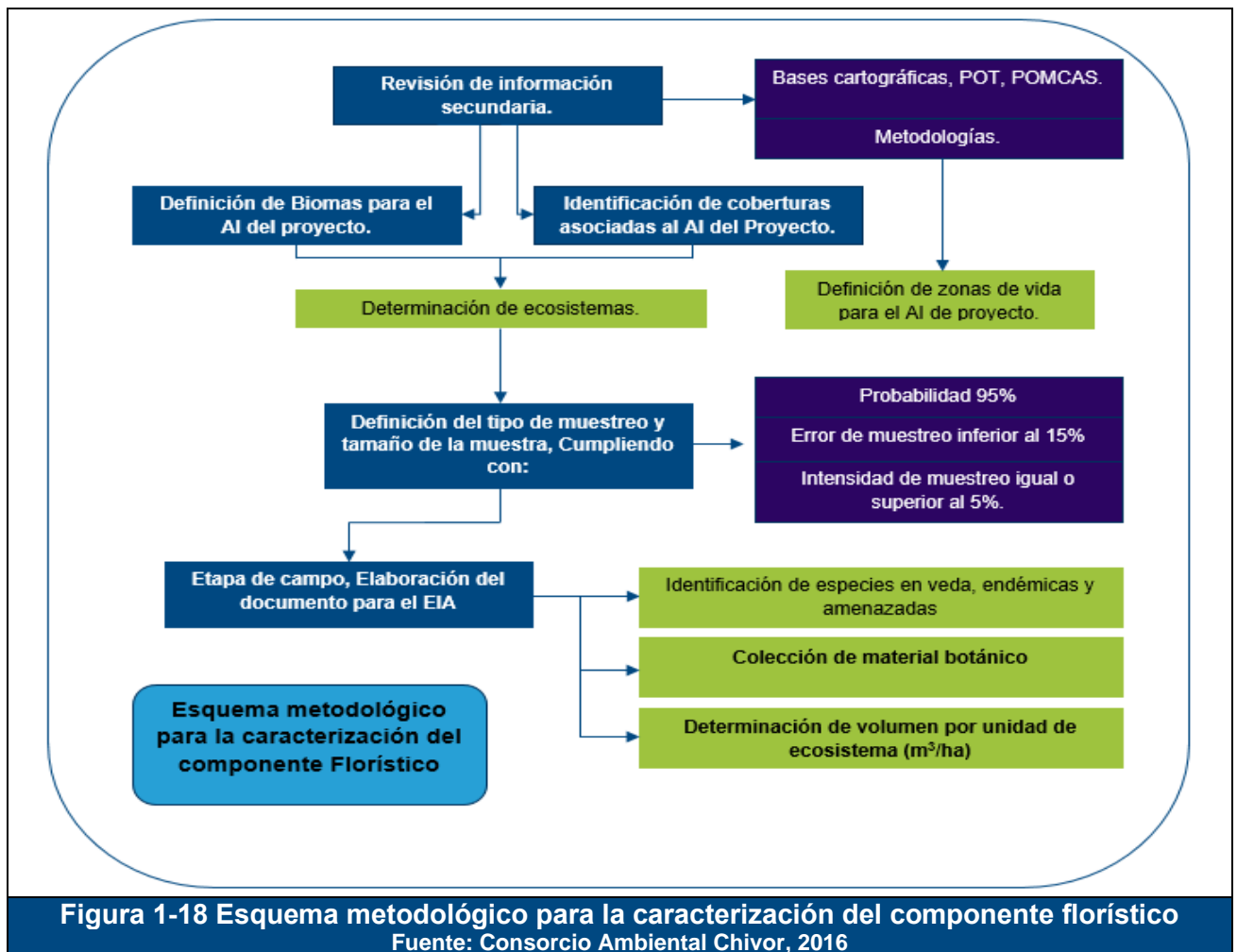
La tercera etapa se denomina elaboración del documento que consistió en la confrontación de los datos obtenidos en las etapas 1 (de consulta de información) y 2 (etapa de campo), para los ajustes cartográficos definitivos a los mapas de coberturas y ecosistemas; posteriormente se realiza el procesamiento, análisis, clasificación y descripción florística de los ecosistemas. Esta etapa inicio con las actividades de campo, cuando los recorridos por las áreas de interés van permitiendo confirmar o ajustar los mapas de coberturas, se depura la información dasométrica de los individuos registrados en cada parcela y se van organizando los archivos fotográficos que son evidencia de los datos registrados.

Con la descripción de estas tres etapas se consolidó la metodología para elaboración de la línea base, que es como una fotografía del estado actual de la vegetación del área donde se pretende desarrollar el proyecto; se elaboró la estimación del volumen de madera a remover para cada actividad del proyecto de acuerdo al ecosistema; se reunieron los argumentos para realizar la evaluación de los impactos actuales a las coberturas naturales y los que se pueden generar por la implementación de la línea eléctrica; se describieron las medidas de manejo que se deben implementar en busca de mitigar, corregir o compensar los impactos generados por las actividades del proyecto.

La metodología para la caracterización del componente forestal se divide en tres etapas, la preliminar donde se planearon las actividades y formulación de la estrategia de trabajo; la segunda es la etapa de campo, donde se recolectó la información de la vegetación del área de estudio; finalizando con la elaboración definitiva del documento.

CAPITULO 1.GENERALIDADES

En la Figura 1-18 se presenta el esquema de la metodología del componente forestal, en donde se pueden ver las actividades preliminares o de revisión de información secundaria, las actividades de campo para la caracterización florística y estimación del aprovechamiento forestal y la elaboración de resultados del EIA. Como se puede verificar se trata de actividades que se complementan y se desarrollaron en paralelo, según los requerimientos.



➤ **Fase 1 Etapa preliminar**

Comprendió la descripción de lineamientos metodológicos para las siguientes etapas; se basa en la consulta de información secundaria de términos de referencia, POT, PBOT, POMCA, PGOF, estudios de la zona y datos generales del área de estudio. Durante la etapa preliminar se realizó la interpretación y se dibujan los polígonos de las coberturas de la tierra, a partir de las Ortofomosaicos disponibles, acompañado de verificación preliminar con el mapa nacional de ecosistemas. A partir de esto se inició la planeación de actividades de campo y la identificación del personal que requerirá el proyecto.

✓ **Revisión de información secundaria**

Durante la caracterización del componente de flora, se realizó una revisión documental específica que permitió contextualizar la identificación de coberturas, zonas de vida y biomas para el área de estudio, soportada con una revisión bibliográfica metodológica que sirvió como base para la verificación de coberturas en campo y posterior actualización en la etapa de elaboración del documento.

✓ **Identificación de biomas y ecosistemas**

Para la identificación de ecosistemas se tomó como base la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, donde se realizó para el área de influencia del proyecto un mapa de ecosistemas, partiendo de la fotointerpretación de cobertura vegetal y uso actual del suelo, además de la definición de los biomas, usando como referencia la escala de 1:25.000. El mapa de ecosistemas y su nomenclatura de leyenda se generó según el esquema metodológico del Mapa de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (*IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007*) o versiones oficiales posteriores.

Siguiendo éstas indicaciones, el mapa de ecosistemas se realizó a partir de la superposición del mapa de Biomas (resulta del álgebra del mapa de clima y mapa de geopedología) y cobertura de la tierra generados para el proyecto donde se identificaron ecosistemas naturales y transformados, incluyendo ecosistemas acuáticos. Esta superposición da como resultado las unidades ecosistémicas.

Las coberturas de tierra asociadas a cada ecosistema se definieron, sectorizaron y describieron según la metodología adaptada para Colombia *CORINE Land Cover*.

✓ **Identificación Zonas de vida o formaciones vegetales**

La identificación de zonas de vida, se realiza con el “Diagrama para la Clasificación de Zonas de Vida” de Leslie R. Holdridge⁹, en el cual se emplearon los datos de biotemperatura promedio anual, la precipitación promedio anual y la humedad relativa de las estaciones meteorológicas más próximas al área de influencia suministradas por el IDEAM.

Posteriormente, se ubicaron los datos obtenidos sobre el diagrama de clasificación y localizar el hexágono donde se encuentra el punto de intersección entre la precipitación, biotemperatura y la altura sobre el nivel del mar del área de estudio.

Finalmente se realizó una sectorización cartográfica de las zonas de vida identificadas y una descripción en el cual se indicaron las características principales encontradas, como tipo de coberturas presentes, especies abundantes, condiciones edáficas y climáticas de manera general.

✓ **Identificación de tipos de cobertura de la tierra**

La identificación de coberturas para el área de influencia posee tres fases, la primera consistió en la creación de un mapa temático preliminar en base a ortofotomapas e imágenes satelitales; la segunda etapa es la verificación en campo con el fin de validar; la tercera y última etapa consistió en hacer una reinterpretación para elaborar el mapa definitivo.

✓ **Desarrollo cartográfico preliminar**

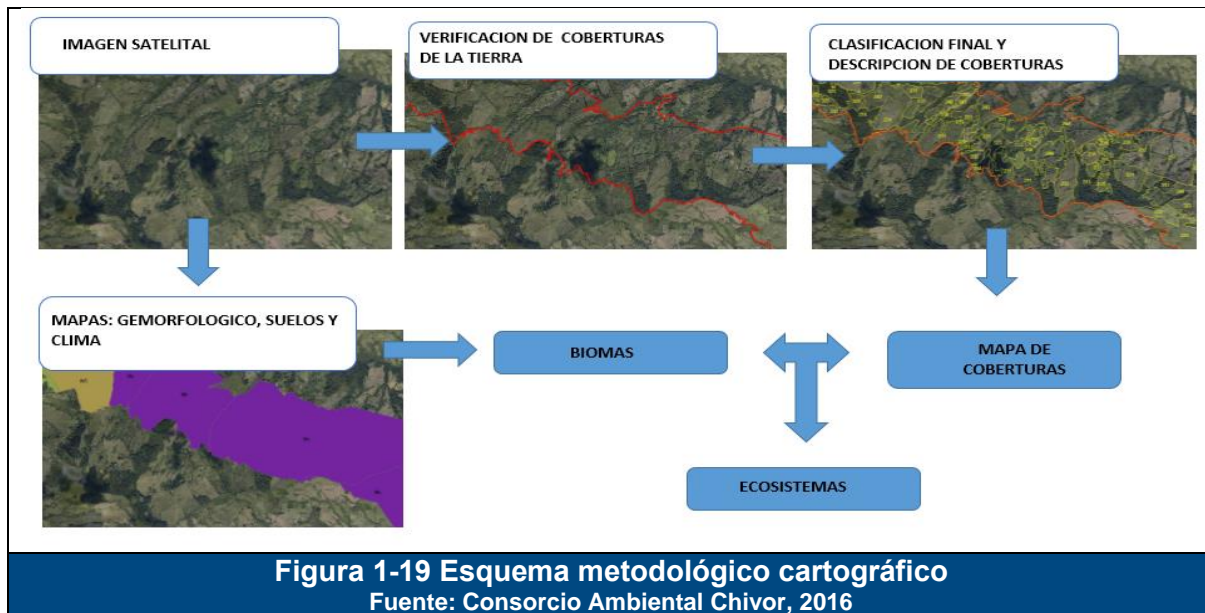
En esta fase se realizó una clasificación a la imagen de la zona, que consistió en hacer una categorización sobre la respuesta espectral de las coberturas encontradas en el área, agrupando patrones y correlacionándolos con la información secundaria de las coberturas existentes. A partir de esto, se obtuvo una cartografía preliminar de coberturas de la tierra, las cuales se clasifican aplicando la Metodología *CORINE Land Cover* y se establecen puntos de verificación para cotejar la respuesta espectral de las coberturas en la etapa de campo y durante la elaboración final del documento.

Posteriormente, se verificaron durante la etapa de campo las coberturas de la tierra, en el desarrollo de premuestreo y muestreo, donde visitaron los sitios que han generado dudas en la identificación y se tomaron registros fotográficos.

La clasificación y descripción de las coberturas se implementa una vez la información de campo hubiese sido entregada, para definir los atributos y los contornos de las coberturas existentes, generando un archivo de firmas espectrales donde establecen unas condiciones de respuesta para realizar una clasificación supervisada de la imagen,

9 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).

teniendo en cuenta los patrones registrados. El resultado de este proceso se acompañó de un análisis visual acorde a los puntos de control tomados en campo; finalmente se elaboró el mapa de coberturas de la tierra y su leyenda, donde se incluyen áreas y porcentajes (este esquema se puede ver en la Figura 1-19).



✓ Diseño del tipo de muestreo

Se planteó abordar la caracterización de la vegetación del área de influencia del proyecto, para poder identificar la variación de la flora arbórea en cada ecosistema. Como se definió identificar la diversidad de especies de cada uno, se trató de una evaluación cualitativa de las especies que conforman el ecosistema en las tres categorías de tamaño (Fustal, Latizal y Brinzal), permitiendo identificar características estructurales y de composición; se tomaron registros de variables cuantitativas con la medición de alturas y diámetros, los cuales permitieron estimar valores de volumen de madera a remover.

El tipo de muestreo definido fue estratificado al azar, el cual se ha seleccionado por tratarse de un área con una característica lineal, en donde los estratos (ecosistemas) están determinados naturalmente por condiciones fisiográficas, de suelo y clima; además tienen la particularidad de diferentes intereses e intensidades de intervención antrópica. Esto genera alta variabilidad en los datos, lo cual se disminuye mediante la estratificación, en este caso delimitación de ecosistemas, los cuales corresponden a condiciones naturales relativamente similares.

Los aspectos analizados a cada unidad corresponden a 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 a Malleux (1982 citado en CATIE, 2002) determina que la muestra debe cumplir con dos condicionantes; 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. La segunda condición 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.

En resumen, el proceso de muestreo para llevar a cabo inventarios forestales se desarrolla en base a lineamientos, descritos a continuación:

Tabla 1-32 Proceso de muestreo en inventarios forestales

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: CATIE, 2002

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. La forma en la cual se toman las muestras es completamente al azar, de acuerdo con lo recomendado por Gómez (1989).

✓ Identificación de la muestra

La población se asumió teniendo en cuenta el área del ecosistema y el tamaño de cada parcela, haciendo la relación se obtiene el número de parcelas por ecosistema (Orozco & Brumér, 2002). Se definió el tamaño de la muestra preliminarmente teniendo en cuenta el área de cada ecosistema en el AID, cumpliendo con la intensidad del 5%.

El análisis de la información cartográfica permitió tomar decisiones respecto a la distribución de las parcelas y el número que se debían levantar por municipio, a fin de identificar una variabilidad que permitiera estimar el número de parcelas necesarias para el muestreo.

El número de parcelas definitivo se calculó buscando cumplir con el rigor de una confiabilidad del 95% y un error de muestreo inferior al 15%. Para el tamaño de las parcelas de muestreo se presentan los parámetros que se describen a continuación.

✓ **Determinación de la forma y tamaño de la unidad de muestreo**

Para la determinación de la forma y tamaño de la muestra se han tenido en cuenta las condiciones de los ecosistemas del área de interés, se trata de coberturas desarrolladas sobre terrenos quebrados y en ocasiones con accidentes geográficos y notables pendientes, los cuales además presentan una marcada intervención antrópica y en consecuencia, en la mayoría de los casos no tienen áreas boscosas o naturales continuas. De otro lado, la forma de parcela más utilizada en los diferentes tipos de estudio de vegetación, son los transeptos que son parcelas rectangulares, las cuales tienen la ventaja de permitir tomar la información de las variables caminando en línea recta, sin hacer grandes desplazamientos laterales, disminuyendo considerablemente el impacto dentro de la parcela (Melo y Vargas, 2003). Esta forma facilita el montaje de parcelas, el uso reducido de equipos y personal.

Teniendo en cuenta las condiciones expuestas, para la caracterización de las coberturas boscosas se optó por áreas de muestreo rectangulares de 10*10m, con hasta cinco (5) parcelas continuas, lo que facilita el montaje en áreas con coberturas de tamaño reducido, al interior del fragmento y disminuyendo el efecto de borde. Los tamaños pequeños de parcelas permiten identificar la variabilidad de la muestra, pero afectan los tiempos en campo, por lo que se levantaron cinco parcelas continuas; buscando un equilibrio entre la forma y tamaño de los parches de coberturas boscosas, variabilidad de la muestra y optimización de tiempos. Esto se puede justificar de acuerdo a Romahn de la Vega y Ramírez (2010), quienes señalan que “los sitios rectangulares continuos, desde el punto de vista estadístico, restan eficiencia y precisión a la distribución de la muestra, por producir una concentración de la misma”, es decir parcelas de gran tamaño requieren tiempos más prolongados y presentan poca variabilidad, porque los factores incidentes en el desarrollo son similares.

Es importante aclarar que para facilitar el manejo de la información y en busca de una estandarización de los datos evaluados, se tomaron formas de parcela de 50*10, pero se procesaron los datos para los cálculos como subparcelas, es decir de 10*10. Para la caracterización de la regeneración natural se definieron dos subparcelas al interior de cada parcela, es decir el estudio presenta por cada cinco (5) subparcelas de fustales dos (2) subparcelas de regeneración natural.

En Tabla 1-33 se observan los tamaños de parcela implementados para cada unidad de cobertura vegetal, teniendo en cuenta la categoría de tamaño de los individuos a muestrear.

Tabla 1-33 resumen de dimensiones de las unidades de muestreo para los diferentes ecosistemas vegetales

UNIDAD DE COBERTURA VEGETAL	ÁREA DE MUESTREO (m)			GEORREFERENCIACION
	FUSTAL	LATIZAL	BRINZAL	
Bosque (denso, abierto y fragmentado)	50*10	5*5	2*2	Punto inicial y final
Bosque de galería				Punto inicial y final
Arbustal denso				Punto inicial y final
Arbustal abierto				Punto inicial y final
Vegetación secundaria o en transición				Punto inicial y final
Pastos arbolados				Punto inicial y final
Mosaicos con espacios naturales				Punto inicial y final
Para las demás unidades de cobertura vegetal se realizará una caracterización cualitativa				

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

✓ **Número de parcelas por ecosistema (Tamaño de la muestra)**

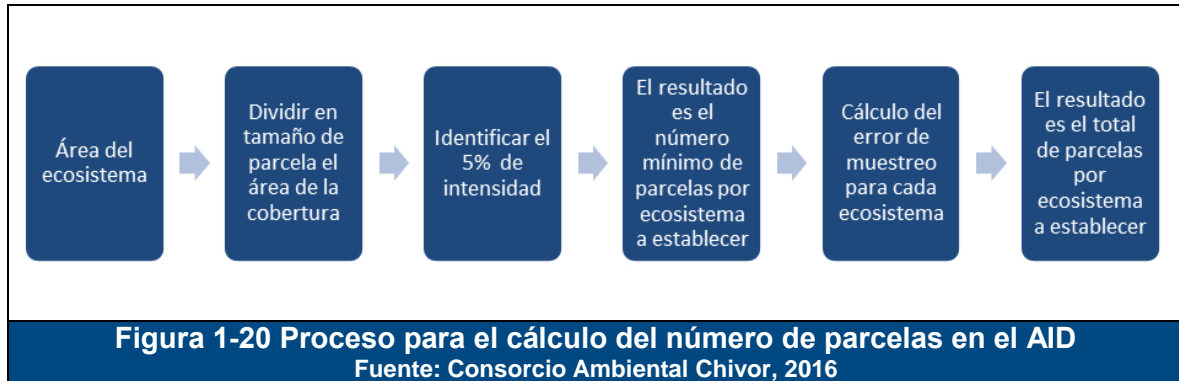
Para el cálculo del número de parcelas a establecer en el AID, se buscó cumplir con los términos de referencia LI-TER-1-01, específicamente el numeral 4.6 Aprovechamiento forestal. A partir de esto se siguió el procedimiento que se resume en la Figura 1-20 y que se describe a continuación:

Con la identificación del mapa preliminar de coberturas de la tierra se realizó el álgebra de mapas con el mapa de biomas, dando como resultado el mapa de ecosistemas. Posteriormente se calculó el área de cada ecosistema dentro del AID del proyecto y su distribución en toda el área de influencia.

Teniendo en cuenta el área en hectáreas de cada parcela se homologó a unidades de parcela, es decir el número de parcelas que abarcarían el AID del proyecto.

Se identificó el número de parcelas para cumplir con una intensidad mínima de muestreo del 5%, dentro del AID del proyecto.

Durante la etapa de premuestreo, que posteriormente se empalmó con la de muestreo, se realizaron actividades de oficina donde se calculó el error de muestreo inferior al 15% con una confiabilidad del 95%. Esta actividad fue paralela a la actualización cartográfica del mapa de coberturas y ecosistemas, que exigía recalcular intensidad de muestreo y verificación del error.



✓ Definición previa de los sitios de muestreo

Con base en el mapa de ecosistemas se definieron las matrices de vegetación donde se realizó el muestreo forestal, teniendo en cuenta la concentración de diferentes unidades de ecosistemas, la representatividad en cuanto a ecosistemas y el tamaño y forma de los fragmentos boscosos que componen dichas matrices; de manera que se evalúa la variabilidad en las diferentes unidades de muestreo, para hacer La descripción de la composición y estructura de la vegetación.

La definición de los sitios de muestreo se realizó con la selección de puntos al azar, para lo que se ha procedido de la siguiente manera:

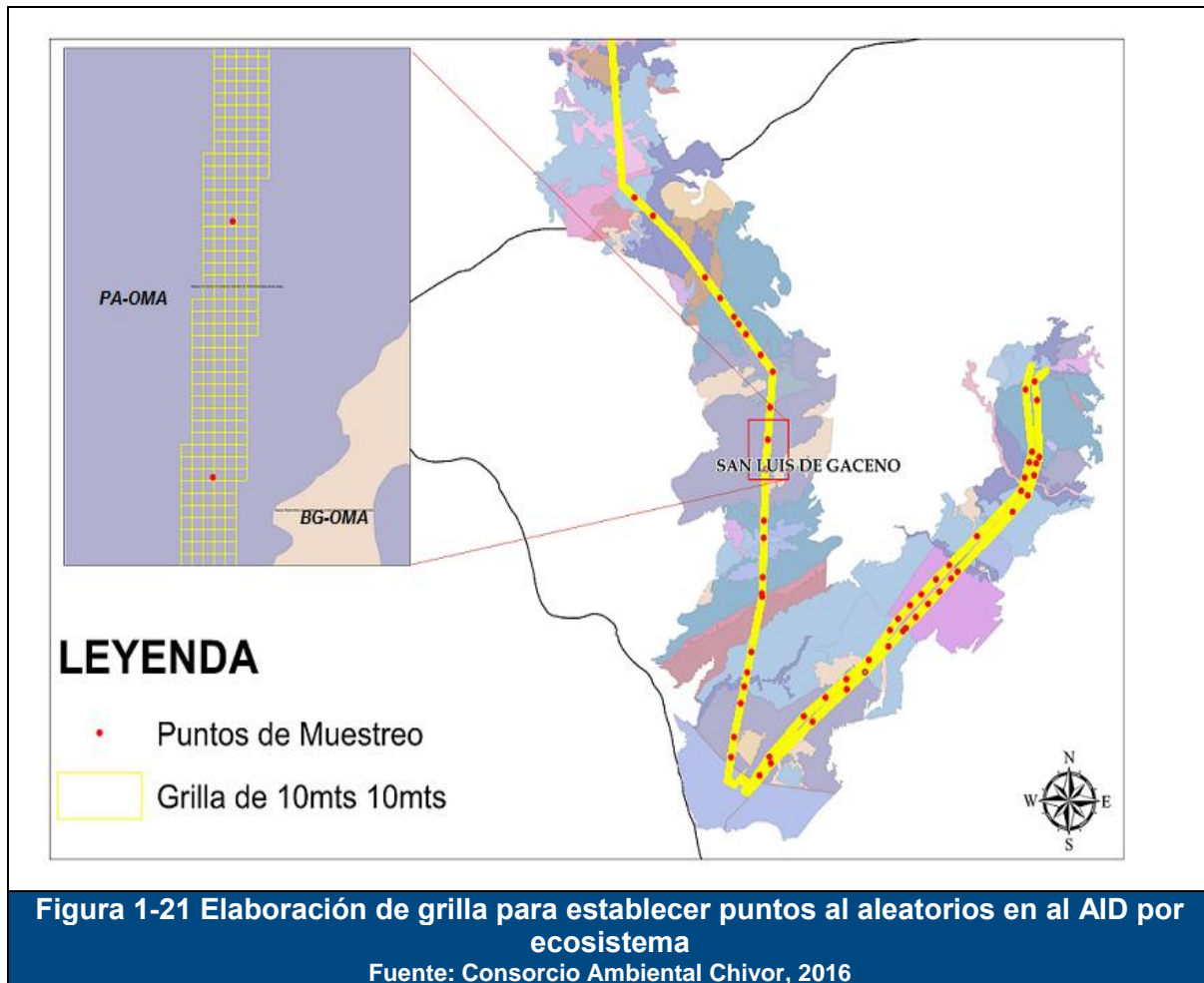
Por medio de herramientas para la interpretación y procesamiento de información geográfica, en este caso la plataforma ArcGis 10.2, en la herramienta de trabajo ArcMap, se realizó una grilla de 10X10 metros.

Se hizo la intersección con los polígonos de los ecosistemas, permitiendo definir puntos al azar.

Se realizó un geoproceto en la plataforma de tal forma que cada unidad de ecosistema, construida por polígonos dispersos en el área de influencia directa, tenga la misma probabilidad de ser seleccionada para montar las unidades muestrales, con esto se busca alcanzar la intensidad de muestreo al interior del AID.

Para cumplir con el error de muestreo se complementa la actividad con parcelas en el AII, las cuales se seleccionaron de la misma forma expuesta anteriormente.

En la Figura 1-21 se muestra la unidad que comprende el municipio de San Luis de Gaceno, en donde se observa la distribución de los ecosistemas y la grilla está definida en el AID (Amarillo) con polígonos de 10X10 metros, que se muestran en detalle sobre el costado superior izquierdo de la imagen. De esta forma en el área de influencia directa todos los ecosistemas están divididos en cuadros de 10*10 m, sobre los que el programa selecciona puntos al azar.



✓ **Equipo de profesionales**

Teniendo en cuenta los requerimientos de las labores a desarrollar, se definió un equipo para la elaboración del documento; el cual comprende actividades preliminares de consulta de información y planeación, actividades de campo para la recolección de información primaria y la fase de elaboración definitiva del documento. La Tabla 1-34, presenta el resumen de los requerimientos de personal para el desarrollo del componente forestal, compuesto por un equipo interdisciplinario para la elaboración de la cartografía, toma de registros forestales y de flora epífita, además de los especialistas que realizarán la identificación del material botánico.

Tabla 1-34 Responsables y roles

RESPONSABLE	ROLES	Etapa
Equipo SIG	Elaboración de cartografía	1 – 3
Equipo forestal	Identificación de Coberturas de la tierra y actualización	1 – 2 -3
	Mapa preliminar de Ecosistemas	1 – 2 - 3
	Planeación de actividades de campo	1 -2
	Verificación de coberturas	2
	Toma de registros en campo	2
	Georreferenciación de parcelas, puntos de interés	2
	Elaboración de parcelas	2
	Montaje e identificación de muestras botánicas	2 - 3
	Registros fotográficos	2
	Depuración y organización de la información	3
	Elaboración del documento	3
	Equipo flora en veda	Toma de registros en campo
Georreferenciación de parcelas, puntos de interés		2
Elaboración de parcelas		2
Montaje e identificación de muestras		2 - 3
Registros fotográficos		

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Con las actividades definidas se procedió a realizar el análisis de personal requerido para cada actividad o fase del proyecto. El personal de campo es el que debe ajustarse en cuenta a cantidad y roles, debido a la dinámica de las actividades y facilidades de acceso a la colección de información.

✓ Rendimientos para la recolección de información

Para garantizar la representatividad del área del proyecto se inició de sur a norte por el tramo 7, desde el municipio de San Luis de Gaceno, buscando abarcar todos los ecosistemas por medio del establecimiento de parcelas de caracterización arbórea, arbustiva y de flora en veda.

Se consideraron entonces los tiempos promedio de elaboración de parcelas diarias, involucrando las variables como el desplazamiento, las otras actividades que se requieren de campo y los factores ajenos a la planeación que pueden afectar como el clima e inconvenientes en la vía.

En la Tabla 1-35 se indican los rendimientos que tiene un profesional forestal en campo, bajo condiciones de acceso y trabajo en campo ideales, contando con personal de apoyo y los equipos para realizar el levantamiento forestal.

Tabla 1-35 Rendimientos diarios para el levantamiento de parcelas por profesional forestal

Cobertura Natural	Área de la muestra (ha)	Rendimiento día para parcelas de 0,05 ha
Bosques	0,05	4
Mosaicos	0,05	15
Arbustales	0,05	4
Pastos arbolados	0,05	15
Vegetación secundaria	0,05	4

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

✓ **Definición de unidades funcionales (Tramos) para la metodología en campo**

Posterior a la verificación de la información existente de las vías de acceso y experiencias de los profesionales en el área de influencia, se realizó un análisis por departamento de los tipos de acceso, arrojando que el departamento de Cundinamarca presenta una red vial que permite mayor facilidad en cuanto a la movilidad a todas las áreas a evaluar desde el punto de pernoctación.

En el departamento de Boyacá, se presenta una red vial mixta. Existen sectores en condiciones de movilidad regular ya que no permiten un acceso eficiente. No obstante, el sector que va desde Macanal a San Luis de Gaceno tiene complicaciones, debido al relieve, pero también es donde hay continuidad de ecosistemas naturales.

Para la optimización de tiempos de desplazamiento, el área a evaluar se dividió en tramos; teniendo en cuenta el tiempo que lleva acceder a cada fragmento de los ecosistemas a evaluar y la estación donde se plantea pernoctar. Como resultado del análisis de los factores decisivos se definieron en total 7 (Siete) tramos, de los cuales se pueden ver en la Figura 1-22 los municipios que los conforman.



De esta manera los profesionales tomaron un punto intermedio desde el que se movilizaban para la captura de información, evitando que dos profesionales cruzaran sus trabajos. Esto se justifica porque el tiempo en campo más crítico es el de acceso a los puntos de muestreo, es decir durante una jornada laboral se invierte más tiempo durante el desplazamiento que durante la captura de información.

➤ **Fase 2 Etapa de Campo**

Como se ha mencionado la etapa de campo comprendió dos fases, la primera es la de premuestreo, durante la que se realizaron las primeras parcelas y se obtienen los datos que permiten estimar la cantidad de parcelas necesarias para poder cumplir con los errores de muestreo o intensidad, según sea la variabilidad de los datos para cada ecosistema. La segunda etapa consistió en el muestreo, donde se ejecutan las parcelas necesarias de acuerdo a los resultados del premuestreo, se recalculan los estadígrafos (errores) y las intensidades de muestreo por ecosistema, para obtener los resultados definitivos.

Durante estas dos fases de campo los profesionales levantaron las parcelas que permitieron hacer la caracterización forestal de los ecosistemas naturales; además se tomaron registros de campo de coberturas vegetales, identificación de impactos y las actividades que puedan aportar para la descripción de los ecosistemas en el documento. A continuación se procede a describir las actividades desarrolladas por los profesionales durante la fase de campo.

✓ **Verificación de coberturas**

Para la verificación de coberturas naturales y transformadas, se ha contado con el apoyo de la identificación previa de coberturas, con esta cartografía, el uso de sistemas GPS y el

registro fotográfico los profesionales han realizado la verificación de coberturas, descrita a continuación:

Registro de información referente a coberturas de la tierra siempre incluyen registros fotográficos y GPX de puntos de control, teniendo en cuenta:

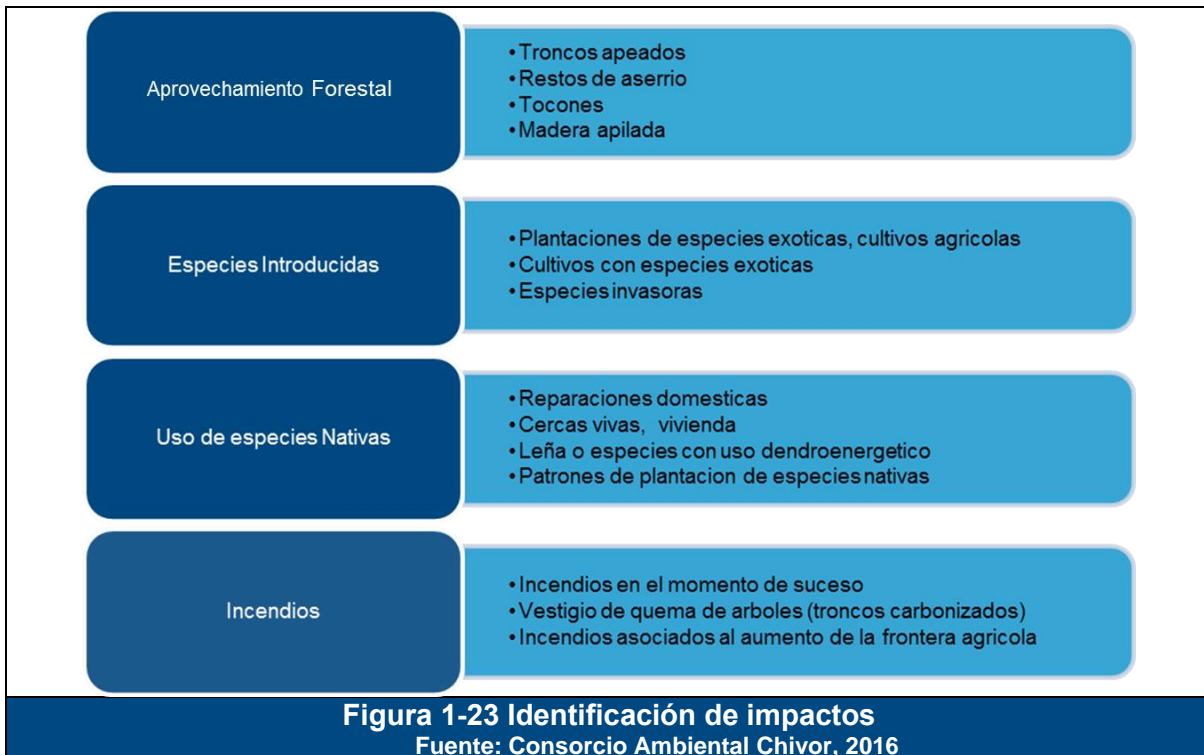
- Se visitaron por tramos todas las coberturas identificadas, clasificándolas por sector asignado y organizando la información por Tramo, municipio, vereda. Esto permite tener registros de los ecosistemas identificados en el proyecto.
- Cultivos: se han tomado registros fotográficos que permitan identificar la distribución del cultivo respecto al paisaje, el tipo de cultivo identificado y la especie. En esta actividad se obtiene información sobre aspectos del cultivo como el uso de correctivos para el suelo, fertilizantes o actividades para el control de plagas y enfermedades-
- Plantaciones forestales, frutales o arbustivas: se tomaron registros fotográficos que permitan verificar las condiciones de la plantación dentro del paisaje, la distribución de los individuos, distancias de siembra y la especie. Se hicieron registros acerca de los datos promedio de altura de los individuos, diámetro y forma del fuste.
- Para las coberturas de cultivos agroforestales o plantaciones bajo sombrío se tomó registro fotográfico, donde se identifiquen las especies plantadas, además de los cultivos que se encuentran bajo sombrío. Los registros fotográficos incluyen el paisaje, que permitan identificar varias coberturas, las condiciones bajo sombrío.
- Los puntos de control han permitido hacer comparaciones entre lo visto en la imagen satelital y las condiciones de terreno (ver Fotografía 1-1 y Fotografía 1-2).



Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

✓ Identificación de impactos

La etapa en campo permitió hacer la identificación de impactos, se realizó de acuerdo a las categorías definidas en Figura 1-23, donde se enuncian los impactos que se pueden verificar a lo largo del área de influencia (AI) del proyecto.



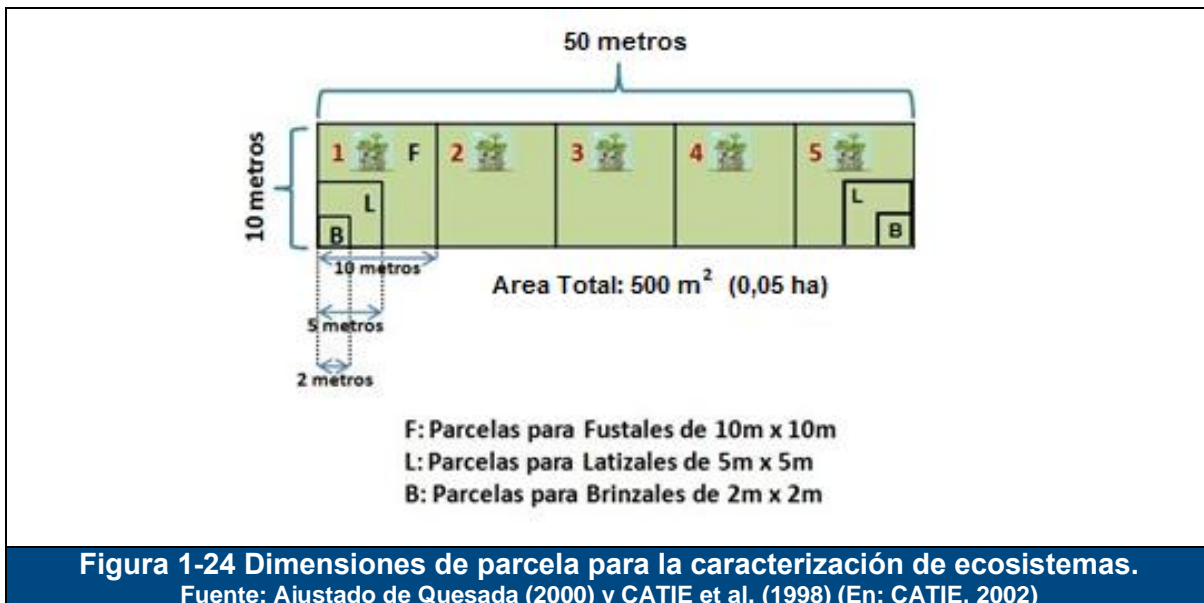
Los impactos identificados durante la etapa de campo han sido georreferenciados para su descripción, los profesionales forestales tomaron registro fotográfico del impacto identificado.

✓ Descripción de las actividades para el muestreo

Como se ha mencionado, para este estudio se realizaron parcelas de cincuenta por diez (50 x 10) metros, divididas en subparcelas de 10 metros. De acuerdo con Cárdenas et al. (1997), este tipo de parcelas, facilita un mayor número de muestreos en poco tiempo, permitiendo obtener una muestra representativa. Tiene también como elemento aportante que el tamaño se ajusta a las condiciones actuales de las coberturas naturales analizadas en términos de representatividad, teniendo en cuenta su alto grado de fragmentación, como resultado de la intervención antrópica.

✓ Montaje de parcelas

En el levantamiento de las parcelas descritas anteriormente, la información colectada se distribuyó de la siguiente forma: en las cinco (5) subparcelas de 10 x 10 metros, se realizó un levantamiento de la información de fustales; mientras que para la regeneración natural se toman en cada parcela dos (2) subparcelas de 5 x 5 metros para los latizales y dos (2) de 2 x 2 metros para brinzales, como se aprecia en la Figura 1-24.



○ Montaje de las parcelas para fustales

El punto inicial y final de la parcela se definieron previo al inicio de las mediciones, para ello se extendió la cuerda hasta llegar a la distancia de 50 m, la cuerda extendida se considera como el eje de la parcela y se tomaron puntos a 5 m de distancia desde este eje central a ambos lados. La ubicación de cada parcela se realizó considerando que el fragmento de vegetación arbórea (cobertura) contenga en todo su interior la parcela que se está instalando, evitando que el rectángulo salga del límite de la cobertura.

Dentro de estas parcelas se registraron todos los individuos que tienen un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a los 10 centímetros, se determinó la especie, altura comercial, altura total; adicionalmente se identificaron características generales, presencia de bejucos, lianas, entre otros; además cada individuo fue marcado con un número consecutivo con pintura roja sobre una superficie visible y de fácil interpretación, los datos se registraron en formato digital.

- **Montaje de las parcelas para Latizales**

Con base en el establecimiento de la parcela para fustales, se tomó como referencia el punto de inicio y la línea del eje de la parcela, en sentido del punto inicial hacia el final de la misma, posteriormente se procedió a medir 5 metros colocando allí una señal, y otros 5 metros a partir de este punto conformando una línea perpendicular al eje de la parcela; de esta manera se tiene un ángulo de 90° conformado por dos líneas de 5 m cada una, esto es la guía que conforma el cuadrante de 5 x 5 m. El mismo procedimiento se repitió en la parte final de la parcela, pero tomando como inicio el punto final de la parcela de fustales y el sentido será del final al inicial.

- **Montaje de las parcelas para brinzales**

Estas subparcelas fueron ubicadas al interior de cada subparcela de Latizales, de la misma manera que se procedió para esa categoría de tamaño, se tomó como referencia el eje de la parcela de fustales, se midieron 2 metros colocando allí una señal y otros 2 metros en sentido perpendicular al eje; con lo que se obtuvo el ángulo de 90° conformado por dos líneas de 2 metros cada una, estas líneas se vuelven la referencia de cada subparcela, ubicadas al comienzo y fin de cada parcela.

- ✓ **Medición de variables en campo**

Las comisión fue integrada por un ingeniero forestal y un auxiliar de campo (Baquiano), quienes indagaron nombres comunes y usos de especies inventariadas; adicionalmente se registraron los datos de circunferencia a la altura del pecho (CAP), altura a la base de la copa (HC) y altura total (HT), de acuerdo con la información contemplada en los respectivos formularios (Ver Figura 1-25). Cuando no se contaba con la identificación de la especie se tomaron registros fotográficos y colectaron muestras botánicas. Adicionalmente se han registrado las coordenadas de cada parcela, los datos generales del sitio muestreado y observaciones con respecto a las particularidades de cada individuo muestreado.

- Abundancia o densidad
 - o **Condiciones de medición de variables:**
 - **Nombre común**

Es el nombre con el que se conoce regionalmente la especie, para el caso se indaga con el auxiliar de campo, personas de la comunidad o mediante el registro fotográfico y la colección del material botánico se indaga en fuentes certificadas como herbarios nacionales o bibliografía especializada. Las especies que no fueron identificadas inmediatamente, fueron colectadas como se indicará posteriormente (Colección de material botánico).

- **Circunferencia a la altura del pecho**

Esta medición directa se tomó para obtener el diámetro a la altura del pecho (DAP) del individuo; para la actividad de campo se tomó como CAP por la facilidad de registro en campo, de conseguir repuesto a la cinta de medición en caso de pérdida o avería y manejo para los operarios. Tiene varias características que hacen que su medición sea importante: facilidad, rapidez y consistencia, entendiendo esta última como la capacidad para generar estimaciones veraces.

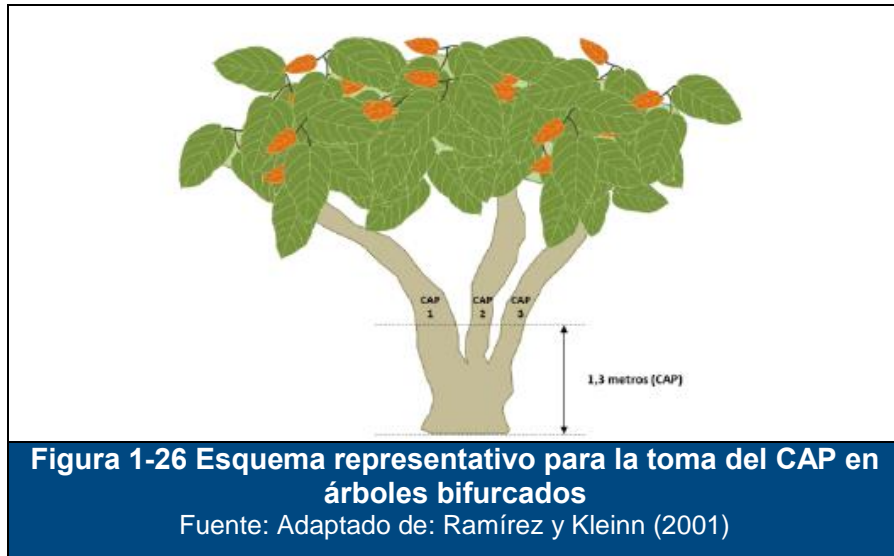
Aunque se pueden tomar distintas medidas de la circunferencia del fuste de cada árbol, es decir, a diferentes alturas en el tallo dependiendo de los propósitos específicos de cada investigación, la que se emplea con mayor frecuencia en estudios de vegetación es a una altura de 1,3 m a partir de la superficie del suelo. Según *Lema (1995)*, esta altura de medición es un promedio de los criterios “estándar” empleados en distintos países.

En éstos se incluyen hasta cinco (5) circunferencias a la altura del pecho (CAP), en razón a que algunas especies pueden presentar bifurcaciones por debajo de los 1.3 metros del suelo y, consecuentemente, es necesario medir todas las CAP para calcular con precisión el diámetro de cada individuo.

En los casos en los que el fuste presenta bifurcaciones a alturas inferiores a 1.30 m, se registró el CAP de cada fuste en el formato digital para posteriormente ser procesada con el apoyo de la ecuación a continuación descrita, empleada para casos de diámetros múltiples y propuesta por *Ramírez y Kleinn (2001)*. (Figura 1-26).

$$CAP = \sqrt{\sum CAP^2}$$

En esta ecuación el CAP es el resultado de la raíz cuadrada de la sumatoria de cada CAP al cuadrado. Éste resultado es el mismo que si se toma cada fuste como un individuo, esto justifica el uso de esta ecuación teniendo en cuenta que medir cada fuste como un individuo afecta los resultados de la caracterización florística y la diversidad.



El cálculo del diámetro a la altura del pecho (DAP) se realiza con base en el CAP, aplicando la siguiente fórmula:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

- **Altura**

La altura total de una planta se define como la distancia vertical entre el suelo y la cima o la parte más alta de la misma y comúnmente se refiere como "ht". También se tomarán datos de altura comercial "hc" que es la altura desde el suelo hasta la parte aprovechable (o comercial) del fuste.

- ✓ **Colección de material botánico**

En el levantamiento de la información de campo, se encontraron individuos que no se identificaron con facilidad y otras que fue necesario verificar, de estas se tomaron muestras botánicas para la determinación en herbario de la Universidad Distrital "FJC", siguiendo la metodología propuesta en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad, del Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH, 2006). Además de la guía para recolección y preservación de muestras en campo del Herbario de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

El proceso de recolección de las muestras debe atender las siguientes recomendaciones:

- **Embalaje**

Una vez etiquetada la muestra, se procedió a almacenarla en bolsas plásticas transparentes, resellables con cierre hermético, para garantizar que, ante la caída de frutos o flores, no se confundan con otras muestras. Posteriormente se depositó en una bolsa plástica de mayor tamaño y finalmente en una lona.

- **Prensado y alcoholizado de muestras**

Para mantener la integridad de las muestras colectadas, la actividad de preservación del material botánico se realizó en el menor tiempo posible después de la colección del material. Para ello, las muestras colectadas se colocaron en papel periódico de modo que las hojas no quedaran amontonadas ni dobladas, de tal forma que sea evidente la disposición de las hojas y otros caracteres de la muestra. Este proceso se repitió para los duplicados, los cuales se montaron unos encima de otros. Cada hoja se marca con lápiz rojo con el nombre común de la especie y el número asignado en el formulario de campo.

Luego se realizó el montaje de todos los especímenes, conformando bloques bien alineados, evitando que material vegetal quede por fuera del papel. Para tal efecto los periódicos se colocaron en forma de “T”, y sobre el centro se ubicó un bloque no mayor a 30 cm de alto. Los papeles se cierran sobre el bloque y se amarran con cordel plástico. En una bolsa plástica se colocaron uno o dos paquetes, con la porción expuesta en la parte superior. Posteriormente, se aplicó una solución de alcohol al 95%, para impregnar por completo la totalidad de las muestras, finalmente se ha sellado herméticamente las bolsas.

- ✓ **Elaboración de documento**

La elaboración del documento fue la etapa final, donde se confronta la información de campo con la que se ha obtenido a partir de consultas bibliográficas y análisis previos. De acuerdo a esto, el documento a grandes rasgos se desarrolla de la siguiente manera:

- Revisión, selección y procesamiento de información secundaria.
- Delimitación de polígonos de coberturas de la tierra y ecosistemas, los cuales posterior a la verificación en campo fueron actualizados y depurados.
- Ordenación, filtro, depuración y procesamiento de archivos digitales de formatos de campo de parcelas por ecosistema.
- Elaboración de cálculos de intensidad de muestreo de acuerdo a la actualización cartográfica de los ecosistemas; en esta etapa también se calcularon y actualizaron los errores de muestreo. Esto debe ser periódico, teniendo en cuenta que constantemente se actualizan coberturas y la verificación de datos también consiste en unificar criterios respecto a los resultados del muestreo.

- Elaboración de línea base: esta actividad comprendió la descripción de zonas de vida, biomas, coberturas y ecosistemas. Además la caracterización florística, se describió la diversidad por ecosistema, se verificaron los listados de especies reportadas en alguna categoría de amenaza, veda o endémicas y finalmente se realizó el análisis de distribución de las especies.
- Se elaboró el capítulo de demanda de recursos naturales, involucrando el cálculo de aprovechamiento forestal por ecosistema. Para este han tenido en cuenta los estadígrafos calculados para cada ecosistema que requiere aprovechamiento forestal, es pertinente aclarar que el proyecto de caracterización de las coberturas arboladas ha incluido el rigor de error de muestreo e intensidad para todas las coberturas del área de influencia directa.
- Con los datos y evidencias capturadas en campo se realizó el análisis de los impactos sobre las coberturas vegetales que se están dando en la actualidad. Además del análisis de los impactos que se pueden generar ante la implementación del proyecto.
- Posteriormente se formularon las medidas de manejo a las actividades que generan impactos sobre la cobertura vegetal. Estas medidas de manejo involucran actividades de seguimiento y monitoreo, para asegurar las buenas prácticas.
- Finalmente, teniendo en cuenta los ecosistemas que pueden ser impactados por el proyecto se siguió la metodología para la compensación por pérdida de la diversidad.

A continuación se hace la descripción de la metodología para la caracterización florística y el cálculo de los errores de muestreo que se han realizado para el cálculo del volumen de madera a remover.

✓ Premuestreo

En el premuestreo se planteó realizar el número mínimo de parcelas requeridas para cumplir con una intensidad de muestreo del 5% para cada ecosistema, teniendo en cuenta que cada parcela está conformada por cinco (5) subparcelas de 10 m * 10 m (50 m * 10 m), lo que conforma un área de 0.05 ha (**a**). Al dividir el área total de cada ecosistema (**A**) en el área de la parcela se ha obtenido el número total de parcelas por ecosistema (**N**):

$$N = \frac{A}{a}$$

Posteriormente se calculó la intensidad de muestreo o número de parcelas (**N**) a realizar para cada ecosistema:

$$n = N * 5\%$$

Con lo anterior se aclara que se direccionaron los esfuerzos a cumplir inicialmente con la intensidad de muestreo. Posteriormente junto a la actualización del mapa de ecosistemas

CAPITULO 1.GENERALIDADES

y el cálculo de errores de muestreo, se realizó el muestreo definitivo incluyendo los ecosistemas arbolados que no habían sido tenidos en cuenta por la escala en que se procesó la información de la etapa preliminar.

Con las variables que se obtuvieron de la etapa de campo durante el premuestreo se procedió a calcular el volumen por parcela y el volumen para cada ecosistema, a partir de los datos que se registran por individuo. El cálculo del volumen por individuo se realiza a partir de la siguiente fórmula:

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

Dónde:

V : Volumen del árbol

d : Diámetro a la altura del pecho al cuadrado

h : Altura total

f : Factor de forma

Posteriormente, para garantizar representatividad fue necesario aplicar cálculos estadísticos sobre el volumen total de las parcelas por ecosistema, de acuerdo a los estadígrafos descritos en la Tabla 1-36 y articulados a los parámetros establecidos por las guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales (Ministerio del Medio Ambiente, 2002) implementados para estudios ambientales en Colombia.

Tabla 1-36 Estadígrafos para el cálculo del error del volumen total

ESTADÍGRAFO	ECUACIÓN	DESCRIPCIÓN
Media	$\bar{x} = \sum \frac{X_i}{n}$	Dónde: X_i = Volúmenes totales de las parcelas n = Tamaño de la muestra.
Desviación Estándar	$S = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n - 1}}$	Dónde: n = Tamaño de la muestra.
Coefficiente de Variación	$Cv\% = \left(\frac{S}{\bar{x}}\right) * 100$	Donde: S = Desviación estándar \bar{X} = Media de los volúmenes totales
Error Estándar	$E = S \sqrt{n}$	Dónde: S = Desviación estándar n = Tamaño de la muestra.
Corrector por población finita	$\sqrt{1 - \frac{n}{N}}$	Dónde: n = Tamaño de la muestra. N = Tamaño de la población (en No de parcelas)

ESTADÍGRAFO	ECUACIÓN	DESCRIPCIÓN
Límites de confianza	$L = (\bar{x} \pm t^* E)$	Donde: t= Grados de libertad (n – 1), probabilidad (95%) \bar{X} = Media de los volúmenes totales E= Error estandar
Error relativo de muestreo	$Er\% = (t^*E) / \bar{x} * 100$	Donde: t= Grados de libertad (n – 1), probabilidad (95%) \bar{X} = Media de los volúmenes totales E= Error estandar

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016, 2016

Cuando el error de muestreo obtenido para el muestreo fue inferior al 15% y se realizaron todas las parcelas para cumplir con la intensidad de muestreo en el ecosistema, se procedió a realizar el procesamiento y análisis de la información de campo para la caracterización florística.

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E\% ^2}$$

Donde:

n= número de parcelas a levantar por cobertura

t= El valor de t se obtiene de la tabla de t de Student con un nivel apropiado de probabilidad 95% y n-1 grados de libertad.

CV= Coeficiente de variación

E%= error de muestreo inferior al 15%.

Dado lo anterior es oportuno mencionar que el premuestreo permitió identificar un número aproximado de parcelas para llegar a las condiciones de error y representatividad de la población, pero es posible que el ecosistema presente alta heterogeneidad, como sucede en este estudio, por tratarse de coberturas altamente intervenidas para el desarrollo de actividades económicas. Se justifica usar la medida de la intensidad de muestreo que exigen los términos de referencia como punto de partida para el premuestreo, pero la mencionada intervención de los ecosistemas hace que la variabilidad de la población obligue a superar ese número de parcelas en la mayoría de ecosistemas y se requiera la etapa de muestreo.

En la Tabla 1-37 se muestra el número de parcelas definidas para el premuestreo, discriminadas por cada uno de los ecosistemas, ello teniendo en cuenta una intensidad de muestreo a partir de la representatividad de cada uno de los Ecosistemas definidos para el proyecto bajo el AID.

Tabla 1-37 Número de parcelas definidas de parcelas definidas en el Premuestreo en los Ecosistemas bajo el AID.

ECOSISTEMA	Área en AID (ha)	n total (0,05 ha)	n por intensidad (5%)
Arbustal denso del Orobioma Alto de Los Andes	5,33	106,68	5,33
Arbustal denso del Orobioma medio de los Andes	2,89	57,83	2,89
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Bajo de Los Andes	11,61	232,26	11,61
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Medio de Los Andes	6,56	131,17	6,56
Bosque Denso del Orobioma alto de los Andes	0,46	9,18	0,46
Bosque Denso del Orobioma medio de los Andes	0,60	12,07	0,60
Bosque Denso del Orobioma bajo de los Andes	9,59	191,71	9,59
Bosque Fragmentado del Orobioma alto de los Andes	5,38	107,70	5,38
Bosque Fragmentado del Orobioma medio de los Andes	5,15	102,91	5,15
Bosque Fragmentado del Orobioma bajo de los Andes	2,85	57,04	2,85
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma alto de los Andes	1,07	21,46	1,07
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma medio de los Andes	4,69	93,88	4,69
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes	3,90	78,02	3,90
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Alto de Los Andes	0,46	9,18	0,46
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Bajo de Los Andes	10,83	216,65	10,83
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma Medio de Los Andes	11,87	237,30	11,87
Pastos Arbolados del Orobioma alto de los Andes	3,75	75,09	3,75
Pastos Arbolados del Orobioma medio de los Andes	11,69	233,77	11,69
Pastos Arbolados del Orobioma bajo de los Andes	13,42	268,35	13,42
Vegetación secundaria o en transición del Orobioma Alto de Los Andes	13,27	265,49	13,27
Vegetación secundaria o en transición del Orobioma Bajo de Los Andes	14,68	293,69	14,68
Vegetación secundaria o en transición del Orobioma Medio de Los Andes	21,02	420,37	21,02
TOTAL		3221,79	161,09

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

✓ **Muestreo**

Posterior al cálculo del error en la fase precampo se procedió a realizar el número de parcelas suficientes que permitan cumplir con los parámetros de probabilidad del 95% y error no mayor al 15%, por cada estrato o ecosistema, por lo que se van controlando los resultados obtenidos mediante el cálculo hasta satisfacer esa necesidad.

Los valores definitivos del muestreo, se presentan en el capítulo 4, en lo referente a la solicitud de aprovechamiento forestal, se describen los resultados obtenidos para cada ecosistema y se procedió a realizar la estimación del volumen de madera a remover para cada obra o actividad. Cuando los resultados del muestreo cumplieron con los requerimientos estadísticos se incluye toda la información de las parcelas realizadas para realizar la caracterización de los ecosistemas.

✓ **Determinación de las características de composición y estructura coberturas de la tierra**

Con la información registrada en campo se procedió a realizar el análisis estructural de la vegetación en los diferentes ecosistemas, al interior de cada una ellas se efectuó el procesamiento por los estados de desarrollo (fustal, latizal y brinzal); siguiendo la metodología propuesta en las guías técnicas del Ministerio del Medio Ambiente. Los parámetros e índices evaluados se muestran en la Tabla 1-38.

Tabla 1-38 Parámetros analizados para la determinación de la caracterización de la vegetación en los ecosistemas identificados

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	FORMULA Y/O RANGOS DE ANÁLISIS
DIVERSIDAD		
Composición florística	Número de especies, individuos registrados y familias registradas, para efectuar el análisis por familias, géneros y especies existentes en el bosque	Número de individuos por especie, género y familia
Coefficiente de Mezcla	Es la relación entre el número de especies y el número de individuos. Igualmente este índice puede calcularse de esta forma o invertir la ecuación matemática para obtener la relación de individuos por especie identificada	$C.M = N^{\circ} De \frac{Especies}{N^{\circ} de Individuos}$
Índice de Margalef	Para medir la riqueza o variedad de especies, relacionan el número de especies con el número de individuos en una comunidad dada	$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N}$ Donde N = Número total de individuos, S = Número de especies
Índice de Simpson	Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, cuando la muestra arroja	$p_i = \frac{n_i}{N}$ pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	FORMULA Y/O RANGOS DE ANÁLISIS		
	un resultado cercano a cero (0) infiere que la diversidad de la zona es alta si tiende a uno (1) la diversidad es baja.	dividido entre el número total de individuos de la muestra. (Melo, et al. 1994.)		
ANÁLISIS ESTRUCTURAL				
ESTRUCTURA HORIZONTAL				
Abundancia absoluta	Es el número de árboles por especie contabilizados en el inventario	$Aa = \text{No de individuos por especie}$		
Abundancia relativa	Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles	$Ar\% = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ de individuos en el área muestreada}} * 100$		
Frecuencia	Es el número de parcelas en el que se encontraron registros de la especie	$F = \text{N}^\circ \text{ de unid. de muestra en que ocurre una especie}$		
Frecuencia absoluta	Es la relación porcentual de la presencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo.	$Fa = \frac{F}{\text{N}^\circ \text{ total de unidades de muestreo}} * 100$		
Frecuencia relativa	Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas de todas las especies	$Fr\% = \frac{Fa \text{ de cada especie}}{\sum \text{Frecuencias absolutas}} * 100$		
Dominancia absoluta	Es el área de cobertura del espacio ocupado por cada especie, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de la especie	$Da = \sum \text{de las áreas basales de todos los individuos de una especie tomados en la muestra.}$		
Dominancia relativa	Es la relación porcentual entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies tomadas en la muestra	$Dr\% = \frac{\sum Da \text{ de cada especie}}{\sum \text{de áreas basales muestreadas}} * 100$		
Índice de Valor de Importancia IVI	Es la sumatoria de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, frecuencia y dominancia, el valor máximo es de 300 y se presenta cuando solamente hay una especie en el área muestreada	$IVI = Ar\% + Fr\% + Dr\%$		
Grado de Agregación	Determina la distribución espacial de las especies	$Ga = \frac{D}{d}$ Densidad observada: $Do = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Árboles por especie}}{\text{N}^\circ \text{ de parcelas muestreadas}}$ De: Densidad esperada: $De = \log N \left(\frac{1-F}{100} \right)$		
Clases Diamétricas	Permiten de agrupar los árboles de un ecosistema dentro de ciertas categorías, de acuerdo con los	Clases diamétricas para Bosque de Galería y Palmares: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="background-color: #92d050;">DAP (cm)</td> <td style="background-color: #92d050;">CLASE</td> </tr> </table>	DAP (cm)	CLASE
DAP (cm)	CLASE			

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	FORMULA Y/O RANGOS DE ANÁLISIS																		
	valores máximos y mínimos de los diámetros, con el número de individuos; y los intervalos de clase o categorías. Para el inventario, se han definido las clases diamétricas cada 10 cm.	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>DIAMÉTRICAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1° (10cm - 19,9cm)</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>2° (20cm - 29,9cm)</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>3° (30cm - 39,9cm)</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>4° (40cm - 49,9cm)</td> <td>IV</td> </tr> <tr> <td>5° (50cm - 59,9cm)</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>6° (60cm - 69,9cm)</td> <td>VI</td> </tr> <tr> <td>7° (70cm - 79,9cm)</td> <td>VII</td> </tr> <tr> <td>8° (80cm - 89,9cm)</td> <td>VIII</td> </tr> </tbody> </table>		DIAMÉTRICAS	1° (10cm - 19,9cm)	I	2° (20cm - 29,9cm)	II	3° (30cm - 39,9cm)	III	4° (40cm - 49,9cm)	IV	5° (50cm - 59,9cm)	V	6° (60cm - 69,9cm)	VI	7° (70cm - 79,9cm)	VII	8° (80cm - 89,9cm)	VIII
	DIAMÉTRICAS																			
1° (10cm - 19,9cm)	I																			
2° (20cm - 29,9cm)	II																			
3° (30cm - 39,9cm)	III																			
4° (40cm - 49,9cm)	IV																			
5° (50cm - 59,9cm)	V																			
6° (60cm - 69,9cm)	VI																			
7° (70cm - 79,9cm)	VII																			
8° (80cm - 89,9cm)	VIII																			
ESTRUCTURA VERTICAL																				
Estructura vertical (Metodología de Ogawa)	Permite detectar la presencia de estratos mediante la elaboración de una gráfica a modelo bidimensional altura de la copa contra la altura de la base	La aparición de un enjambre de puntos más o menos aislados sugiere un número de estratos diferenciales. Cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar los estratos del Bosque																		
Posición sociológica	Indica el valor de importancia de las especies por los diferentes estratos que componen el bosque. Se definen los estratos de acuerdo a las características de cada cobertura, se cuenta el número de árboles que pertenecen a cada estrato y a partir de este se hallan los porcentajes de participación de cada estrato en la muestra, el resultado se divide en Díez. El valor obtenido de cada estrato se multiplica por el número de individuos de cada especie en el estrato correspondiente, posteriormente se suman los valores obtenidos en cada especie por estrato y ese es el valor de la posición sociológica.	$VF = \frac{n}{N} * 10$ <p>VF= Valor Fitosociológico de cada estrato n= Número de individuos del subestrato N=Número total de individuos muestreados</p> <p>Posición sociológica Absoluta de cada especie: $PsAbs = VFestrato(1) * n + VFestrato(2) * n + VFestrato(3) * n$</p> $Ps\% = \frac{PsAbs \text{ de cada especie}}{\sum PS Abs} * 10$																		
Clases Altimétricas	Permiten de agrupar los árboles de un bosque dentro de ciertas categorías de acuerdo con los valores máximos y mínimos de cada parámetro y con el número de individuos; los intervalos de clase o categorías se calcularon según el método de Sturges. Este método se implementó por las diferencias de alturas que hay entre los ecosistemas, permitiendo eliminar el sesgo que genera la comparación entre ecosistemas con mayores diferencias de alturas extremas, con respecto a los que no tienen esta condición, además de los que tienen pocos individuos.	$C = (X max - X min) / M$ $M = 1 + 3.3 (Log n)$ <p>n: número total de individuos del grupo M: número de intervalos</p>																		

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	FORMULA Y/O RANGOS DE ANÁLISIS
ÁREA BASAL Y VOLÚMENES		
Área Basal	Se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo	$AB = \frac{\pi}{4} \times (DAP)^2$ <p>DAP se realiza tomando el diámetro del fuste a una distancia desde el suelo de 1,3 m.</p> $DAP = \sqrt{\sum DAP_i^2}$ <p>Dónde: $\sum DAP_i^2$ es la sumatoria del cuadrado de cada uno de los diámetros medidos. DAP_i^2 es el diámetro de cada tallo a 1,3 metros elevado al cuadrado.”</p>
Volumen	Es considerado como el indicador del potencial o capacidad de producción del bosque; el volumen que se obtiene se refiere a árboles en pie y se calcula sobre la base del DAP, la altura y el factor de forma.	$V = \frac{3.1416 * d^2}{4} * h * f$ <p>Dónde: V: Volumen del árbol d: Diámetro a la altura del pecho al cuadrado h: Altura del fuste f: Factor de forma</p> <p>El factor de forma utilizado, correspondió a 0.65 de acuerdo a lo documentado en el libro “Compilación de Tablas de Volumen para árboles en pie” preparado por el Ingeniero Forestal Francisco N Posada del INDERENA, Subgerencia de Bosques y Aguas, División Administración de Bosques, mayo/89 y el documento “Manual de Inventario Forestal para Bosques Tropicales” de la FAO 1974, los cuales describen a través de ensayos, que las especies latifoliadas del trópico arrojan un valor equivalente a 0.65.</p>
Densidad	Corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de muestreo. Este dato se relaciona con el volumen porque permite hacer comparaciones respecto al número de individuos y su desarrollo.	$D = \frac{N^{\circ} \text{ de Árboles muestreados}}{\text{Área de la muestra en Ha}}$

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Para cumplir el error de muestreo, no mayor al 15%, y cumpliendo con los parámetros de probabilidad del 95%, seguido del análisis de la información levantada en cada uno de los ecosistemas, se definió un numero de parcelas para el para el Área de influencia del proyecto que se incluye en la Tabla 1-39.

Tabla 1-39 Total de parcelas necesarias en el muestreo para cumplir con el Error de muestreo.

ECOSISTEMA	Área en AID (Ha)	n Total (Subparcelas 10m*10m)	n por Intensidad (5%)	Total Parcelas	Error de muestreo
Arbustal del Orobioma alto de los Andes	5,33	533	27	38	14,65%
Arbustal del Orobioma medio de los Andes	2,89	289	15	44	13,82%
Bosque de Galería del Orobioma medio de los Andes	6,59	659	33	55	14,55%
Bosque de Galería del Orobioma bajo de los Andes	11,61	1161	59	104	14,38%
Bosque Denso del Orobioma alto de los Andes	0,46	46	3	25	13,67%
Bosque Denso del Orobioma medio de los Andes	0,60	60	4	75	14,72%
Bosque Denso del Orobioma bajo de los Andes	9,63	963	49	60	14,65%
Bosque Fragmentado del Orobioma alto de los Andes	5,38	538	27	75	13,55%
Bosque Fragmentado del Orobioma medio de los Andes	5,15	515	26	34	14,68%
Bosque Fragmentado del Orobioma bajo de los Andes	2,87	287	15	43	14,58%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma alto de los Andes	1,07	107	6	20	14,65%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma medio de los Andes	4,65	465	24	47	14,79%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes	3,95	395	20	64	14,75%
Mosaico de pastos y espacios naturales del Orobioma alto de los Andes	0,46	46	3	36	14,53%
Mosaico de pastos y espacios naturales del Orobioma medio de los Andes	11,97	1197	60	99	14,29%
Mosaico de pastos y espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes	11,02	1102	56	64	14,96%
Pastos Arbolados del Orobioma alto de los Andes	3,75	375	19	30	25,29%
Pastos Arbolados del Orobioma medio de los Andes	11,69	1169	59	86	14,83%

ECOSISTEMA	Área	n Total	n por	Total	Error de
Pastos Arbolados del Orobioma bajo de los Andes	13,55	1355	68	113	14,97%
Vegetación Secundaria del Orobioma alto de los Andes	13,28	1328	67	130	14,22%
Vegetación Secundaria del Orobioma medio de los Andes	21,18	2118	106	114	14,17%
Vegetación Secundaria del Orobioma bajo de los Andes	14,66	1466	74	86	14,71%
TOTAL	161,76	16176	820	1442	100%

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

✓ **Identificación, delimitación y descripción de los ecosistemas sensibles, y áreas naturales protegidas**

Para la determinación de áreas naturales protegidas se efectuó una revisión de información secundaria de tipo documental y cartográfico y consultas a entidades regionales y nacionales para corroborar la existencia o no de áreas naturales protegidas. Las entidades donde se solicitó esta información son Unidad Administrativa de Parques Nacionales, RESNATUR, Unidad de ecosistemas del MADS y alcaldía de los municipios del área de influencia (Ver Oficios de solicitud de información).

Aunado a la información, se hizo una consulta en línea en el visualizador gráfico Tremarctos del Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt para complementar la información suministrada por las entidades. Teniendo en cuenta que las capas de información disponibles en la herramienta se encuentran a diferentes escalas (principalmente a escala 1:100.000), para evitar generar incertidumbre en la precisión de la información suministrada, los resultados arrojados por Tremarctos fueron confirmados y ratificados mediante el trabajo de campo, y la correspondiente consulta con las autoridades competentes (Unidad de Parques Nacionales, RESNATUR, Dirección de Ecosistemas, CORPOCHIVOR, CAR, los ecosistemas considerados como estratégicos o sensibles de acuerdo a los resultados de la caracterización entre otras).

✓ **Determinación del material vegetal**

La determinación final de las muestras recolectadas y en general de las especies encontradas en los inventarios forestales que se llevaron a cabo, se ejecutaron por parte de una entidad especializada en la identificación de material botánico, para lo cual se acudió a los herbarios acreditados. Donde fue posible adquirir las certificaciones de todos los procesos de determinación que forman parte del anexo forestal.

Los nombres científicos de las especies, así como su clasificación taxonómica, se corroboraron con base en las siguientes referencias electrónicas: The Plant List

(www.theplantlist.org), The International Plants Name Index (www.ipni.org), e Integrated Taxonomic Information System (www.itis.gov).

Para la verificación de especies catalogadas en algún grado de amenaza se emplearon; la Lista de Especies en Libros Rojos de Colombia (actualizada el 20 de diciembre de 2012; www.sibcolombia.net); la Resolución 192 de 2014. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS; en la RedList de la UICN: www.iucnredlist.org y la base de datos de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES; www.cites.org).

✓ **Determinación de los usos de las especies**

Con el fin de conocer el uso dado a las especies en las áreas de estudio, se consideró como fuente de referencia la información suministrada por los habitantes de la zona y con los baquianos (Asistentes de campo); posteriormente se complementa con información bibliográfica especializada y páginas web del Herbario Forestal de la Universidad Distrital de Bogotá Francisco José de Caldas disponible en: herbario.udistrital.edu.co/herbario/, las colecciones científicas en línea del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/), y otras fuentes como: Acero, L.E. 1985, Acero Duarte, L.E. 2000, Acero Duarte L.E. 2005.

✓ **Perfiles de vegetación**

Como parte fundamental del análisis estructural y florístico derivado del estudio de impacto ambiental del proyecto, se elaboraron perfiles de vegetación teniendo en cuenta la información recolectada durante el trabajo de campo a través del levantamiento de parcelas para el muestreo de cada ecosistema.

Este método cualitativo se basa en la elaboración de un perfil típico de la vegetación arbórea de cada ecosistema, en el cual se representa bidimensionalmente una estructura tridimensional que es la unidad vegetal y consta de algunas variables que se tienen en cuenta dentro del perfil como las coordenadas planas de los árboles, diámetro de la copa, altura total, altura hasta la base de la copa e identificación del árbol.

✓ **Tendencias de poblamiento o dispersión de las especies de importancia biológica**

Se realizó un análisis de las especies con mayor dispersión y las de menor dispersión en el estudio. Esto es posible a partir de la información compilada para todos los ecosistemas, se relacionan las especies que se han encontrado en el mayor número de ecosistemas y las que solo tienen un individuo en todo el muestreo. Posteriormente se compararon los reportes de herbarios y fuentes certificadas para comparar los resultados y analizar las causas de su presencia o ausencia en los diferentes ecosistemas

➤ **FRAGMENTACIÓN Y CONECTIVIDAD**

El presente análisis dentro componente biótico del proyecto Norte UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230 kV y las líneas de transmisión asociadas se realizó con el fin de determinar el estado actual de los ecosistemas naturales con respecto a los procesos de fragmentación y conectividad ecológica que evidencia el paisaje evaluado dentro del área de estudio y se elaboró bajo criterios (métricas) de la ecología del paisaje, entendida esta como el estudio de las interacciones entre los componentes espaciales y temporales de los mosaicos de diferentes tipos de hábitat, influenciados por las actividades humanas (Turner, 1990).

Para abordar su análisis se aplicó como lineamiento principal lo establecido en el componente de Ecosistemas Terrestres (flora) de los términos de referencia de la ANLA *Tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220 KV (LITER-1-01)*, así como la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales desarrollados por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MADS) en el año 2010.

Los procesos fragmentación y conectividad fueron analizados para los ecosistemas terrestres naturales de tipo arbóreo, arbustivo y herbáceo identificados dentro del área de influencia del proyecto, los cuales se generaron a partir del cruce temático entre la capa de biomas y coberturas de la tierra. Para desarrollar dicho análisis, se tuvieron en cuenta serie de métricas y parámetros que se describen durante el desarrollo del documento, los cuales explican los cambios sobre la estructura y composición de los ecosistemas, como consecuencia de las actividades económicas, procesos naturales que han ocurrido en el área de análisis.

✓ **Métricas de fragmentación del paisaje**

La fragmentación del paisaje hace referencia la división que presenta un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Humboldt, 2002); (Fahrig, 2003). Este proceso es considerado como la etapa final de un proceso de alteración de un hábitat en el que la disminución de su superficie, el aumento del efecto borde y la subdivisión se hacen mayores hasta llegar al punto en el que el paisaje pierde su funcionalidad, alterando su composición, estructura y dejando como resultado elementos aislados unos de otros (EUROPARC, 2009)

Para abordar el análisis de fragmentación se obtuvieron las métricas del paisaje a partir del software V-late 2.0 que corresponde a una extensión de ArcGis 10.1 y es especializado en el estudio de la ecología del paisaje. Las métricas del paisaje aportan datos numéricos interesantes sobre la composición, configuración y forma de los elementos que se incluyen en estos lugares, así mismo permiten la comparación las características de la estructura del paisaje en diferentes escenarios temporales y se convierten en una herramienta de análisis a tener en cuenta en la toma de decisiones

para el manejo de los recursos naturales (Guastafson, 1998 en Vila, Varga, Llausás, & Ribas, 2006).

A continuación se presentan las métricas del paisaje con las que se determinó el análisis de fragmentación del área de influencia del presente proyecto:

- **Clase de área**

La clase de área representa la extensión o área total de cada fragmento de ecosistema de tipo natural dentro del paisaje valorado, la cual es una medida analizada en hectáreas (Ha). Este cálculo se realizó a partir de la sumatoria de extensión de cada uno de los de los ecosistemas presentes en la zona de estudio. Una vez se obtuvieron los resultados de área por clase de ecosistema.

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

Donde:

TCA: Área total analizada

aij: Área (m²) del parche

Intervalo: TCA > 0

Cuando TCA se aproxima a 0 los parches del ecosistema analizado disminuyen su presencia en el área de estudio.

- **Número de parches**

Este indicador, es una medida de la subdivisión o fragmentación del paisaje analizado, el cual indica el número remanentes de los diferentes ecosistemas valorados se configuran dentro del paisaje del proyecto. La variación en el número de parches por clase es importante en diversos estudios ambientales, puesto que a partir de estos se puede inferir el estado de conservación del área y así mismo reconocer y determinar una serie de procesos naturales que ocurren en una zona de interés.

$$NP = n_i$$

NP: Numero de Parches, es 1 cuando el área analizada contiene sólo un parche del tipo de hábitat considerado.

n_i : Es igual al número de parches del tipo de ecosistema natural.

Intervalo: $PN \geq 1$

- **Forma del paisaje**

Este índice evalúa la forma del paisaje a nivel de cada uno de los parches individuales de los diferentes ecosistemas naturales que conforman el mosaico evaluado. De esta manera, se establece que cuando todos los parches del paisaje son totalmente circulares o cuadrados, el valor de este índice se acerca a uno (1), por su parte se incrementa sin límite a medida que cada fragmento se vuelve más irregular en su forma.

$$F = P / (2\pi \sqrt{A / \pi})$$

Dónde:

F: Forma del paisaje

P: perímetro del parche (m)

A: es el área del parche en (m²).

- **Densidad de borde (ED)**

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

Esta métrica se calculó para conocer si el borde o ecotono fue lo suficientemente grande para sostener los recursos naturales que se encuentran en su interior y así dar permanencia a la vida silvestre. El resultado de la fórmula de la densidad del borde se multiplica por 10.000 para convertir ese valor en hectáreas (Badii & Landeros, 2007).

$$NP = n_i$$

e_{ik} : Equivale a la suma de las longitudes en (m) de todos los segmentos de borde de los fragmentos de la unidad ecosistémica de interés.

A: Área total del paisaje en (m²)

i: incluye los límites del paisaje y segmentos del tipo de parche

✓ **Índice de contexto paisajístico (cp)**

La conectividad es definida como la propiedad del paisaje que permite el flujo de materia, energía y organismos entre diversos ecosistemas, hábitats o comunidades (EUROPARC, 2009) , es decir corresponde a un parámetro que determina en qué medida las subpoblaciones se encuentran conectadas y por tanto funcionan como una unidad (Merriam, 1984 en EUROPARC, 2009).

Para estimar la conectividad de los ecosistemas naturales del área de influencia del presente proyecto se tuvo en cuenta la ecuación del índice de Contexto Paisajístico (CP) propuesta en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del (MAVDT) actualmente (MADS) en el año 2010 (MAVDT, 2010) y en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad (MADS, 2012) establecido mediante la Resolución 1517 de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

De acuerdo a lo anterior, el Contexto Paisajístico (CP) corresponde a la conectividad de las áreas de vegetación remanente de un ecosistema natural estudiado con otros remanentes naturales. Para su valoración y caracterización se empleó la siguiente ecuación, teniendo como referencia una franja de 500 m alrededor del área de vegetación. Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1 como se muestran en la Tabla 2-1, en donde los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico incluyendo una conectividad extrema del paisaje asociada a mínimos procesos de fragmentación.

$$CP = AN/ATF$$

CP: Contexto paisajístico

AN: Área natural dentro de la franja

ATF: Área total de la franja.

La conectividad de los ecosistemas naturales se evaluó a partir de los siguientes criterios y rangos de calificación (Tabla 1-40).

Tabla 1-40 Rangos de calificación para el índice de contexto paisajístico

Índice CP	0 – 0,1	0,10 – 0,4	0,40 – 0,8	0,80 – 0,9	0,90-1
Conectividad	Mínima	Media	Moderada	Fuerte	Extrema
Fragmentación	Extrema	Fuerte	Moderada	Media	Mínima

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

1.5.2.2. Fauna

La fauna silvestre, como componente fundamental de la biodiversidad y los ecosistemas, se constituye en un factor importante; y es sólo recientemente que tanto en esferas científicas como en la opinión pública en general, se ha venido evidenciando un cambio que permite avanzar en la búsqueda de estrategias para su conservación (Ulloa, 2012). Además de su valor de existencia, la fauna silvestre es un componente clave en la biodiversidad y de la dinámica de los sistemas naturales. En contexto económico y sociocultural, la fauna es fuente de ingresos económicos, desempeñando un papel importante en el desarrollo del conocimiento biomédico, científico, como fuente alimenticia, terapéutica estética y recreativa.

A continuación se presenta la metodología para la caracterización de la fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en el área del Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 “Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas”, que permitió el desarrollo de la línea base ambiental, en donde se estableció la composición de la fauna en términos de abundancia, diversidad y riqueza de especies.

El método aplicado para la caracterización de los grupos de fauna se dividió en tres (3) Fases: la Fase 1 (Fase de consulta de información secundaria) consistió en una revisión detallada de estudios previos sobre aquellas especies registradas tanto para el Área de Influencia Directa (AID) como para el Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto. En la Fase 2 (Fase de campo) se llevó a cabo un pre-muestreo y el levantamiento de información primaria, es decir, la recolección de datos en campo; en la cual se instalaron equipos de captura, se establecieron recorridos de observación directa y se tomaron registros fotográficos y escritos (formatos) de la fauna presente en el área de interés. Finalmente, la Fase 3 (Fase de análisis de datos) se basó en el procesamiento de la información y datos allegados en las fases anteriores y se procedió al análisis de los resultados obtenidos, luego de procesar dicha información. Cada una de estas fases se detalla a continuación.

➤ Fase 1- Consulta de información secundaria

Durante la primera fase se llevó a cabo la identificación de las especies de fauna de vertebrados (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) de presencia potencial en el Área de Influencia Indirecta del proyecto, teniendo especial referencia en especies migratorias, endémicas y amenazadas. Para ello se inició con la recopilación de la información secundaria de reportes para el área objeto de estudio (Tabla 1-41), teniendo como referencia el Sistema de Información sobre Biodiversidad-SIB, Instituto de Ciencias Naturales y las Colecciones en Línea - ICN y Map of Life, así como estudios científicos indexados por medio de la revisión de literatura científica encontrada en las bases de datos de diferentes revistas y bases informáticas científicas (DOAJ - Directory of Open Access Journals), EBSCOhost y ScienceDirect, LATINDEX (Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), PERIODICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias - Dirección

General de Bibliotecas, UNAM), PROQUEST (Biology Journals), REDALYC (Sistema de información científica), SCIELO (Scientific Electronic Library Online), entre otras revistas de importancia biológica; además, se realizaron consultas de las publicaciones de los Museos de Historia Natural en el país y de sus catálogos en línea. También se consultaron las páginas web de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y de la Corporación Autónoma Regional de Chivor (CORPOCHIVOR).

Para determinar las especies amenazadas a nivel nacional con distribución en el área de influencia del proyecto, se consultó la Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y además la serie de libros rojos de aves, mamíferos, anfibios y reptiles, los cuales identifican aquellas especies con riesgo de extinción en el país y establecen ciertas medidas para el manejo y conservación de las mismas. Adicionalmente, se consultó la lista roja de especies amenazadas según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2016) estableciendo el estado poblacional en categoría de amenaza a nivel global. Por otra parte, para la determinación de las especies de valor comercial, se consultaron los apéndices de la Convención Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2016). De igual forma se revisó el listado más reciente de las aves endémicas y casi endémicas de Colombia (Chaparro, 2013), centros de endemismo en Colombia: riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia (Solari *et al*, 2013).

Tabla 1-41. Información secundaria consultada para la Fauna del área de influencia indirecta del Proyecto.

AVES	Asociación Bogotana de Ornitología (2000); Borrero (1944); De las Casas <i>et al.</i> , (2005); Franco, <i>et al.</i> (2009); Garzón <i>et al.</i> (2006); Hernández-Camacho <i>et al.</i> (1992); McMullan <i>et al.</i> (2011); Moreno <i>et al.</i> (2012); Quiroga (2009); Rodríguez-Mahecha (2009); Planeación Ecológica Ltda & Ecoforest Ltda. (2006); Rodríguez-Mahecha (2015); Rosselli (2011); CAR-Umilitar (2009); Rosselli & Stiles (sin año); Chaparro-Herrera & Laverde (2014); Márquez-Reyes & Vanegas (2008); Instituto de Ciencias Naturales (2004 y continuamente actualizado)-Colecciones en Línea.
HERPETOS	Lynch (1996, 1997, 1998); Acosta-Galvis (2015); Instituto de Ciencias Naturales (2004 y continuamente actualizado); Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2013, 2015); Uetz & Hošek (2015); Lynch & Renjifo (2000); Medina-Rangel & López-Perilla (2014).
MAMÍFEROS	Solari <i>et al.</i> (2013); Alberico <i>et al.</i> (2000); Emmons (1997), Bennett (2003); Mantilla-Meluk <i>et al.</i> (2009); Garnerd (2010); Defler (2003); Morales-Jiménez <i>et al.</i> (2004); Rodríguez-Mahecha <i>et al.</i> (2006); Gardner (2007); Defler (2010); Voss <i>et al.</i> (2009); Hutterer (2005); Campos & Ruíz (2008), Lessmann <i>et al.</i> (2011); Rivas <i>et al.</i> (2010); Alberico <i>et al.</i> (1999); Rodríguez-Mazzini (2000); Díaz-Pulido & Payán (2011); Rodríguez-Posada & Sánchez-Palomino (2009); Mantilla-Meluk <i>et al.</i> (2009); Álvarez & López (2013); Liévano Latorre (2012). Consultas en línea: - Lista de mamíferos colombianos con algún riesgo a la extinción - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2015). - Información virtual: blog grupo de estudios en mastozoología UT http://mastozoologiaut.blogspot.com/2012/05/panorama-de-los-mamiferos-en-

	<p>colombia.html</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mammal species of the world - Wilson & Reeder's Third Edition http://www.bucknell.edu/msw3/ - Defler, galería de fotos http://www.thomasdefler.com/?page_id=101 - American Museum of Natural History: http://www.amnh.org/ - Catalogue of Life: http://www.catalogueoflife.org/ - Encyclopedia of Life: http://eol.org/ - ITIS - Sistema Integrado de Información Taxonómica: http://www.itis.gov/ - Portal de Datos del Sistema de Información sobre biodiversidad de Colombia SIB Colombia: http://data.sibcolombia.net/inicio.htm
--	---

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ Fase 2- Trabajo de campo

✓ Pre-muestreo

Durante la etapa de elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) para el Proyecto "UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230 kV y las líneas de transmisión asociadas" en el año 2013, se llevó a cabo una Evaluación Ecológica Rápida (EER) para la avifauna dentro y cerca del Área de Influencia Indirecta del proyecto, en los municipios de Santa María (Boyacá), Machetá y Tabio (Cundinamarca), en cada uno se ubicaron dos estaciones de muestreo. Por tanto, estos registros fueron considerados como pre-muestreo para la caracterización del AID en este EIA.

Los métodos implementados para el pre-muestreo de avifauna fueron: transectos de observación y bioacústica; para los cuales no se realizaron capturas ni colectas de individuos.

○ Transectos de observación

En cada una de las estaciones de muestreo se realizaron observaciones asociadas a un transecto de ancho variable entre las 5:30 a 8:30 h y entre 16:00 a 18:00 h, durante un (1) día, con el fin de abarcar los picos de actividad de las aves. Cada punto fue georreferenciado, sus coordenadas se muestran en la Tabla 1-42. Bajo este método se registraron únicamente aquellas especies que presentaron un desplazamiento contrario al trayecto del observador para evitar recuentos (Ralph *et al.* 1996; Villareal *et al.* 2006).

El esfuerzo de muestreo de los transectos para cada estación se obtuvo de la siguiente manera:

$$EM = (t_h \cdot t_d) \cdot h_j$$

t_h = Horas de detección visual o auditiva

t_d = Número de días de muestreo

h_j = Número de hombres

Tabla 1-42 Ubicación geográfica y esfuerzos de muestreo para los transectos de observación del Pre-muestreo para el Proyecto Norte.

ESTACIÓN DE MUESTREO	ID_MUEST (CÓDIGO GEODATABASE)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ				ESFUERZO DE MUESTREO (horas-hombre)	RANGO ALTITUDINAL (msnm)
		ESTE INICIAL	NORTE INICIAL	ESTE FINAL	NORTE FINAL		
Santa María 1	PR A SM1 R1	1094845	1036814	1095842	1037434	3	687-829
Santa María 2	PR A SM2 R2	1095225	1030617	1094742	1030978	2	667-732
Machetá 1	PR A MH1 R1	1048455	1054664	1048455	1054664	1	2257
Machetá 2	PR A MH2 R2	1048475	1054765	1048347	1054597	2	2215-2266
Tabio 1	PR A T1 R1	996212	1037210	996226	1037098	3	2666-2705
Tabio 2	PR A T2 R2	995162	1034229	994874	1034254	2	2744-2816

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

- **Bioacústica**

Esta técnica consiste en la grabación del canto de las aves y se desarrolló mediante el método de identificaciones acústicas simultáneamente al recorrido de los transectos de observación, realizados durante las horas de la mañana y la tarde entre las 5:30 a 8:30 h y 16:00 a 18:00 h; se utilizó una grabadora digital y un micrófono unidireccional de alta frecuencia (100Hz -16kHz) marca FOX EZ-220.



Para llevar a cabo una grabación se apuntó el micrófono en dirección al área donde provenían los sonidos de aves más fuertes incluyendo tanto el suelo como el dosel por un periodo de 10 minutos, girando paulatinamente sobre el mismo eje hasta volver al punto de inicio. Cuando fue posible se realizó un acercamiento al individuo registrado para obtener grabaciones más precisas (Villareal et al., 2006).

Al finalizar cada grabación se registró la información básica referente al nombre de la especie si se pudo determinar en campo, fecha, hora del día, estación, contexto comportamental del sonido, número de individuos, descripción del hábitat, condiciones meteorológicas y la distancia de el o los individuos (Budney & Grotke, 2009). Cada punto de grabación fue debidamente georreferenciado (Tabla 1-43).

El esfuerzo de muestreo de la implementación del método bioacústico para el pre-muestreo se obtuvo de la siguiente manera:

$$EM = t_m \cdot t_d$$

t_m = Minutos de detección auditiva

t_d = Número de días de muestreo

Tabla 1-43 Ubicación geográfica y esfuerzos de muestreo para bioacústica (Pre-muestreo) para el Proyecto Norte.

ESTACIÓN DE MUESTREO	ID. MUEST (CÓDIGO GEODATABASE)	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ		ESFUERZO DE MUESTREO (minutos)	RANGO ALTITUDINAL (msnm)
		ESTE	NORTE		
Santa María 1	PR A SM1 B1	1094845	1036814	30	829
	PR A SM1 B2	1095478	1037163		748
	PR A SM1 B3	1095682	1037434		687
Santa María 2	PR A SM2 B1	1095225	1030617	40	667
	PR A SM2 B2	1095189	1030759		670
	PR A SM2 B3	1094915	1030841		686
	PR A SM2 B4	1094742	1030978		732
Machetá 1	PR A MH1 B1	1048455	1054664	10	2257
Machetá 2	PR A MH2 B1	1048475	1054765	40	2215
	PR A MH2 B2	1048227	1054716		2253
	PR A MH2 B3	1048285	1054707		2238
	PR A MH2 B4	1048311	1054610		2264
Tabio 1	PR A T1 B1	996212	1037210	40	2676
	PR A T1 B2	996180	1037191		2666
	PR A T1 B3	996234	1037163		2671
	PR A T1 B4	996226	1037098		2705
Tabio 2	PR A T2 B1	995162	1034229	40	2744
	PR A T2 B2	995053	1034311		2768
	PR A T2 B3	994918	1034298		2807
	PR A T2 B4	994874	1034254		2816

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

✓ Muestreo

Para el levantamiento de información primaria en el área de influencia, se realizaron muestreos para cada uno de los grupos taxonómicos de interés sobre las estaciones o sitios de muestreo seleccionados de acuerdo a las coberturas y ecosistemas identificados en el AID. Para cada grupo de vertebrados, se emplearon técnicas de muestreo que permitieron obtener la información necesaria para la identificación de las especies presentes en la zona. Estas metodologías se detallan más adelante.

✓ Selección de las estaciones de muestreo

A partir de la revisión y del análisis de imágenes de satélite, ortofotografías, cartografía temática de cobertura y de uso de la tierra en la zona de estudio, información del pre-muestreo (fase de DAA) se seleccionaron las estaciones de muestreo. Para tal fin, se estableció una agrupación de las 14 coberturas naturales y seminaturales de la metodología CORINE Land Cover (IDEAM, 2010) (Nivel 2 y 3) identificadas para el proyecto; considerando aspectos ecológicos de los grupos de fauna tales como rangos de acción e historias de vida (Tabla 1-44).

Tabla 1-44 Agrupación de coberturas CORINE Land Cover para la selección de estaciones de muestreo de fauna.

COBERTURA AGRUPADA	COBERTURA
Bosques	Bosque denso
	Bosque fragmentado
	Bosque de galería y ripario
Pastos	Pastos limpios
	Pastos arbolados
	Pastos enmalezados
	Mosaico de pastos y cultivos
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
Arbustal	Arbustal denso
	Arbustal abierto
Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria alta o en transición
	Vegetación secundaria baja o en transición
Agroforestal	Plantaciones forestales
	Cultivos permanentes

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

A continuación se detalla esta agrupación:

- **Bosques:** Los ecosistemas asociados a bosques correspondieron a coberturas relacionadas a bosque denso, bosque fragmentado y bosque de galería y ripario. Esta cobertura comprende áreas naturales y seminaturales, las cuales están constituidas en principio por vegetación arbórea de especies nativas o exóticas (IDEAM 2010). Aunque la metodología CORINE incluye las Plantaciones dentro de este grupo, en el actual estudio esta cobertura fue agrupada junto a los cultivos agroforestales para permitir tener una visión más específica de la fauna presente en los bosques naturales. En general los bosques ofrecen los recursos y condiciones para las especies de fauna que habitan en todos los estratos incluyendo aquellos con requerimientos de recursos específicos y generalistas (Morrison *et al.*, 2012).
- **Pastos:** Áreas abiertas compuestas principalmente por vegetación de la familia Poacea (gramíneas y pastos) (IDEAM 2010). Dentro de este grupo se incluyen las coberturas asociadas a Mosaico de pastos y cultivos y Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, teniendo en cuenta que éstas representan espacios con estratos bajos con una presencia considerable de pastos y gramíneas que brindan recursos para determinado tipo de fauna.
- **Arbustal:** Comprende áreas cubiertas por vegetación arbustiva con una altura entre 0,5 y 5 m que se desarrolla de forma natural en diversas densidades y sustratos (IDEAM 2010). Favorece la presencia de especies de fauna de estratos medios y bajos.
- **Vegetación secundaria o en transición:** Es aquella que se origina mediante el proceso de sucesión de la vegetación natural luego de una intervención o eliminación de la cobertura primaria, con tendencia a recuperar su estado original

(IDEAM 2010). Debido a que en esta cobertura se puede encontrar vegetación de estratos altos, medios y bajos, estas áreas tienden a ser diversas a nivel de fauna (Voss y Emmons, 1996).

Teniendo en cuenta las coberturas agrupadas y que el proyecto abarca un rango altitudinal entre 425 y 3025 msnm, se determinaron 28 estaciones que corresponden a ecosistemas asociados a coberturas naturales y seminaturales presentes en el Área de Influencia Directa e Indirecta y en los cuatro (4) biomas identificados en el AID: Orobioma Alto de los Andes, Orobioma Medio de los Andes, Orobioma Bajo de los Andes y Helobioma Andino (Tabla 1-45).

En las Figura 1-28, Figura 1-29, Figura 1-30 y Figura 1-31 se presentan las estaciones de muestreo para Fauna (se incluyen las estaciones del pre-muestreo).

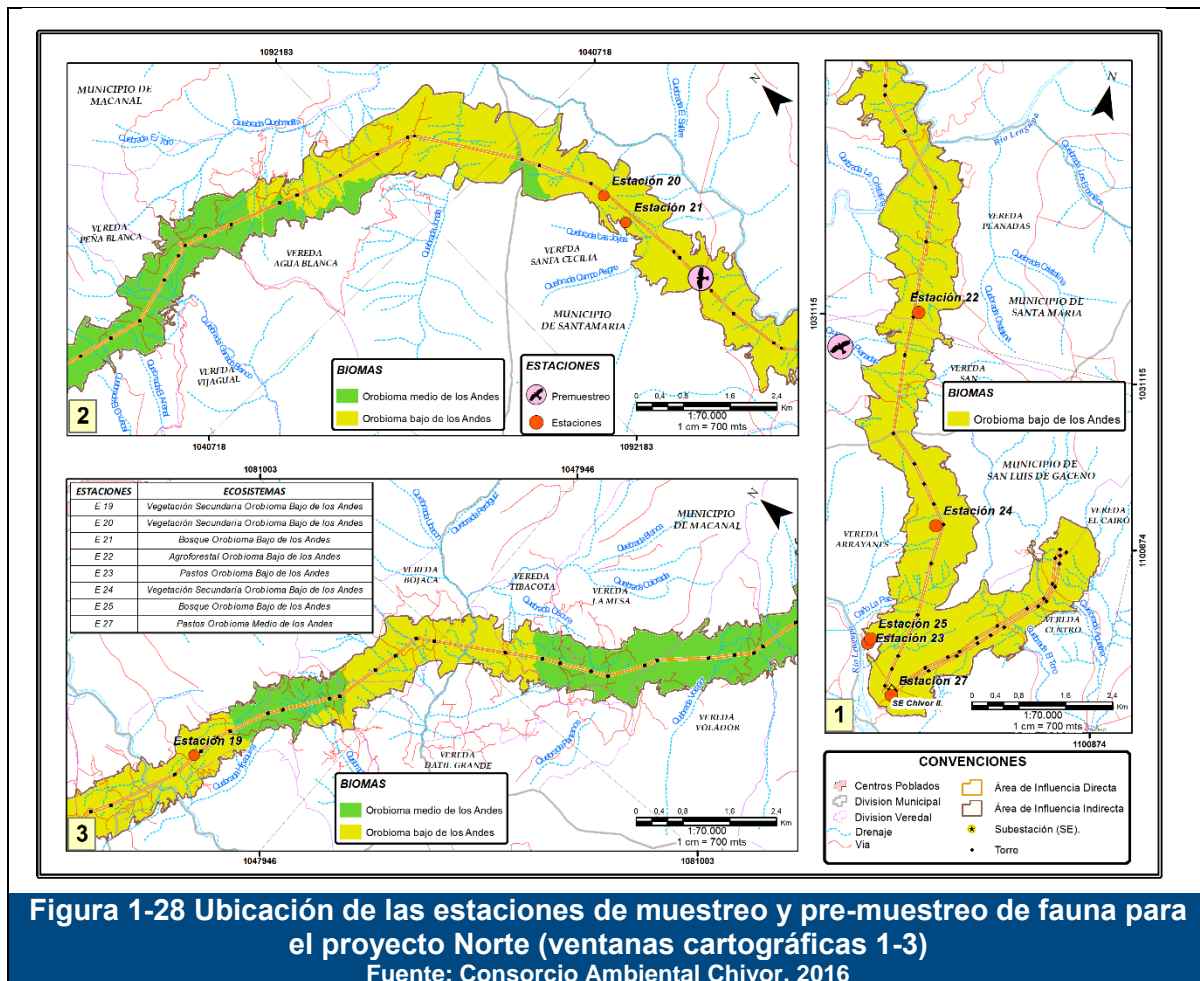
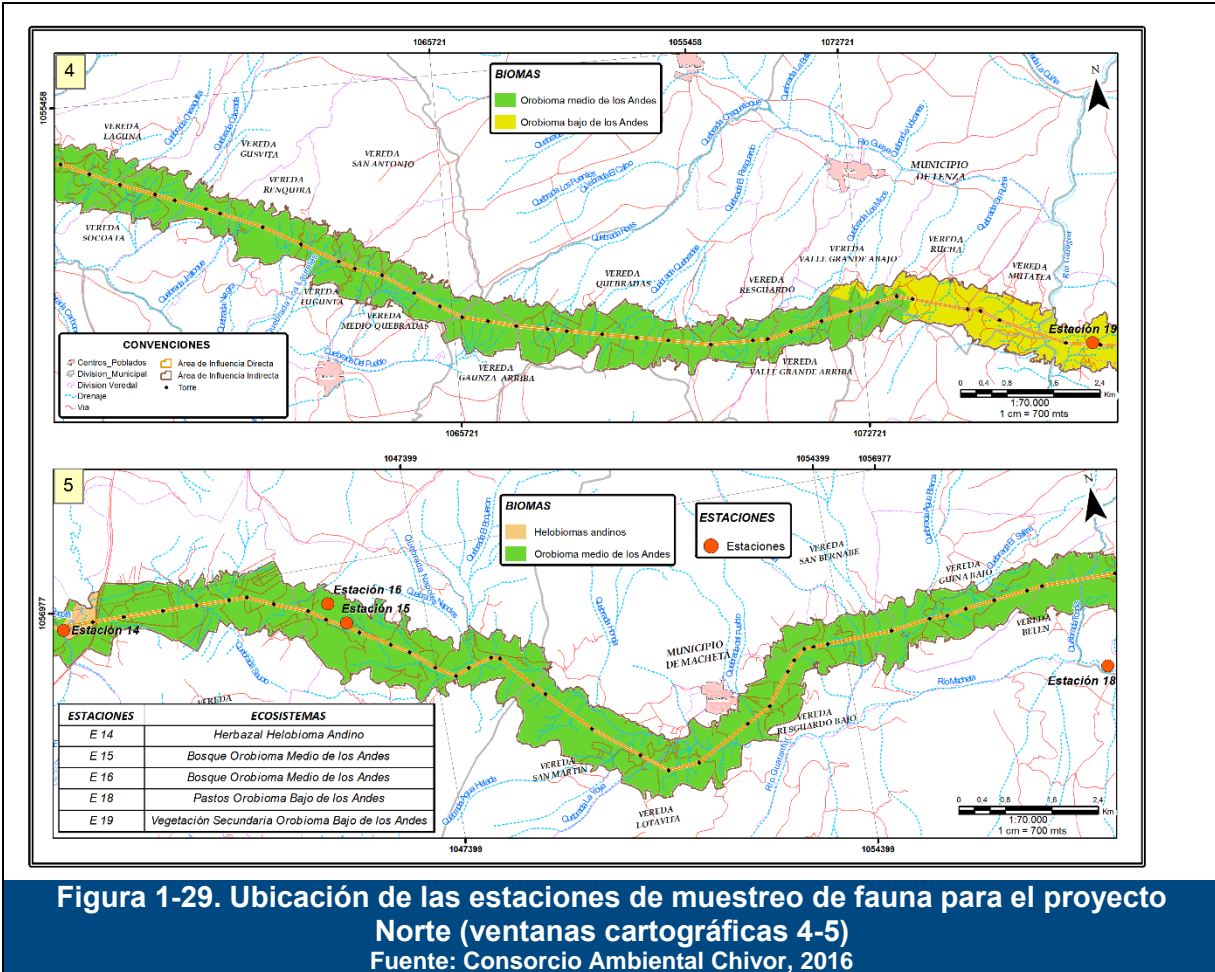
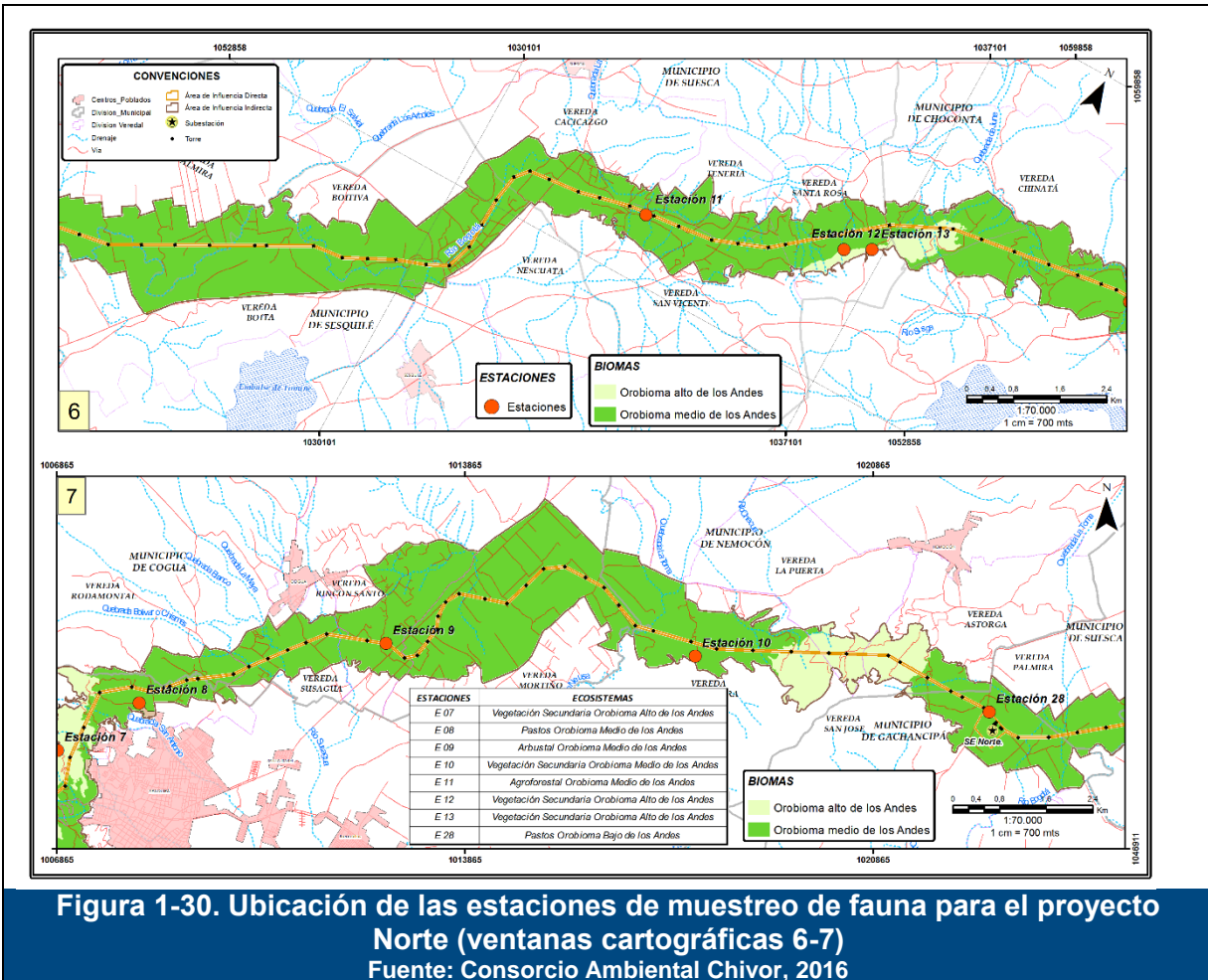


Figura 1-28 Ubicación de las estaciones de muestreo y pre-muestreo de fauna para el proyecto Norte (ventanas cartográficas 1-3)
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016





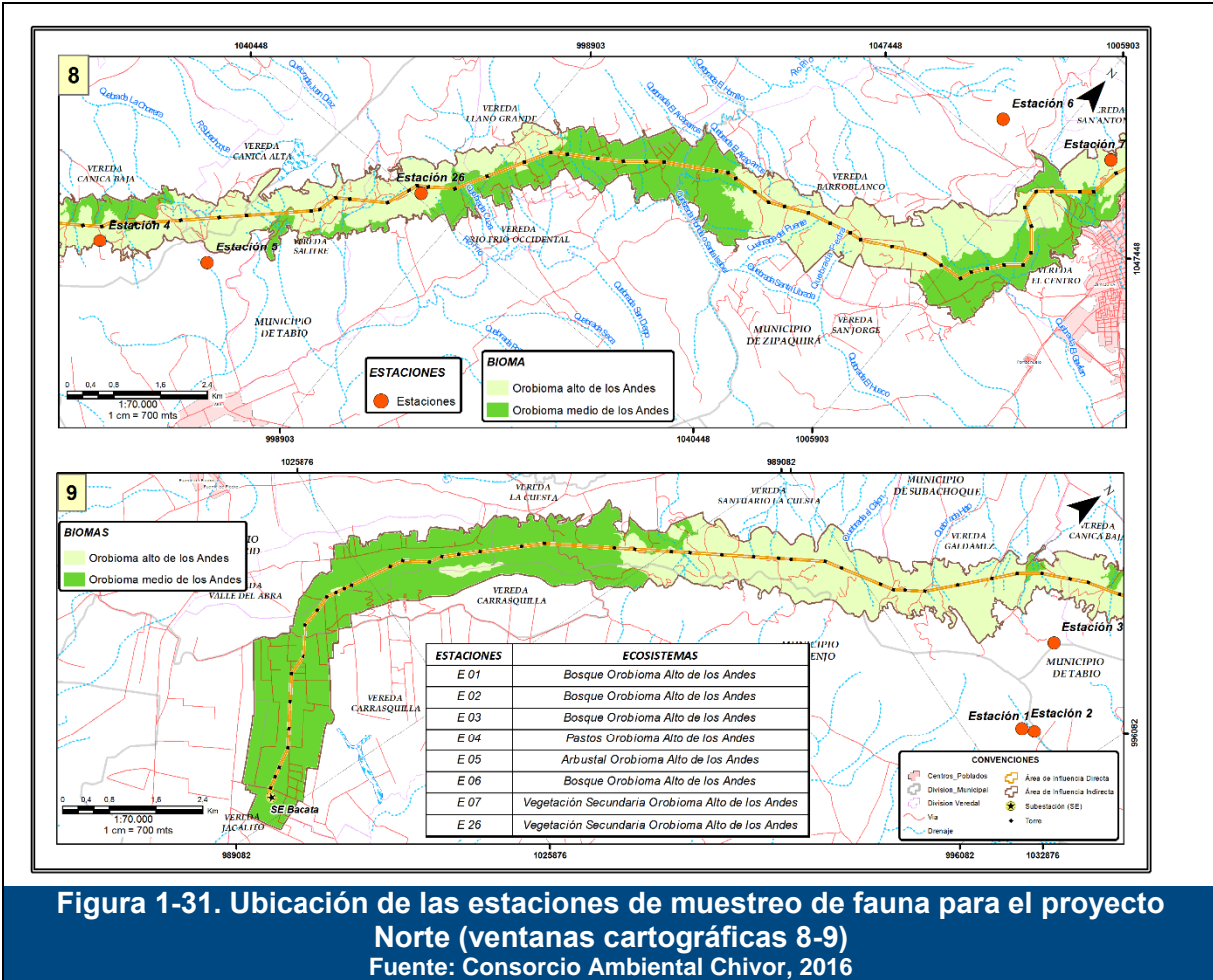


Tabla 1-45 Ecosistemas evaluados y metodología implementada

ESTACIÓN DE MUESTREO	ECOSISTEMA	MÉTODO				
		TRANSECTOS DE OBSERVACIÓN	BIOACÚSTICA	TRAMPAS SHERMAN Y TOMAHAWK	REDES DE NIEBLA	PUNTOS FIJOS
Estación 1	Bosque Orobioma Alto de los Andes	A	A	M		
Estación 2	Bosque Orobioma Alto de los Andes	H-A-M	A	M	A-M	
Estación 3	Bosque Orobioma Alto de los Andes	H-A-M	A	M	A-M	
Estación 4	Pastos Orobioma Alto de los Andes	A-M	A			

ESTACIÓN DE MUESTREO	ECOSISTEMA	MÉTODO				
		TRANSECTOS DE OBSERVACIÓN	BIOACÚSTICA	TRAMPAS SHERMAN Y TOMAHAWK	REDES DE NIEBLA	PUNTOS FIJOS
Estación 5	Arbustal Orobioma Alto de los Andes	H-A	A	M		
Estación 6	Bosque Orobioma Alto de los Andes	H-A	A			
Estación 7	Vegetación Secundaria Orobioma Alto de los Andes	A-M	A			
Estación 8	Pastos Orobioma Medio de los Andes	A-M	A			
Estación 9	Arbustal Orobioma Medio de los Andes	A-M	A	M	A-M	
Estación 10	Vegetación Secundaria Orobioma Medio de los Andes	A-M		M	A-M	
Estación 11	Agroforestal Orobioma Medio de los Andes	A-M				
Estación 12	Vegetación Secundaria Orobioma Alto de los Andes	H-A-M		M		
Estación 13	Vegetación Secundaria Orobioma Alto de los Andes	H-A-M	A	M	A-M	
Estación 14	Herbazal Helobioma Andino	A-M				
Estación 15	Bosque Orobioma Medio de los Andes	A-M				
Estación 16	Bosque Orobioma Medio de los Andes	A	A		A	
Estación 17	Pastos Orobioma Bajo de los Andes	H				
Estación 18	Pastos Orobioma Bajo de los Andes	H-A				
Estación 19	Vegetación Secundaria Orobioma Bajo de los Andes	H-A-M	A		A-M	
Estación 20	Vegetación Secundaria Orobioma Bajo de los Andes	H-A-M		M		
Estación 21	Bosque Orobioma Bajo de los Andes	H-A				
Estación 22	Agroforestal Orobioma Bajo de los Andes	H-A-M				
Estación 23	Pastos Orobioma Bajo de los Andes	H-A-M				
Estación 24	Vegetación Secundaria Orobioma Bajo de los Andes	H-A-M				
Estación 25	Bosque Orobioma Bajo de los Andes	H-A-M	A	M	A-M	
Estación 26	Vegetación Secundaria Orobioma Alto de los Andes	H				A
Estación 27	Pastos Orobioma Medio de los Andes	H				A
Estación 28	Pastos Orobioma Bajo de los Andes	H				A

Convenciones: A: Aves, M: Mamíferos, H: Herpetos

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

En seguida se detallan los métodos de muestreo para cada grupo de fauna:

✓ Anfibios y Reptiles

Para el registro de las especies de anfibios y reptiles se utilizó la metodología de Muestreo de Encuentro Visual –VES (por sus siglas en inglés *Visual Encounter Survey*) (Crump & Scout, 1994), la cual consistió en la búsqueda libre sin mayores restricciones; y el registro de especies mediante recorridos de dos (2) horas. De esta forma en la jornada de la mañana (entre 8:00 a 10:00 y de 10:00 a 12:00 horas) y en la jornada de la noche (de las 18:30 a las 20:00 y de las 20:00 a las 22:00 horas), en razón a los picos de actividad biológica de ambos grupos de vertebrados (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006) (Fotografía 1-4).



Para cada uno de los recorridos se contaron todos los individuos de la herpetofauna que se encontraron a dos (2) metros a lado y lado y a una altura de hasta 1,50 m. Los individuos que fueron tanto capturados como observados, se registraron en los formatos de campo respectivos (Anexo Capítulo 3-Formatos de campo fauna) incluyendo nombre científico, nombre común, información ecológica como la cobertura a la cual se asociaban y el microhábitat en el que se registraron, descripción morfológica externa breve (cuando se necesitaba para su determinación posterior) y otros datos relevantes que el investigador considerase necesario para su análisis, así como el registro fotográfico de los individuos reportados. De igual manera, en cada formato de campo se incluyó información sobre la hora de inicio y final de cada muestreo, y las coordenadas de inicio y final de cada transecto.

El esfuerzo de muestreo de los transectos por ecosistema, se obtuvo de la siguiente forma:

$$EM = (t_h \cdot t_d) \cdot h_i$$

t_h = Horas totales de detección visual

t_d = Número de días de muestreo

h_i = Número de hombres

En la Tabla 1-46 se presenta el esfuerzo de muestreo para cada ecosistema y en el Anexo Capítulo 1/ FAUNA/1.Coordenadas y esfuerzos de muestreo fauna, la ubicación de los recorridos de observación para Anfibios y Reptiles.

Tabla 1-46 Esfuerzo de muestreo para anfibios y reptiles por ecosistema para el Proyecto Norte

ESTACIÓN DE MUESTREO	ECOSISTEMA	ESFUERZO DE MUESTREO (horas-hombre)
Estación 11	Agroforestal Orobioma Medio de los Andes	8
Estación 22	Agroforestal Orobioma Bajo de los Andes	6
Estación 5	Arbustal Orobioma Alto de los Andes	2
Estación 9	Arbustal Orobioma Medio de los Andes	26
Estación 2	Bosque del Orobioma Alto de los Andes	44
Estación 3		
Estación 25	Bosque del Orobioma Bajo de los Andes	24
Estación 16	Bosque del Orobioma Medio de los Andes	14
Estación 14	Herbazal Helobioma Andino	10
Estación 4	Pastos del Orobioma Alto de los Andes	8
Estación 23	Pastos del Orobioma Bajo de los Andes	8
Estación 8	Pastos del Orobioma Medio de los Andes	8
Estación 12	Vegetación secundaria del Orobioma Alto de los Andes	34
Estación 13		
Estación 7		
Estación 19	Vegetación secundaria del Orobioma Bajo de los Andes	30
Estación 24		
Estación 10	Vegetación secundaria del Orobioma Medio de los Andes	24

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

✓ **Aves**

Con el fin de realizar la caracterización de la avifauna presente en el Área de Influencia Directa e Indirecta, se emplearon cuatro (4) métodos de muestreo (transectos de observación, puntos de conteo fijos, redes de niebla y bioacústica), para abarcar los diferentes tipos de hábitat y las coberturas utilizadas por las aves.

Las detecciones se llevaron a cabo entre los horarios de mayor actividad de las aves siendo éstas de las 6:00 a las 11:30 horas y de las 15:30 a las 18:00 horas en los cuales se reportaron observaciones directas así como registros auditivos (explicados en detalle en el aparte Bioacústica) (Villareal *et al.*, 2006; Gallina-Tessaro & López-González, 2011).

Para cada estación se realizaron muestreos con redes de niebla, transectos y bioacústica en los ecosistemas con coberturas naturales, mientras que aquellos con coberturas seminaturales fueron evaluados mediante transectos y bioacústica.

○ **Transectos de observación**

Se realizaron observaciones mediante seis (6) recorridos en transectos de 1 km de longitud y ancho variable, a una velocidad constante cubriendo los diferentes ecosistemas identificados en el AID y AII. Bajo este método se registraron únicamente aquellas especies que presentaron un desplazamiento contrario al trayecto del observador para evitar recuentos (Ralph y otros, 1996; Villareal *et al.*, 2006) incluyendo desde estratos bajos hasta el dosel.

Los transectos se llevaron a cabo entre las 10:30h y 11:30h y entre 15:00h y 16:00h. En aquellas localidades con coberturas seminaturales donde se realizaron exclusivamente transectos de observación, se realizaron recorridos entre 6:00h a 10:00h y de 16:00h a 18:00h (Fotografía 1-5).

El esfuerzo de muestreo de los transectos de observación por ecosistema para las localidades con ecosistemas compuestos por coberturas naturales y seminaturales, se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$EM = (t_h \cdot t_d) \cdot h_j$$

t_h = Horas de detección visual o auditiva

t_d = Número de días de muestreo

h_j = Número de hombres



Municipio Suesca, Vereda San Vicente
E: 1033214 N: 1053956



Municipio Subachoque, Vereda Canica Baja
E: 994467 N: 1036355

Fotografía 1-5 Método Transectos de observación y Bioacústica para el registro de aves

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Tabla 1-47 Metodologías implementadas para el muestreo de Aves por ecosistema evaluado

BIOMA	ECOSISTEMA	TIPO DE COBERTURA	METODOLOGÍA			
			REDES DE NIEBLA	TRANSECTOS	BIOACÚSTICA	PUNTO FIJO
Orobioma Alto de los Andes	Vegetación secundaria Orobioma Alto de los Andes	Natural	X	X	X	
	Bosque Orobioma Alto de los Andes	Natural	X	X	X	
	Arbustal Orobioma Alto de los Andes	Natural		X	X	
	Pastos Orobioma Alto de los Andes	Seminatural		X	X	
Orobioma Medio de los Andes	Vegetación secundaria Orobioma Medio de los Andes	Natural	X	X	X	
	Bosque Orobioma Medio de los Andes	Natural	X	X	X	
	Arbustal Orobioma Medio de los Andes	Natural	X	X	X	
	Pastos Orobioma Medio de los Andes	Seminatural		X	X	
	Agroforestal Orobioma Medio de los Andes	Seminatural		X	X	
Orobioma Bajo de los Andes	Vegetación secundaria Orobioma Bajo de los Andes	Natural	X	X	X	
	Bosque Orobioma Bajo de los Andes	Natural	X	X	X	
	Pastos Orobioma Bajo de los Andes	Seminatural		X	X	X
	Agroforestal Orobioma Bajo de los Andes	Seminatural				
Helobioma Andino	Herbazal Helobioma Andino	Natural		X	X	

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

- **Bioacústica**

Como método adicional a los establecidos para la caracterización de avifauna en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010) y con el propósito de tener reportes de aquellas especies de difícil detección visual, se llevaron a cabo registros de bioacústica. Esta técnica se desarrolló mediante el método de identificaciones acústicas simultáneamente a los transectos de observación realizados utilizando una grabadora digital y un micrófono unidireccional de alta frecuencia (100Hz - 16kHz) marca FOX EZ-220. Cada grabación se realizó al inicio, intermedio y finalización de cada transecto por ecosistema a una distancia entre sí de 500 m aproximadamente.

Para llevar a cabo una grabación se apuntó el micrófono en dirección al área donde provienen los sonidos más fuertes incluyendo tanto el suelo como el dosel por un periodo de 10 minutos girando paulatinamente sobre el mismo eje hasta volver al punto de inicio. Cuando fue posible se realizó un acercamiento al individuo registrado para obtener grabaciones más precisas (Villareal y otros, 2006).

Al finalizar cada grabación se registró la información básica referente al nombre de la especie si se pudo determinar en campo, fecha, hora del día, estación, contexto comportamental del sonido, número de individuos, descripción del hábitat, condiciones meteorológicas y la distancia del o los individuos. Cada punto en el cual se realizaron los registros auditivos fue debidamente georreferenciado (Budney & Grotke, 2009).

El esfuerzo de muestreo del método bioacústico por ecosistema, se obtuvo de la siguiente manera:

$$EM = t_m \cdot t_d$$

t_m = Minutos de detección auditiva

t_d = Número de días de muestreo

El análisis del audio se llevó a cabo a través del programa de libre distribución "Ocean Audio", el cual permitió escuchar y editar las grabaciones para la posterior identificación de las especies. Este proceso se realizó relacionando y comparando audios para las zonas de estudio específicas, datos de coberturas y rango altitudinal con bases de datos de audios de aves disponibles en la web, como lo son Xeno Canto, Internet Bird Collection (IBC) y Macaulay Library de la Universidad de Cornell.

En la Tabla 1-48 se presenta el esfuerzo de muestreo de los transectos de observación para aves y en la Tabla 1-49 de bioacústica para aves, estableciendo los ecosistemas muestreados.

Tabla 1-48 Esfuerzos de muestreo para los transectos de observación de aves para el Proyecto Norte.

ESTACIÓN DE MUESTREO	ECOSISTEMA	ESFUERZO DE MUESTREO (horas-hombre)
Estación 22	AG-OBA	3
Estación 11	AG-OMA	6
Estación 5	A-OAA	6
Estación 1	B-OAA	27
Estación 2		
Estación 3		
Estación 6		
Estación 21	B-OBA	9
Estación 25	B-OMA	9
Estación 15		
Estación 16	H-HA	6
Estación 14	P-OAA	5
Estación 4	P-OBA	7
Estación 18		
Estación 23	P-OMA	15
Estación 8		
Estación 9		
Estación 7	VS-OAA	13
Estación 12		
Estación 13		
Estación 19	VS-OBA	11
Estación 20		
Estación 24		
Estación 10		
	VS-OMA	7

Convenciones: Bosque del Orobioma Bajo de los Andes (B-OBA), Pastos del Orobioma Bajo de los Andes (P-OBA), Vegetación secundaria del Orobioma Bajo de los Andes (VS-OBA), Pastos del Orobioma Medio de los Andes (P-OMA), Agroforestal del Orobioma Medio de los Andes (AG-OMA), Arbustal del Orobioma Alto de los Andes (A-OAA), Bosque del Orobioma Alto de los Andes (B-OAA), Vegetación secundaria del Orobioma Alto de los Andes (VS-OAA)

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Tabla 1-49 Esfuerzo de muestreo de bioacústica de aves para el Proyecto Norte.

ESTACIÓN DE MUESTREO	ECOSISTEMA	ESFUERZO DE MUESTREO (minutos)
Estación 22	AG-OBA	90
Estación 11	AG-OMA	90
Estación 5	A-OAA	10
Estación 9	A-OMA	180
Estación 1	B-OAA	380

ESTACIÓN DE MUESTREO	ECOSISTEMA	ESFUERZO DE MUESTREO (minutos)
Estación 2		
Estación 3		
Estación 6		
Estación 21	B-OBA	190
Estación 25		
Estación 15	B-OMA	190
Estación 16		
Estación 14	H-HA	110
Estación 4	P-OAA	100
Estación 23	P-OBA	180
Estación 8	P-OMA	90
Estación 7		
Estación 12	VS-OAA	300
Estación 13		
Estación 19		
Estación 20	VS-OBA	220
Estación 24		
Estación 10	VS-OMA	180

Convenciones: Bosque del Orobioma Bajo de los Andes (B-OBA), Pastos del Orobioma Bajo de los Andes (P-OBA), Vegetación secundaria del Orobioma Bajo de los Andes (VS-OBA), Pastos del Orobioma Medio de los Andes (P-OMA), Agroforestal del Orobioma Medio de los Andes (AG-OMA), Arbustal del Orobioma Alto de los Andes (A-OAA), Bosque del Orobioma Alto de los Andes (B-OAA), Vegetación secundaria del Orobioma Alto de los Andes (VS-OAA)

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

○ Puntos fijos de muestreo

La caracterización de la avifauna presente en las áreas donde se establecerán las Subestaciones Chivor II y Norte se realizó mediante visualizaciones desde un punto fijo incluyendo estratos desde la parte terrestre hasta el dosel por un periodo de 30 minutos (denominado avistamiento). Se determinaron características como: tamaño, forma, postura, coloración, patrón de vocalizaciones, vuelo, comportamiento y hábitat de la avifauna registrada.

El muestreo para la Subestación Norte (Municipio Gachancipá) en el ecosistema de Pastos del Orobioma Medio de los Andes (Estación 27) se llevó a cabo los días 23, 24, 25 y 26 de enero de 2015, en el cual se realizaron en total 64 avistamientos, ocho (8) entre las 6:00 y 10:00 horas y ocho (8) entre las 14:00 y 18:00 horas, realizando así 16 avistamientos al día durante 4 días. De manera que el esfuerzo de muestreo fue de 1920 minutos (Tabla 1-50).

Por su parte, para el predio donde se ubicará la Subestación Chivor II (San Luis) (Municipio San Luis de Gaceno) en el ecosistema de Pastos del Orobioma Bajo de los Andes se realizaron los muestreos los días 8, 9, 12 y 13 de enero de 2015, durante los cuales se realizaron 16 avistamientos, ocho (8) entre las 6:00 y 10:00 horas y ocho (8) entre las 14:00 y 18:00 horas diarios, durante 3.5 días. Por tanto, el esfuerzo de muestreo fue de 1680 minutos (Tabla 1-50).

El esfuerzo de muestreo para el método de observación por punto fijo, se obtuvo de la siguiente manera:

$$EM = t_m \cdot t_d$$

t_m = Minutos de detección auditiva diarios

t_d = Número de días de muestreo

Tabla 1-50 Esfuerzo de muestreo para los puntos de conteo fijos para aves en el área del Proyecto Norte.

ESTACIÓN DE MUESTREO	ECOSISTEMA	ESFUERZO DE MUESTREO (Minutos)
Estación 27	P-OMA	1920
Estación 28	P-OBA	1680

Convenciones: Pastos del Orobioma Medio de los Andes (P-OMA), Pastos del Orobioma Bajo de los Andes (P-OBA)

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

- **Captura con redes de niebla**

Para la captura de aves se instalaron 10 redes de niebla de 12 m de largo cada una y 36 mm de ojo de malla, sostenidas por parales de PVC, en lugares estratégicos para el paso de avifauna en cada estación de muestreo. Las redes se dispusieron de manera preferencial en línea recta; en áreas abiertas las redes se ubicaron de manera espaciada, cubriendo una mayor área. Las redes fueron abiertas entre 6:00 a 10:30 horas y de las 16:00 a 18:00 horas (Ralph y otros, 1996; MAVDT, 2010) (Fotografía 1-6).

En la Tabla 1-51 se presentan los esfuerzos de muestreo de las redes de niebla para aves.



Tabla 1-51 Esfuerzo de muestreo de las redes de niebla para el muestreo de aves para el Proyecto Norte.

ESTACIÓN DE MUESTREO	ECOSISTEMA	ESFUERZO DE MUESTREO (horas-red)
Estación 2	B-OAA	390
Estación 3		
Estación 9	A-OMA	195
Estación 10	VS-OMA	195
Estación 13	VS-OAA	195
Estación 16	B-OMA	195
Estación 19	VS-OBA	195
Estación 25	B-OBA	195

Convenciones: Bosque del Orobioma Bajo de los Andes (B-OBA), Vegetación secundaria del Orobioma Bajo de los Andes (VS-OBA), Arbustal del Orobioma Alto de los Andes (A-OAA), Bosque del Orobioma Alto de los Andes (B-OAA), Vegetación secundaria del Orobioma Alto de los Andes (VS-OAA)

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

La información recolectada por medio de estas metodologías se registró en el formato de campo respectivo (Anexo Capítulo 3-Formatos de campo fauna).

Las aves capturadas fueron dispuestas de forma individual en bolsas de tela e identificadas mediante la Guía de campo de las Aves de Colombia (Hilty & Brown, 2001) y la Guía de Campo de las Aves de Colombia (McMullan, Quevedo, & Donegan, 2011),

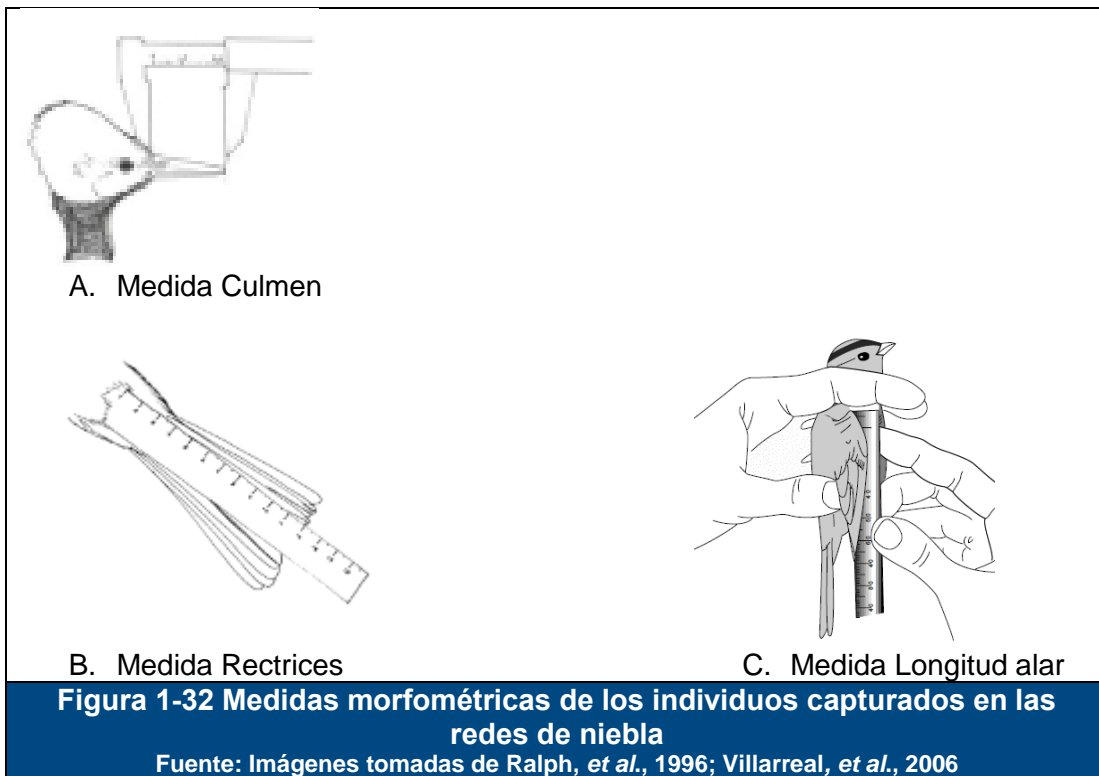
CAPITULO 1.GENERALIDADES

Proyecto UPME-03-2010

Diciembre 2016

mediante su comparación con ilustraciones, descripciones de hábitat y distribución geográfica.

- Para determinar la taxonomía a cabalidad, se tomaron medidas morfométricas de cada individuo capturado de la siguiente manera:
- Longitud alar: registro desde el vértice flexor hasta el extremo de la pluma primaria con mayor longitud.
- Rectrices: medición a partir de la base de la rabadilla hasta la pluma más larga.
- Longitud de Pico o Culmen Total: medición desde la parte córnea del pico en la parte frontal del cráneo en línea recta hasta su punta.
- Tarso: medición desde la primera articulación de este, hasta la articulación de los dedos (Painter *et al.*, 1999).



Para identificar aquellos individuos que hayan sido recapturados en las redes se procede a marcar cada individuo capturado realizando un pequeño corte en el borde de una de las rectrices del ave.

El esfuerzo de muestreo con redes de niebla por ecosistema, se obtuvo de la siguiente manera:

$$EM = r * t_h$$

r = Número de redes de niebla

t_h = Horas totales de redes abiertas

Es de aclarar que una red operada durante una hora, equivale a una hora-red (Ralph y otros, 1996).

Todas las aves capturadas, una vez determinadas taxonómicamente y tomado su respectivo registro fotográfico, fueron liberadas *in situ* estableciendo prioridades de liberación de acuerdo a sus características: primero colibríes, luego aves pequeñas de difícil extracción de la red y por último aves grandes extraídas de la red sin dificultad.

○ **Aves migratorias**

Para caracterizar la comunidad de aves migratorias, tanto boreales como australes, en el AID, se emplearon los mismos métodos de detección directa e indirecta en los ecosistemas identificados para el área de estudio que se utilizaron para la caracterización de avifauna, descritos anteriormente.

Los sitios de muestreo de aves migratorias, fueron seleccionados bajo los siguientes criterios:

- I) Lugares de mayor congregación y concentración de especies con comportamiento migratorio, como cuerpos de agua lóticos o lénticos
- II) AICAS (Áreas de importancia para la conservación de aves): Cerros occidentales de Tabío y Tenjo.
- III) Coberturas vegetales naturales de la Reserva Forestal Protectora Productora Cuenca Alta del Río Bogotá.

✓ **Mamíferos**

Para la caracterización de la mastofauna se utilizaron cuatro (4) métodos según el grupo de mamíferos a identificar:

- Capturas con redes de niebla para quirópteros o murciélagos.

- Transectos de búsqueda libre diurnos y nocturnos para observación e identificación de mamíferos arborícolas y rastros.
- Instalación de trampas Sherman para pequeños mamíferos no voladores.
- Instalación de trampas Tomahawk para mamíferos pequeños y medianos.

De acuerdo a las coberturas asociadas a cada ecosistema para el componente de fauna se realizaron muestreos con redes de niebla, trampas Sherman, trampas Tomahawk y transectos en aquellos ecosistemas con coberturas naturales, mientras que aquellos con coberturas seminaturales fueron evaluados mediante transectos de observación.

Tabla 1-52 Metodologías para caracterización de mamíferos implementadas por ecosistema evaluado.

BIOMA	ECOSISTEMA	TIPO DE COBERTURA	METODOLOGÍA			
			REDES NIEBLA	TRANSECTOS	TRAMPAS TOMAHAWK	TRAMPAS SHERMAN
Orobioma Alto de los Andes	Vegetación secundaria Orobioma Alto de los Andes	Natural	X	X	X	X
	Bosque Orobioma Alto de los Andes	Natural	X	X	X	X
	Arbustal Orobioma Alto de los Andes	Natural				
	Pastos Orobioma Alto de los Andes	Seminatural		X		
Orobioma Medio de los Andes	Vegetación secundaria Orobioma Medio de los Andes	Natural	X	X	X	X
	Bosque Orobioma Medio de los Andes	Natural		X	X	X
	Arbustal Orobioma Medio de los Andes	Natural	X	X	X	X
	Pastos Orobioma Medio de los Andes	Seminatural		X		
	Agroforestal Orobioma Medio de los Andes	Seminatural		X		
Orobioma Bajo de los Andes	Vegetación secundaria Orobioma Bajo de los Andes	Natural	X	X	X	X
	Bosque Orobioma Bajo de los Andes	Natural	X	X	X	X
	Pastos Orobioma Bajo de los Andes	Seminatural		X		
	Agroforestal Orobioma Bajo de los Andes	Seminatural		X		
Helobioma Andino	Herbazal Helobioma Andino	Natural		X		

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

○ **Redes de niebla**

Para la captura de murciélagos se instalaron 10 redes de niebla de 12 m de largo y 36 mm de ojo de malla, sostenidas por parales de PVC en lugares estratégicos para el paso de quirópteros en cada estación de muestreo. Las redes se dispusieron de manera preferencial en línea recta. En áreas abiertas las redes se ubicaron de manera espaciada, cubriendo una mayor área. Las redes fueron activadas desde las 18:00 horas momento en que los murciélagos inician su actividad de forrajeo y se cerraron a las 22:00 h. Una vez abiertas las redes, éstas fueron revisadas a intervalos de 15 a 30 minutos para capturar los murciélagos que quedaron atrapados, los cuales se disponen en bolsas de tela individuales para su posterior identificación taxonómica.

El esfuerzo de muestreo por ecosistema de cada estación de muestreo se presenta en la Tabla 1-53.

Tabla 1-53 Esfuerzo de muestreo para mamíferos por ecosistema muestreado el Proyecto Norte.

ECOSISTEMA	MÉTODO	ESFUERZO DE MUESTREO
Vegetación secundaria Orobioma Alto de los Andes	Transectos de Observación	21 horas-hombre
	Redes de niebla	120 horas/red
	Trampas Sherman	3600 horas-trampa
	Trampas Tomahawk	720 horas-trampa
Bosque Orobioma Alto de los Andes	Transectos de Observación	21 horas-hombre
	Redes de niebla	120 horas/red
	Trampas Sherman	3600 horas-trampa
	Trampas Tomahawk	720 horas-trampa
Pastos Orobioma Alto de los Andes	Transectos de Observación	4 horas-hombre
Vegetación secundaria Orobioma Medio de los Andes	Transectos de Observación	21 horas-hombre
	Redes de niebla	120 horas/red
	Trampas Sherman	3600 horas-trampa
	Trampas Tomahawk	720 horas-trampa
Bosque Orobioma Medio de los Andes	Transectos de Observación	21 horas-hombre
	Trampas Sherman	3600 horas-trampa
	Trampas Tomahawk	720 horas-trampa
Arbustal Orobioma Medio de los Andes	Transectos de Observación	21 horas-hombre
	Redes de niebla	120 horas/red
	Trampas Sherman	3600 horas-trampa
Pastos Orobioma Medio de los Andes	Transectos de Observación	4 horas-hombre
	Transectos de Observación	4 horas-hombre

ECOSISTEMA	MÉTODO	ESFUERZO DE MUESTREO
Vegetación secundaria Orobioma Bajo de los Andes	Transectos de Observación	21 horas-hombre
	Redes de niebla	120 horas/red
	Trampas Sherman	3600 horas-trampa
	Trampas Tomahawk	720 horas-trampa
Bosque Orobioma Bajo de los Andes	Transectos de Observación	21 horas-hombre
	Redes de niebla	120 horas/red
	Trampas Sherman	3600 horas-trampa
	Trampas Tomahawk	720 horas-trampa
Pastos Orobioma Bajo de los Andes	Transectos de Observación	4 horas-hombre
Agroforestal Orobioma Bajo de los Andes	Transectos de Observación	21 horas-hombre
	Redes de niebla	120 horas/red
	Trampas Sherman	3600 horas-trampa
	Trampas Tomahawk	720 horas-trampa
Herbazal Helobioma Andino	Transectos de Observación	4 horas-hombre

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Por otra parte, se realizó un registro fotográfico de cada individuo capturado. Los murciélagos se identificaron taxonómicamente hasta el nivel de especie usando claves actualizadas (Gardner 2010). A cada murciélago se le tomaron las medidas corporales estándar como longitud total, oreja, hoja nasal, antebrazo, forma del uropatagio, largo total, entre otras, para su correcta identificación taxonómica; para ello se usó un calibrador. También se tomaron datos de sexo y condición reproductiva. Posteriormente los individuos se liberaron en los mismos lugares de captura. Para obtener información ecológica o de distribución de las especies registradas se consultó Emmons (1999), Voss y Emmons (1996) y Eisenberg (1989).

El esfuerzo de muestreo con redes de niebla para cada ecosistema, se obtuvo de la siguiente manera:

$$EM = r \cdot t_h$$

r = Número de redes de niebla

t_h = Horas totales de redes abiertas

Es de aclarar que una red de 12 metros operada durante una hora, equivale a una hora-red (Ralph, y otros 1996).

La ubicación y esfuerzo de muestreo de las redes de niebla se encuentran en el Anexo Capítulo 1/FAUNA/1.Coordenadas y esfuerzo de muestreo fauna.

- **Trampas Sherman y Tomahawk**

Se instalaron 50 trampas Sherman en los ecosistemas con coberturas naturales, estas trampas fueron cebadas con una mezcla de mantequilla de maní, avena en hojuelas, sardinas y esencia de vainilla con el fin de atraer a pequeños mamíferos; y fueron dispuestas a una distancia mínima de 12 metros entre ellas, de manera aleatoria.



Municipio Subachoque, Vereda Canica Baja
E: 993992 N: 1034894

Fotografía 1-7 Método de captura de mamíferos mediante trampas Tomahawk y Sherman

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Para su instalación se identificaron los sitios más probables para el establecimiento de mamíferos, mediante un diseño de muestreo aleatorio; además de la observación de senderos y madrigueras utilizados por éstos, que pudieran indicar su presencia. Las trampas se instalaron durante la tarde y se dejaron activas durante toda la noche. En la mañana del día siguiente fueron revisadas y cebadas de nuevo. De esta manera se mantuvieron activas por 24 horas al día, para un total de 72 horas durante los tres (3) días efectivos de muestreo. La ubicación de las trampas Sherman, así como el esfuerzo de muestreo y el ecosistema de cada estación se presentan en el Anexo Capítulo 1/FAUNA/1.Coordenadas y esfuerzos de muestreo fauna.

El esfuerzo de muestreo con trampas Sherman, se obtuvo de la siguiente manera:

$$EM = s \cdot t_h$$

s= Número de Trampas Sherman activas

t_h = Horas totales

Para la captura de mamíferos medianos, se instalaron 10 trampas Tomahawk las cuales fueron cebadas con sardinas y frutas con el fin de atraer a estos mamíferos. Se ubicaron al interior de los ecosistemas de manera sistemática a una distancia no menor a 10 m entre sí. Se revisaron y recebaron simultáneamente con las trampas Sherman. La ubicación de las trampas Tomahawk, así como el esfuerzo de muestreo y el ecosistema correspondiente a cada estación de muestreo se presentan en el Anexo Capítulo 1/FAUNA/1.Coordenadas y esfuerzos de muestreo fauna.

Las trampas se instalaron durante las horas de la mañana, manteniéndose activas durante toda la noche por un periodo de tres (3) días. En la mañana del día siguiente fueron revisadas y cebadas de nuevo.

El esfuerzo de muestreo con trampas Tomahawk, se obtuvo así:

$$EM = k \cdot t_h$$

k = Número de Trampas Tomahawk

t_h = Horas totales de trampas activadas

Para ambos casos (trampas Sherman y Tomahawk) los individuos capturados fueron pesados, sexados y determinados a través de claves especializadas como Cuartas & Muñoz (2003). Se tomaron las correspondientes medidas corporales y el registro fotográfico de cada espécimen. Posteriormente los individuos se liberaron en el lugar de captura.

○ **Transectos de observación**

Se realizaron transectos de observación de 2 km, diarios diurnos y nocturnos (entre las 7:00 y las 10:00 horas y de las 14:00 a las 18:00 horas) buscando huellas, heces, madrigueras, pelos, rascaderos, encamadas o avistamientos que permitieron determinar la presencia de las especies presentes en la zona; cada transecto fue georreferenciado. Este método resultó útil considerando sus bajos costos y su efectividad para obtener información de la riqueza y abundancia (Mackay *et al.* 2008; Silveira *et al.* 2003). Adicionalmente permitió detectar aquellas especies que debido a sus hábitos crípticos, nocturnos o crepusculares son difíciles de observar directamente siendo en ocasiones el único método que permite inferir la presencia de un mamífero en determinada área. Una vez encontrado el rastro, se fotografió y se identificó con ayuda de material bibliográfico (Navarro y Muñoz, 2000; Emmons, 1999; Chame 2002). Los datos de hora, fecha,

estación e indicios fueron registrados en el respectivo formato de campo (Anexo Capítulo 3.3/Fauna/1.Formatos de campo).

El esfuerzo de muestreo de los transectos para cada estación por ecosistema se obtuvo de la siguiente manera:

$$EM = (t_h, t_d, h_j)$$

t_h = Horas de detección visual

t_d = Número de días de muestreo

h_j = Número de hombres

En el Anexo Capítulo 1-Coordenadas y esfuerzos de muestreo, se presenta la ubicación de los recorridos de observación de mamíferos, así como el esfuerzo de muestreo y el ecosistema asociado.

- **Encuestas semiestructuradas a pobladores locales**

Para los cuatro (4) grupos de vertebrados estudiados se realizaron encuestas semiestructuradas a los habitantes de comunidades cercanas a cada estación de muestreo, con el fin de registrar especies reconocidas por la comunidad; y de esta forma complementar el muestreo y tener registros de especies de difícil detección visual o captura, además de tener el acceso a nombres comunes y locales. Las personas encuestadas cumplieron con los siguientes criterios, para garantizar su conocimiento del área y la fiabilidad de la información: mayores de edad, que llevaran más de 10 años viviendo en la zona, que sus labores realizarán en campo (Fotografía 1-8) (Tabla 1-54).



Tabla 1-54 Localización de los sitios donde se realizaron las encuestas de fauna en el área del Proyecto Norte.

ESTACIÓN DE MUESTREO	ID_MUEST (CÓDIGO GEODATABASE)	COORDENADAS PLANAS GAUSS KRÜGER, DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ		ECOSISTEMA
		ESTE	NORTE	
Estación 2	E2 A E	995010	1033691	B-OAA
Estación 3	E3 A E	993465	1034725	B-OAA
Estación 4	E4 A E	994534	1036298	P-OAA
Estación 5	E5 A E	996172	1037228	A-OAA
Estación 6	E6 A E	1005013	1047941	B-OAA
Estación 7	E7 A E	1006953	1048677	VS-OAA
Estación 8	E8 A E	1008262	1049396	P-OMA
Estación 9	E9 A E	1012500	1050242	A-OMA
Estación 10	E10 A E	1017534	1051006	VS-OMA
Estación 11	E11 A E	1033508	1053419	AG-OMA
Estación 12	E12 A E	1036092	1055723	VS-OAA
Estación 13	E13 A E	1037057	1055557	VS-OAA
Estación 14	E14 A E	1041212	1056699	H-HA
Estación 16	E16 A E	1045710	1056062	B-OMA
Estación 18	E18 A E	1078643	1047873	P-OBA
Estación 19	E19 A E	1076672	1049848	VS-OBA
Estación 20	E20 A E	1094510	1039182	VS-OBA
Estación 21	E21 A E	1094585	1038391	B-OBA
Estación 23	E23 A E	1096972	1025548	P-OBA
Estación 24	E24 A E	1097468	1028052	VS-OBA

ESTACIÓN DE MUESTREO	ID_MUEST (CÓDIGO GEODATABASE)	COORDENADAS PLANAS GAUSS KRÜGER, DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ		ECOSISTEMA
		ESTE	NORTE	
Estación 25	E25 A E	1096972	1025548	B-OBA

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

La información de las encuestas se registró en el formato de campo AMB-FO-GOFAU (Anexo Capítulo 3.3/Fauna/1.Formatos de campo). Estas encuestas se diseñaron según los lineamientos propuestos de acuerdo al documento Métodos complementarios para la valoración de la biodiversidad: una aproximación interdisciplinaria (Cárdenas y otros 2013).

Las encuestas se realizaron empleando láminas con imágenes de la fauna característica de la región recopilada a partir de la información reportada para el Área de Influencia Indirecta a fin de determinar la presencia de las especies en la zona. Adicionalmente, se realizaron preguntas enfocadas al uso, costumbres y conocimiento de la fauna silvestre local, especies silvestres en el área de estudio e información sobre su uso y explotación.

➤ Fase 3- Análisis de datos

La información colectada en campo fue estructurada en una base de datos, donde se dispuso la información taxonómica de acuerdo a las estaciones de muestreo incluyendo la información biológica y ecológica recopilada, además de los estados de amenaza a nivel nacional e internacional. La caracterización de la fauna se basó en los análisis de la información con respecto a la composición de especies, cadenas tróficas, hábitat (relación con las coberturas vegetales) y especies sensibles (nivel de vulnerabilidad, endemismo, migración y categorías de amenaza). Adicionalmente esta base de datos fue el insumo para la elaboración de la geodatabase con cada una de las estaciones de muestreo y registros debidamente georreferenciados.

Para cada uno de los grupos de fauna se presentan los listados de especies siguiendo los arreglos taxonómicos de cada una de las siguientes bases de datos o publicaciones científicas:

- Anfibios: base de datos Amphibian Species of the World versión 6.0 (Frost, 2016); Lista de los Anfibios de Colombia V.05.2015 (Acosta Galvis & Cuentas, 2016).
- Reptiles: base de datos The Reptile Database (Uetz & Hošek, 2016).
- Aves: Clasificación de las Especies de Aves de Sur América (Unión Americana de Ornitología y South American Classification Committee, junio 22 de 2016).

- Mamíferos: Wilson y Reeder (2005); Solari *et al* (2013) y Hunter (2011).

Posteriormente, basados en la información disponible en las bases de datos mencionadas y en publicaciones científicas (Acosta-Galvis & Cuentas, 2016; Chaparro-Herrera et al., 2013; Solari et al., 2013; Uetz & Hošek, 2016) se identificaron los endemismos para todos los grupos de fauna.

De otro lado, para determinar las especies con algún riesgo de extinción se utilizaron las categorías de amenaza establecidas por la International Union for Conservation of Nature (IUCN por sus siglas en inglés), consultando la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (2016-1) para la categoría a nivel global y la Resolución 0192 de 2014 del MADS para la categoría a nivel nacional. Además, se identificaron aquellas especies citadas en los apéndices de la CITES (2016).

De este modo, los Apéndices CITES integran los siguientes criterios:

- Especie CITES Apéndice I: Se consideran todas aquellas especies en peligro de extinción. El comercio de ejemplares de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.
- Especie CITES Apéndice II: Se consideran todas las especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
- Especie CITES Apéndice III: Se consideran todas las especies que se encuentran protegidas en al menos un país de su distribución, el cual ha solicitado la asistencia de otras partes en la CITES para controlar su comercio.

Por otra parte, las categorías de la Lista Roja de la IUCN corresponden a los distintos grados de vulnerabilidad y amenaza de las especies en estado silvestre. Según la IUCN (2012) los taxones que en conjunto se encuentran ubicados en alguna de las categorías de amenaza se consideran “amenazadas” y por lo tanto presentan un mayor riesgo de extinción. En la Tabla 1-55 se presentan las categorías de amenaza y se da una breve explicación sobre estas (IUCN, 2015).

Tabla 1-55 Categorías de amenaza de la IUCN para fauna silvestre.

CATEGORÍA IUCN	SIGLA	DESCRIPCIÓN
En peligro crítico (Critically endangered)	CR	Se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre.
En Peligro (Endangered)	EN	Un taxón está En Peligro, y se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre.
Vulnerable (Vulnerable)	VU	Un taxón es Vulnerable, y se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre

Fuente: IUCN, 2012

✓ Composición

La composición hace referencia a la constitución del ensamble de una comunidad biológica en términos de la diversidad y abundancia de sus especies. Se determinó la composición de manera independiente para cada uno de los grupos de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en todas las estaciones de muestreo. A partir de los datos obtenidos a través de los muestreos, se elaboraron matrices con las cuales se determinó la abundancia relativa (frecuencia relativa) y dominancia para cada familia y orden, expresada en porcentaje a partir del número de individuos encontrados. La frecuencia o abundancia de una especie se clasifica según el sistema semi-cuantitativo, basado en la frecuencia y la regularidad de detectar la especie en el área.

✓ Estructura ecológica

Los análisis de diversidad alfa y beta, así como el análisis de representatividad de los muestreos se realizaron por ecosistema para cada uno de los grupos de fauna.

○ Diversidad Alfa

La medición de la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad alfa, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Un problema de medir la diversidad a través de la riqueza específica es que el número de especies está fuertemente influenciado por el tamaño de la muestra, por lo que es muy posible que si se aumenta el esfuerzo de muestreo, se obtenga un mayor número de especies (Villareal *et al.*, 2004).

Para determinar esta diversidad se utilizaron los índices de Margalef, Simpson y Shannon estimados utilizando el programa PAST versión 1.44 (Hammer *et al.*, 2001) o con el programa Species Diversity and Richness 4.0 y se describen a continuación:

• Índice de diversidad de Margalef

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. El índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando $S-1$, en lugar de S , da $DMg = 0$ cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde:

S= Número total de especies

N= Número total de individuos observados

- **Índice de diversidad de Shannon**

El índice de Shannon y Weaver (1949) permite conocer la relación entre el número de especies y su abundancia relativa para describir la estructura de una comunidad (Hutchinson, 1981); los valores calculados se valoraron con la siguiente formula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

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.

- **Índice de diversidad de Simpson**

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Debido a que este valor es inverso a la equidad, la diversidad alfa se puede calcular como $1-\lambda$. Por lo cual muchas veces se encuentra como:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

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.

Aunque existen varios métodos para cuantificar la diversidad alfa ya sea por índices directos que se basan en el número de especies o índices que se apoyan en las abundancias, como los índices de abundancia o índices de equidad; para el caso de la herpetofauna no se pudo estimar esta diversidad, debido al bajo número de especies y bajas abundancias registradas en campo. Las posibles razones para esta baja representatividad pueden ser el gradiente altitudinal, donde a mayor altura la diversidad tiende a disminuir; la época en que se llevó a cabo el levantamiento de información primaria fue en época seca, así mismo, la mayoría donde se realizaron los muestreos no presentaban cuerpos de agua dentro o cerca al ecosistema, además presentaban alteraciones debido a la presencia de varias actividades antrópicas.

- **Diversidad Beta**

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). La medición de la diversidad beta está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). En este caso se evalúa con base en datos cualitativos (presencia- ausencia de especies) (Moreno, 2001).

Para medir la diversidad beta entre las coberturas muestreadas se utilizó el índice de Jaccard por medio del programa:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Dónde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

Análisis de agrupamiento (Cluster): Es una técnica de organización de unidades de muestreo en clases o grupos discretos, opera sobre datos para los cuales no existen grupos bien definidos. En este caso agrupa por similitud en la composición de cada grupo taxonómico por estación. El cluster se realizó para todos los grupos, con base el índice de Jaccard para comparar la similitud de las especies de cada uno de los grupos (Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles) entre los ecosistemas muestreados. El análisis de agrupamiento se realizó mediante el programa PAST “Paleontological STatistics” (Hammer *et al.*, 2001).

- **Curva de acumulación de especies - efectividad del muestreo.**

Se realizaron curvas de acumulación de especies para cada grupo taxonómico en cada ecosistema evaluado con los datos obtenidos para el proyecto, con el fin de determinar la representatividad del muestreo en cada uno de estos (Villareal *et al.*, 2004). Para tal efecto en el caso de aves se utilizaron los estimadores no paramétricos: Chao 1, que estima el número de especies esperadas teniendo en cuenta la relación entre el número de especies que son representadas por un (1) individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos (2) individuos (doubletons) y el estimador Jackknife 1 (Villareal *et al.*, 2004).

En el análisis de este grupo la unidad de muestreo se determinó unificando la información obtenida a partir de los transectos de observación, bioacústica y capturas con redes de niebla; el análisis se elaboró estableciendo muestras de 20 registros. Se llevó a cabo este

método teniendo en cuenta que según Villarreal *et al.* (2004), el registro de aves en las unidades de muestreo (es decir las diversas metodologías implementadas) no es constante entre las horas y días, por lo que no es posible obtener muestras adecuadas para el análisis de forma comparativa. A partir de la base de datos elaborada en Excel se generó una lista con número de campo, fecha de registro, método de registro (captura, observación, audio), especie, abundancia y localidad.

Con el propósito de no contar dos (2) veces el mismo individuo se eliminaron aquellos datos correspondientes a recapturas y regrabado. De esta manera para cada método implementado se ordenaron los datos por fecha y estación, añadiendo una columna de muestra a la cual se le asignó un número a cada registro. De esta forma los primeros 20 registros fueron asignados con el número uno (1), los siguientes 20 registros con el número dos (2) y así sucesivamente. Cada vez que hubo cambio en la fecha, método, localidad o altitud se asignó un número nuevo para designar una nueva muestra sin importar que la muestra anterior no hubiera completado los 20 registros. Con esta información se realizó la matriz de especies versus muestras para la elaboración de la curva de acumulación de especies (Villareal *et al.*, 2004).

Para la curva de acumulación de especies de mamíferos se tuvo en cuenta las especies observadas y capturadas. La curva de acumulación se ajustó a los estimadores no paramétricos de riqueza Jack 1 y Chao 1.

La elaboración de la curva de acumulación de especies para el grupo de herpetos, se realizó basándose en presencia-ausencia, teniendo en cuenta la baja representatividad de especies en tierras altas. Se utilizaron los estimadores Chao 2 e ICE, ya que presentan menos sesgo con respecto a muestras pequeñas (Moreno, 2001; Villarreal *et al.*, 2004).

Mediante los resultados o matrices que arrojó el programa, se determinó la eficiencia del muestreo y si alcanzó la asíntota. Se utilizaron los estimadores para analizar las curvas tales como singletons y doubletons. Las curvas de acumulación de especies fueron realizadas mediante el programa EstimateSWin 800 (Colwell, 2000).

➤ ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Los ecosistemas acuáticos brindan distintos modelos del desarrollo de la vida en el mundo, estableciendo condiciones especiales para la subsistencia y para la organización de las estructuras y procesos ecológicos básicos (Roldán & Ramírez 2008). Por esta razón el conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, es necesario para la explotación, manejo y conservación de los recursos acuáticos.

✓ Fase 1 Selección del Sitio de Muestreo

De acuerdo a los términos de referencia LI-TER-1-01, para el área de influencia directa se debe presentar la caracterización hidrobiológica de los cuerpos de agua susceptibles de

intervención, cabe aclarar que el proyecto Norte UPME 03-2010 fue diseñado con el objetivo de no interferir ningún cuerpo de agua.

Tabla 1-56 Cuerpos de agua seleccionados para la Caracterización Hidrobiológica en el AID.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	FUENTE
BOYACÁ	Santa María	Quebrada La Cristalina
	Macanal	Quebrada Dátil
CUNDINAMARCA	Tibiritá	Quebrada Tocola
	Chocontá	Quebrada El Saucio
	Sesquilé	Quebrada La Villa
	Cogúa	Río Neusa
	Zipaquirá	Río Frio
		Quebrada La Hoya
		Quebrada Clavel
	Tabio	Quebrada El Hornillo
		Quebrada Caleras
		Quebrada Masatas
	Subachoque	Quebrada Cajón
		Quebrada Hato

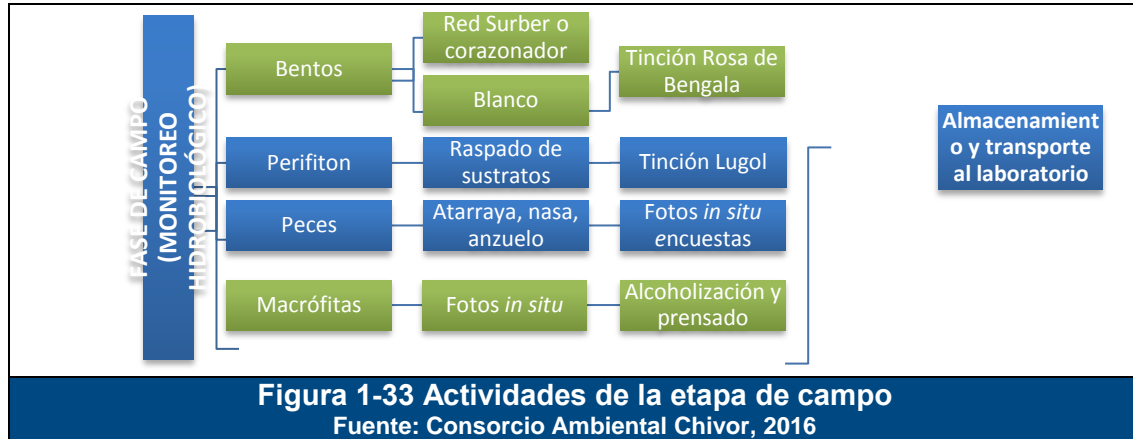
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Cabe aclarar que estos cuerpos de agua identificados no son intervenidos en ninguna etapa del proyecto Norte, pero se realiza su caracterización para cumplir con lo requerido dentro de los términos de referencia LI-TER-1-01 puntualmente para el componente de Ecosistemas acuáticos en el área de influencia directa, donde se solicita la caracterización con base en muestreos de perifiton, plancton, macrofitas, bentos y fauna íctica.

✓ Fase 2 Campo Hidrobiológico

Durante esta fase se efectúan todas las actividades involucradas en la salida de campo. En la Figura 1-33 se muestra el diagrama de flujo de esta etapa.

Después de identificar el sitio a monitorear, se desarrolló la toma de muestras dependiendo de la comunidad específica que se deseaba tener en cuenta. Ya tomadas las muestras, éstas fueron rotuladas y registradas correctamente en formatos de campo incluyendo fecha y hora de muestreo, responsable de la toma, origen y estado de las mismas, tipo de comunidad, tipo de fijación y otras observaciones pertinentes. El material colectado es enviado al laboratorio de GrupACC.



○ **Perifiton**

La colecta de la muestra se efectuó raspando con un cepillo un área conocida (cuadrante de perifiton de 7,82 cm²) sobre los sustratos naturales presentes como troncos, hojas y rocas en cada punto de muestreo (Fotografía 1-9).



Fotografía 1-9 Muestreo de perifiton.
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Posteriormente, el material acumulado se disuelve en un frasco de vidrio ámbar que contiene solución *Transeau* (conformada por agua destilada, alcohol al 90% y formol al 40%, mezclados en proporción 6:3:1) y se le agregan unas gotas de Lugol para facilitar su identificación en el laboratorio. Las muestras son marcadas, registradas en las planillas de campo y almacenadas en una nevera de icopor para su posterior traslado al laboratorio.

- **Plancton**

- **Fitoplancton:**

Las muestras de fitoplancton para cada punto de muestreo fueron tomadas con la ayuda de una red de plancton, con diámetro de ojo de malla de 26 μm , que permite la colecta de organismos mayores a este diámetro, además de la concentración de la muestra. Se utiliza un recipiente de volumen de agua conocido para efectuar la filtración de la muestra por la red. Ésta consta de un cono o colector ubicado en la parte inferior, en el cual se concentran los organismos colectados Fotografía 1-10. Posteriormente al filtrado, se continúa con el vaciado de las muestras en frascos ámbar, las cuales son fijadas utilizando solución Transeau en proporción 1:1 por volumen de muestra; adicionalmente se agregan unas gotas de Lugol para facilitar la identificación en el laboratorio. Por último se procede con la marcación y almacenamiento.

- **Zooplancton:**

La colecta de las muestras se efectúa de forma similar al fitoplancton, con la ayuda de una red de plancton de mayor micraje (55 μm), ya que el tamaño de estos organismos es superior al del fitoplancton. Una vez filtrada las muestras en cada punto de muestreo se procede a depositarlas en los frascos debidamente etiquetados. Posteriormente, se agrega un agente narcótico (soda), adicionando a la muestra trazas de bórax que evita o reduce la contracción o distorsión de los organismos. Una vez narcotizados y luego de 30 minutos, se añade la solución conservante o fijadora (Etanol 70 %) para su posterior traslado al laboratorio.



- **Bentos**

Las muestras de bentos en cada punto de muestreo fueron colectadas con una Red Surber (de diámetro de ojo de malla de 560 μm), la cual fue depositada sobre el sustrato

con la abertura en dirección contraria a la corriente, para así barrer el fondo y desplazar los sedimentos dentro del cono (Fotografía 1-11).

El material colectado es depositado en bolsas de seguridad, fijado con la solución *Transeau* y teñido con el colorante Rosa de Bengala. Posteriormente se almacenaron en una nevera para ser enviadas al laboratorio GrupAAC.



Fotografía 1-11 Muestreo de bentos
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Adicionalmente, se colectan de forma manual algunos organismos macroinvertebrados acuáticos presentes en el cuerpo de agua muestreado, para conformar un blanco que facilita el análisis de la muestra en el laboratorio. Una vez colectada la muestra, se rotula y almacena en una nevera de icopor. Todas las muestras son registradas, cumpliendo con los requisitos expuestos en las planillas de campo.

- **Ictiofauna**

La toma de muestras de la comunidad íctica se realiza empleando una atarraya de ojo de malla de dos (2) pulgadas. Se efectúan varios lances, para un total de esfuerzo muestrear de una (1) hora por punto de monitoreo, realizando, aproximadamente, 30 lanzamientos por hora con la atarraya y adicionalmente se realiza la pesca con el uso de una nasa (Fotografía 1-12). Los especímenes capturados son identificados y fotografiados *in situ* y devueltos a su medio natural. Por otro lado se desarrollan encuestas a los pobladores de la zona, sobre la riqueza íctica del área.



Fotografía 1-12 Muestreo de ictiofauna.
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

○ **Macrófitas**

La metodología empleada para el muestreo de macrófitas acuáticas fue propuesta por Esteves (1998), quien plantea que se debe seleccionar un área de interface tierra agua, en la cual se observan parches de vegetación sobre las orillas o en el interior del agua; y se traza un transecto de 10 m perpendicular a la orilla, en la cual se debe tener en cuenta la macrófitas allí ubicadas. En las cadenas de custodia para la comunidad de macrófitas, se anotan el nombre común o en su defecto se enumeran las morfoespecies de cada planta encontrada, relacionándola con el tipo de crecimiento que muestra así (*Schmidt-Mumm*, 1998):

E= emergida o plantas que están arraigadas al suelo y tienen tallos que salen verticalmente del agua.

S= sumergidas o plantas que pueden estar arraigadas o no a un sustrato pero su cuerpo permanece siempre bajo el agua.

F= Flotantes o plantas que pueden o no estar arraigadas a un sustrato de la orilla, pero tienen estructuras o tejidos (aerénquima) que les permite flotar sobre el agua.

Cabe anotar que el mismo autor menciona que las plantas emergidas y flotantes pueden pasar desapercibidas a fases terrestres o secas, por lo que es común encontrarlas en las orillas, mientras que las plantas sumergidas tienden a desaparecer durante estas fases.

La muestra consiste en tomar un ejemplar del cuerpo completo de la planta, intentando incluir estructuras reproductivas como flores o frutos, para facilitar identificación taxonómica. A su vez, se toma un registro fotográfico de cada una de sus estructuras. Para las plantas poco comunes se recoge una muestra con todas sus estructuras, y se preservan extendidas sobre papel periódico con alcohol al 70%, contenido en un atomizador plástico. Cada muestra es cubierta con capas de papel para secarla. Por

último, se prensa la muestra con cartón, se arma firmemente y se deposita en una nevera para su posterior transporte

✓ **Fase 3 Laboratorio Hidrobiológicos**

En esta etapa se realiza el análisis de las muestras colectadas en campo mediante la determinación de la composición y abundancia de las comunidades hidrobiológicas en los cuerpos de agua estudiados. La etapa de laboratorio es una de las más importantes por cuanto se obtienen los resultados de las comunidades monitoreadas. Las actividades pertenecientes a esta etapa se ilustran en la Figura 1-34.

○ **Perifiton**

El recuento e identificación de los organismos se realiza utilizando una placa Sedgwick-Rafter. Se contabilizan los organismos encontrados en varias tiras de visión, mediante barridos en zig-zag, utilizando un microscopio de luz compuesto, en un aumento de 40X; teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (*American Public Health Association*), AWWA (*American Water Works Association*) y WPCF (*Water Pollution Control Federation*), en el *Standard Methods* Edición 21 (2005).

La identificación y ubicación taxonómica se realiza con base en claves taxonómicas, dibujos y descripciones como la de Edmondson (1959), Needham & Needham (1962), Bicudo & Bicudo (1970), Prescott (1970), Bourrelly (1972 y 1981), Pennak (1978), Parra et al., (1982), Anagnostidis & Komarek (1986, 1989), Lopretto & Tell (1995) e *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS).

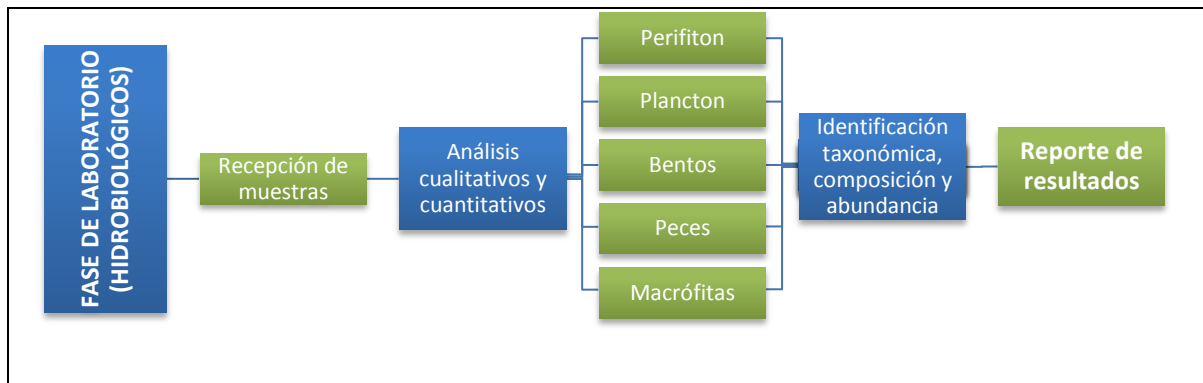


Figura 1-34 Actividades de la etapa de laboratorio para la hidrobiota.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

- **Plancton**

El recuento e identificación de los organismos se realiza utilizando una placa Sedgwick-Rafter. Se contabilizan los organismos encontrados en varias tiras de visión, mediante barridos en zig-zag, utilizando un microscopio de luz compuesto, en un aumento de 40X para fitoplancton y en aumentos de 10X y 40X para zooplancton; teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 21 (2005). La identificación y ubicación taxonómica se realiza con base en claves taxonómicas, dibujos y descripciones como la de Edmondson (1959), Needham & Needham (1962), Bicudo & Bicudo (1970), Prescott (1970), Bourrelly (1972 y 1981), Pennak (1978), Parra *et al.* (1982), Anagnostidis & Komarek (1986, 1989), Roldán (1989), Lopretto & Tell (1995) e Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

- **Bentos**

Las muestras colectadas son separadas en tamices de diferente micraje (500 μ m y 1,18 mm) y analizadas sobre bandejas esmaltadas blancas, cajas de petri y portaobjetos con ayuda de un microscopio de luz (aumentos de 10X y 40X) y/o estereoscopio según la necesidad. Para la identificación se utiliza la bibliografía especializada como: Mc Cafferty (1983), Roldán (1988; 1989 y 2003), claves de la APHA (1992) y Cummins & Merrit (1996) e Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

- **Ictiofauna**

La identificación de los organismos se efectúa a partir de bibliografía especializada como Dahl & Medem (1964), Dahl (1971), Miles (1971), Roman (1995), Galvis *et al.* (1997), Maldonado-Ocampo *et al.* (2005) e Integrated Taxonomy Information System (ITIS). Adicionalmente los datos obtenidos de las jornadas de pesca son integrados en bases de datos para luego ser analizados mediante tablas dinámicas teniendo en cuenta la abundancia y riqueza por estación y acumuladas.

- **Macrófitas**

Para las macrófitas acuáticas, su identificación se basa en la observación de las estructuras vegetativas y florales de las plantas.

Cuando es necesario se diseccionan las macrófitas con la ayuda de un estereoscopio (aumentos de 0,65X a 6X), pinzas y agujas finas; teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 21 (2005) e Integrated Taxonomy Information System (ITIS).

✓ Fase 4 Análisis Hidrobiológicos

Esta fase está constituida por la tabulación y evaluación de los resultados obtenidos y la posterior determinación del estado trófico de los cuerpos de agua muestreados. En la Figura 1-35, se observan las actividades que se llevaron a cabo para cumplir con los objetivos de dicha etapa.

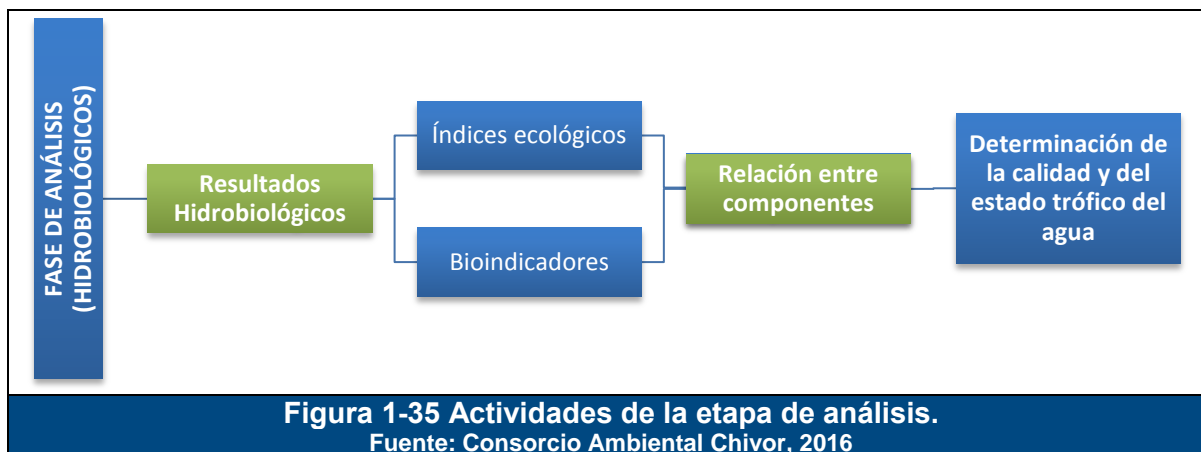


Figura 1-35 Actividades de la etapa de análisis.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Los datos obtenidos son recopilados en tablas taxonómicas. Para el caso del perifiton los resultados se expresan en organismos por centímetro cuadrado (cm²), para el plancton en organismos por litros (org/L) y para el bentos, se tiene en cuenta el total de individuos contabilizados en cada taxón y el área de muestreo (Red Surber), registrando de esta forma el total de individuos por unidad de área (m²). Los análisis de resultados obtenidos para las diferentes comunidades hidrobiológicas se realizan a partir de la comparación entre estaciones haciendo uso de estadística descriptiva.

Para establecer el estado de los cuerpos de agua se determinan los índices de diversidad de Shannon, dominancia y uniformidad de Pielou, a partir de los valores de la composición hidrobiológica del perifiton y bentos, utilizando el paquete estadístico Past ver. 2.17c. Los índices de diversidad que más se emplean son los basados en la teoría de la información (Shannon– Weaver 1949 En: Roldán, 1992). La fórmula para calcular el índice de diversidad de Shannon– Weaver es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde S = número total de especies identificadas, y P_i = número de i especies, expresadas como una proporción de la suma de P_i por todas las especies. Este índice presenta un intervalo de valores que van de cero (0) a seis (6).

Otro índice calculado fue el de Pielou, que trabaja con base al índice de diversidad y mide la uniformidad de las especies en términos de riqueza y abundancia, se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H'}{MH'}$$

Donde E es el índice de equitatividad o uniformidad; H' índice de Shannon-Weiner y MH' es la diversidad máxima posible. Su valor va de cero (0) a uno (1), de forma que uno (1) corresponde a situaciones donde la riqueza y abundancia de todas las especies son iguales (Pinilla, 1998). El índice de dominancia (D) sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies y puede presentar valores entre cero (0) y uno (1). Entre 0,5 y uno (1) sugieren la presencia de una o más especies dominantes en la comunidad, mientras que valores cercanos a cero (0) indican que no hay predominio de una especie en particular, lo que indica un mejor estado del cuerpo de agua.

1.5.3. Metodología Medio Socioeconómico

La presente metodología contiene los lineamientos para la recolección, procesamiento, análisis y evaluación de la información del Medio Socioeconómico como insumo para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), teniendo en cuenta la normatividad ambiental vigente, los Términos de Referencia LI-TER-1-01 (en adelante TDR) emitidos en el 2006 por el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), para proyectos de “Tendido de las Líneas de Trasmisión del Sistema Nacional de Interconexión Eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220 kV.10” Igualmente el estudio contempla los aspectos solicitados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA- mediante el Auto 5250 del 14 de noviembre del 2014 y el Decreto 1076 de 2015. Y posteriormente en el marco de la evaluación del Estudio de Impacto, mediante el Auto 3724 del 09 de agosto de 2016, a través del Acta No. 61 de 2016.

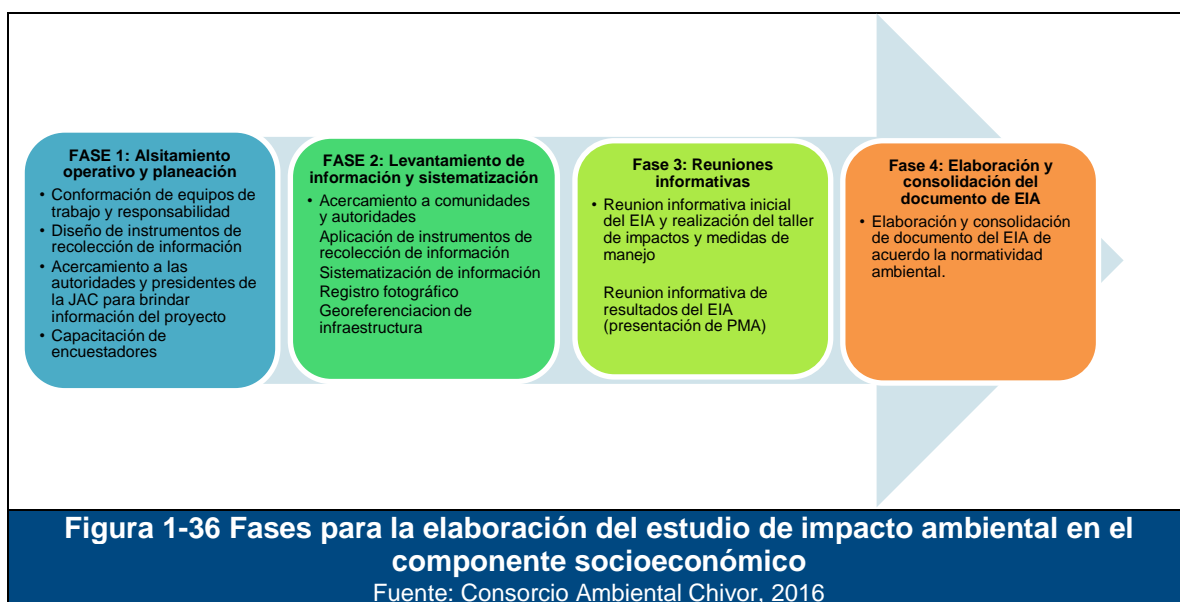
Los TDR LI-TER-1-01, plantean un análisis por dimensiones para la caracterización social que contempla: Lineamientos de Participación, Demográfico, Espacial, y Población a trasladar.

La metodología propuesta permite desarrollar la línea base del área de influencia del proyecto, siendo esta el insumo principal para determinar el grado de incidencia

10 Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2006), Términos de Referencia Sector Energía LI – TER – 1 – 01, Bogotá D.C.

(evaluación de impactos) de cada una de las actividades a desarrollar en sus diferentes fases: Estudios y diseños, construcción, operación y mantenimiento, así como definir las medidas de manejo acordes con los cambios que pueda generar el proyecto.

Para llegar al anterior resultado, la metodología propuesta se desarrolló en cuatro fases de trabajo de campo que se presentan en la Figura 1-36. En cada una de las fases se establecieron lineamientos y enfoques de trabajo que permitieren la recolección, procesamiento, análisis y evaluación de información.



➤ **Objetivos**

A continuación se presentan el objetivo general y los objetivos específicos propuestos en la presente metodología para el Medio Socioeconómico:

✓ **Objetivo General**

Definir el procedimiento para la recolección, procesamiento, análisis y evaluación de la información del medio Socioeconómico para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Norte EEB UPME 03 – 2010, atendiendo los Términos de Referencia LI-TER-1-01 emitidos por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo

Territorial (ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS)¹¹, así como los requerimientos del Auto 5250 de 2014.

✓ **Objetivos Específicos**

- Determinar los procedimientos e instrumentos para la recopilación de información primaria y secundaria
- Determinar los lineamientos e instrumentos para el desarrollo de las reuniones informativas.
- Construir el taller de identificación de impactos y medidas de manejo para implementar con las comunidades del AID.
- Resultados Esperados
- Recopilación de información primaria mediante la aplicación de instrumentos en los veinte (20) municipios y setenta y cinco (75) veredas del área de influencia. .
- Recopilación de información secundaria de fuentes oficiales del orden nacional, regional y municipal, así como documentos desarrollados por instituciones de investigación que cuenten con información de interés para el componente socioeconómico.
- Caracterización socioeconómica de acuerdo a las dimensiones establecidas en los Términos de Referencia LI-TER-1-01 DE 2016 y lo indicado en el Auto 5250 de 2014 y mediante el Auto 3724 del 09 de agosto de 2016, a través del Acta No. 61 de 2016.

➤ **Población Objetivo**

Es aquella población a la que se dirigen las acciones a implementar; para el caso del componente socioeconómico, la metodología se implementará en las siguientes áreas de influencia:

Área de influencia indirecta (AII): Municipios intervenidos por el proyecto

Área de influencia Directa (AID): Veredas en donde se proyecta la construcción de la línea de transmisión, se tienen en cuenta éstas como unidades territoriales mínimas

¹¹ Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2006), Términos de Referencia Sector Energía LI – TER – 1 – 01, Bogotá D.C. Capítulos del EIA: Caracterización del Área de Influencia del Proyecto, Evaluación Ambiental, Zonificación de Manejo Ambiental, Plan de Manejo Ambiental, Plan de Seguimiento y Monitoreo del Proyecto.

Área de influencia puntual (AIP) corresponde a la franja de servidumbre¹² requerido para la construcción de torres y tendido de cable.

Tabla 1-57 Unidades territoriales del área de influencia directa e indirecta

MUNICIPIO	VEREDA
San Luis de Gaceno	El Cairo
	El Carmen
	Centro
	Arrayanes
Santa María	San Agustín
	Planadas
	Santa Cecilia
Macanal	Agua Blanca
	Peña Blanca
	Centro
	Volador
	La Mesa
	Tibacota
	Dátil
Garagoa	Bojacá
	Guayabal
	Arada Grande
	Arada Chiquita
	Caracol
Tenza	Mutatea
	Rucha
	Valle Grande Abajo
	Valle Grande Arriba
	Resguardo
	Quebradas
Sutatenza	Irzón
Guateque	Gaunza Arriba
Tibirita	Medio Quebradas
	Fugunta
	San Antonio
	Renquira
	Gusvita
	Socoatá
	Laguna
Machetá	Belén

¹² La franja de servidumbre corresponde a 32 metros en total, y se determina midiendo 16mts a cada lado del eje de la torre.

MUNICIPIO	VEREDA
	Guina Bajo
	San Bernabé
	Resguardo
	Lotavita
	San Martín
Chocontá	Boquerón
	Saucío
	Chinatá
	Tilatá
Suesca	Santa Rosa
	San Vicente
	Tenería
	Cacicazgo
	Palmira
Sesquilé	Nescuatá
	Boitivá
	Boíta
Gachancipá	San José
Nemocón	Astorga
	La Puerta
	Agua Clara
Cogua	Mortiño
	Rincón Santo
	Susagua
	Rodamontal
Zipaquirá	El Centro
	San Antonio
	Barro Blanco
Tabio	Río Frío Occidental
	Llano Grande
	Salitre
Subachoque	Canica Alta
	Canica Baja
	Galdámez
	Santuario La Cuesta
Madrid	La Cuesta
	Valle del Abra
	Carrasquilla
Tenjo	Carrasquilla
	Jacalito

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

1.5.3.1. Proceso Para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

La caracterización del medio socioeconómico para el EIA, se desarrollará en cuatro (4) fases de trabajo, en las cuales se enmarcan las actividades a desarrollar así como los procedimientos e instrumentos que se describen en este documento. A continuación se presenta el procedimiento implementado en cada una de las fases de elaboración del EIA:

➤ Fase 1 Alistamiento Operativo y planeación

Esta fase se encuentra dividida en dos actividades. La primera corresponde al alistamiento operativo y al acercamiento a las autoridades y presidentes de la JAC para brindar información del proyecto, dentro de la cual se realizó a la divulgación de información a la comunidad sobre la alternativa seleccionada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA.

Se estructura la propuesta metodológica, para la fase 2 se realiza la conformación de equipos de trabajo y responsables para el levantamiento de información en campo, se conformó un equipo de trabajo que fue distribuido de la siguiente manera:

Profesional 1. San Luis de Gaceno, Santa María, Macanal y Garagoa

Profesional 2. Tenza, Sutatenza, Guateque, Tibirita y Machetá

Profesional 3. Chocontá, Sesquilé, Suesca, Nemocón y Gachancipá

Profesional 4. Cogua, Zipaquirá, Tabio, Subachoque, Madrid y Tenjo

Para las reuniones informativa inicial del EIA (descritas en la fase 3) se designaron 5 profesionales sociales, quienes ejecutaron esta actividad con las autoridades del área de influencia indirecta y a su vez desarrollaron los talleres de identificación de impactos y medidas de manejo con las comunidades del AID.

Para la ejecución de las reuniones informativa de resultados del EIA (presentación de PMA) (presentación de resultados - descritas en la fase 3), se contó con el apoyo de 2 profesionales sociales, encargados de informar los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental.

Para los diferentes momentos de reuniones informativas implementados, se contó con el apoyo de 2 auxiliares sociales, encargadas de la logística y organización pertinente para el desarrollo de las reuniones informativas.

Durante el levantamiento de información se contó con el acompañamiento de profesionales sociales, ambientales, de gestión inmobiliaria, líneas y subestaciones de la Empresa de Energía de Bogotá y del contratista.

✓ **Diseño de instrumentos para la recolección de Información**

En esta fase se realizó el diseño de instrumentos de recolección de información. “Como lo señala Hurtado (2000), las técnicas de recolección de datos, son los procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar cumplimiento a su objetivo de investigación. Para Ander-Egg (1995), la técnica indica cómo hacer, para alcanzar un fin o hechos propuestos; tiene un carácter práctico y operativo. Mientras que un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso que usa el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información para su investigación. Es el recurso que él utiliza para registrar información o datos sobre las variables. El instrumento sintetiza toda la labor previa de investigación, resumen los aportes del marco teórico al seleccionar datos que correspondan a los indicadores, y por tanto a la variable o conceptos utilizados (Hernández y otros, 2003)”¹³.

✓ **Técnicas de recolección primaria:**

La información primaria es aquella que el investigador recoge directamente a través de un contacto inmediato con su objeto de análisis; para el caso del proyecto UPME 03-2010 el objeto de análisis hace referencia a las autoridades (AII) y las comunidades (AID) que se verán intervenidas por el proyecto.

Para el levantamiento de información, se definen corredores de estudio de acuerdo con las características de concentración de viviendas; por ello se tuvieron en cuenta viviendas que se encuentran a una distancia de 250 m a lado y lado del eje del trazado para las zonas en cuyas condiciones topográficas del terreno generaba mayor distancia entre las viviendas, situación que se presenta particularmente en los municipios de Boyacá desde la zona de inicio del proyecto hasta las veredas Tibirita e incluso Chocontá, Suesca y Gachancipá. Por otro lado se tomó como referencia para el levantamiento de información en aquellas zonas donde se encontraba una topografía más plana y mayor presencia de viviendas, se tomó una distancia de 100m a cada lado del eje de la línea teniendo en cuenta la concentración de viviendas, principalmente ubicadas en la región de Sabana como Nemocón, Cogua, Zipaquirá, Tabio, Tenjo y Madrid.

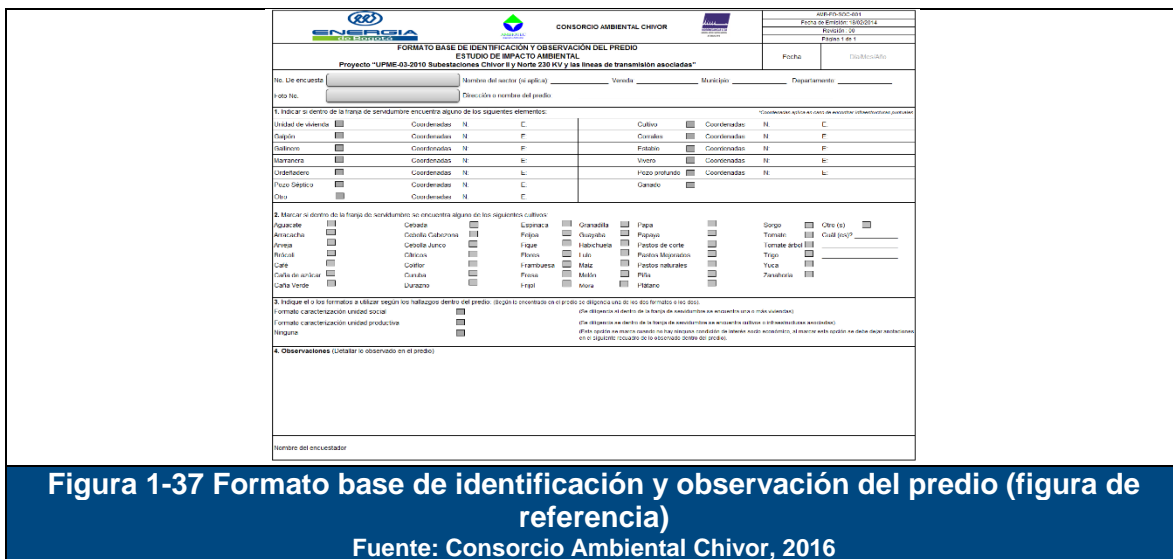
Los instrumentos para el levantamiento de información implementados fueron:

Encuestas (con preguntas abiertas y cerradas) cuyo medio de aplicación es de carácter personal con población residente del área de influencia del proyecto:

AMB-FO-GOSOC-001 Formato base de identificación y observación del predio (Ver Figura 1-37) es una encuesta que permite hacer la identificación general de cada uno de

¹³ Citado en: De Jesús Contreras, Daniel Alfredo, C.I: V-23.721529, IUPSM - SAIA - Metodología de la Investigación. Documento en línea: <http://metodelainv.blogspot.es/i2014-02/>

los predios, con el objetivo de registrar los elementos y coberturas observadas: y validar la información obtenida en la imagen satelital, lo registrado en la información secundaria y, permitiendo recolectar información sobre actividades productivas y servicios públicos para contar con información primaria para las dimensiones espacial y económica del estudio. Igualmente ese formato base determinó la necesidad de aplicación de encuestas para unidades sociales y/o unidades productivas El formato diligenciado se encuentra en el Anexo C-3.4.11



FORMATO BASE DE IDENTIFICACIÓN Y OBSERVACIÓN DEL PREDIO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
Proyecto "UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230 KV y las líneas de transmisión asociadas"

No. de encuesta: _____ Fecha: _____
Municipio: _____ Departamento: _____

1. Registrar dentro de la zona de servidumbre enlista alguno de los siguientes elementos:

Unidad de vivienda	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	Cultivo	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	C
Seguío	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	Cordones	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	F
Sablonero	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	Pedregos	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	F
Mananera	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	Vivero	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	L
Urbano	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	Pozo profundo	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	L
Pozo Shesica	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	Canoa	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E	L
Otro	<input type="checkbox"/>	Coordenadas	N	E						

2. Marcar si dentro de la zona de servidumbre se encuentra alguno de los siguientes cultivos:

Azúcar	<input type="checkbox"/>	Cebada	<input type="checkbox"/>	Limonera	<input type="checkbox"/>	Granada	<input type="checkbox"/>	Papa	<input type="checkbox"/>	Sorgo	<input type="checkbox"/>	Otro (s)	<input type="checkbox"/>
Arroz	<input type="checkbox"/>	Cañadillo	<input type="checkbox"/>	Frijol	<input type="checkbox"/>	Guandú	<input type="checkbox"/>	Plátano	<input type="checkbox"/>	Tomate	<input type="checkbox"/>	Cultivo (s)	<input type="checkbox"/>
Arveja	<input type="checkbox"/>	Cajalillo/Juncos	<input type="checkbox"/>	Frijol	<input type="checkbox"/>	Habichuza	<input type="checkbox"/>	Frutos de corte	<input type="checkbox"/>	Tomate rojo	<input type="checkbox"/>		
Palmito	<input type="checkbox"/>	Cebolla	<input type="checkbox"/>	Plátano	<input type="checkbox"/>	Frijol	<input type="checkbox"/>	Posivos blanqueados	<input type="checkbox"/>	Trigo	<input type="checkbox"/>		
Caña	<input type="checkbox"/>	Cajamar	<input type="checkbox"/>	Triguera	<input type="checkbox"/>	Melón	<input type="checkbox"/>	Posivos colorados	<input type="checkbox"/>	Yuca	<input type="checkbox"/>		
Caña de azúcar	<input type="checkbox"/>	Cusúta	<input type="checkbox"/>	Fríjol	<input type="checkbox"/>	Melón	<input type="checkbox"/>	Piña	<input type="checkbox"/>	Zanahoria	<input type="checkbox"/>		
Caña Verde	<input type="checkbox"/>	Luzardo	<input type="checkbox"/>	Maíz	<input type="checkbox"/>	Melón	<input type="checkbox"/>	Hibano	<input type="checkbox"/>				

3. Indicar en el formato a utilizar según los hallazgos dentro del predio (según lo presentado en el proyecto de diagnóstico uno de los dos formatos o los dos):

Formato caracterización Unidad social (Se diligencia en función de la zona de servidumbre en unidades sociales o viviendas sociales)

Formato caracterización Unidad productiva (Se diligencia en función de la zona de servidumbre en unidades sociales o viviendas sociales)

4. Observaciones (contar lo observado en el predio)

Nombre del encuestador: _____

AMB-FO-GOSOC-002 Formato de caracterización de unidades sociales (Figura 1-38): Se aplicó de manera directa a los propietarios o personas delegadas de estos, o personas residentes de las viviendas que se encuentren dentro del AID y AIP (área de servidumbre de 32 metros) del proyecto. La aplicación de este instrumento permitió caracterizar la presencia población que tiene una unidad de vivienda dentro del área de influencia. En el instrumento se estructuró con las siguientes temáticas: I. información general del encuestado, II. Información de los residentes en la vivienda, III. Características Socioeconómicas del hogar, IV. Información Sociocultural, V. Participación Social, VI. Servicios Públicos y Sociales, VII. Servicios Sociales con los que cuenta el hogar y VIII. Proyectos en la vereda. Esta información es base para la caracterización socioeconómica. El formato diligenciado se encuentra en el Anexo C-3.4.11

Para el caso de viviendas a trasladar durante el mayo de 2016 se realizó actualización de información mediante la aplicación del mismo formato, con el fin de validar los datos de la

población residente y sus condiciones particulares. Este levantamiento se hizo con profesionales sociales de la Empresa de Energía de Bogotá y el Consorcio.

ENERGIJA de Bogotá		CONSORCIO AMBIENTAL CHIVOR		AMBIOTEC LTDA. INGENIERIA AMBIENTAL		HIDROMECANICAS LTDA.	
FORMATO DE CARACTERIZACIÓN UNIDAD SOCIAL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230 KV y las líneas de transmisión CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA				AMB-FO-GOSOC-002 Fecha de Emisión: 14/02/2014 Revisión: 01 Página: 1 de 3		Fecha: _____ Día/Mes/Año	
No. De encuestados	No. de hogares que habitan la unidad de vivienda	Hogar entrevistado					
1. Nombre del sector (si aplica) _____ Barrio - Vereda _____ Municipio: _____ Departamento: _____							
2. Teléfono Fijo _____ Móvil _____							
3. Dirección o nombre del predio: _____							
I. Información del encuestado							
4. Nombre del encuestado: _____ Cédula IV _____ de _____							
5. Relación del encuestado con el jefe de hogar: Jefe de hogar <input type="checkbox"/> Padre <input type="checkbox"/> Madre <input type="checkbox"/> Hijo(s) <input type="checkbox"/> Cónyuge <input type="checkbox"/> Suegro(s) <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>							
6. Nombre del propietario _____ Teléfono: _____ Correo electrónico: _____							
7. Dirección del propietario: Mismo del predio _____ Teléfono: _____ Otro: Cual _____							
II. Información de los residentes en la vivienda							
8. Nombre del jefe de hogar _____ Teléfono: _____ Correo electrónico: _____							
9. Género: Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/>							
10. Lugar de origen: Del jefe de hogar: _____ Del cónyuge: _____							
11. Tiempo de residencia: <i>(Se anota el tiempo de residencia de cada uno de los miembros de la familia en el momento de la encuesta, en años y meses. No. 00)</i>							
En el predio: Año: _____ Mes: _____							
En la zona: Año: _____ Mes: _____							

Figura 1-38 Formato de caracterización de unidad social (imagen de referencia)
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

AMB-FO-GOSOC-003 Formato de caracterización de unidades productivas (Figura 1-39): Se aplicó de manera directa a los propietarios, delegados o responsables de los predios donde se evidenció alguna actividad productiva o construcciones. La aplicación de este instrumento permitió identificar y caracterizar las actividades productivas del proyecto en cuanto a su tipología, sistema de producción, sitios de comercialización y permanencia. El formato se encontraba estructurado de la siguiente manera: I. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDAD, II. RECURSOS PRODUCTIVOS, III. ASISTENCIA TÉCNICA, V. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS, al interior de las cuales se indagaba por el tipo de actividad (Agrícola, Pecuaria, Piscícola, Turística, Industrial). La información recolectada a través de este instrumento permitió la construcción de la dimensión económica del EIA. El formato diligenciado se encuentra en el Anexo C-3.4.11

 		AMB-FO-GOSDC-003 Fecha de Emisión: M02/2014 Revisión : 01 Página 1 de 1
FORMATO DE CARACTERIZACIÓN UNIDAD PRODUCTIVA ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Proyecto "UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230 KV y las líneas de transmisión asociadas"		Fecha: <u> </u>
No. De encuesta	Hogar entrevistado	
1. Nombre del sector (si aplica) _____ Vereda _____ Municipio _____ Departamento _____ 2. Nombre del encuestado _____ 3. Teléfono Fijo _____ Móvil _____ 4. Dirección o nombre del predio _____ 5. Relación con el predio: Propietari <input type="checkbox"/> Administrador <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Cuál? _____		
CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA		
I. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDAD		
6. Actividad productiva predominante en el predio		
Agropecuarias, silvicultura o pesca de subsistencia <input type="checkbox"/> Agropecuarias, silvicultura o pesca comercial <input type="checkbox"/> Agropecuarias, silvicultura o pesca industrial <input type="checkbox"/> Industrial relacionada con los hidrocarburos <input type="checkbox"/> Industrial relacionada con la minería <input type="checkbox"/> Industrial relacionada con la transformación de bienes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Servicios orientados al transporte <input type="checkbox"/> Servicios orientados al comercio <input type="checkbox"/> Servicios orientados a la prestación de servicios <input type="checkbox"/> Servicios orientados a la prestación de servicios turísticos <input type="checkbox"/> Artesanal <input type="checkbox"/> Otro _____	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7. Motivo por el cual desarrolla la actividad productiva en el predio		
Por criterio propio <input type="checkbox"/> Por influencia del mercado <input type="checkbox"/>	Por tradición <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	Por influencia del vecino <input type="checkbox"/> Cuál? _____ Sugerencia técnica <input type="checkbox"/>
II. RECURSOS PRODUCTIVOS		

Figura 1-39 Formato de caracterización de unidad productiva (imagen de referencia)

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Entrevista: “Es una técnica de recopilación de información mediante contacto directo con las personas, a través de una conversación interpersonal, preparada bajo una dinámica de preguntas y respuestas, donde se dialoga. La interacción verbal es inmediata y personal, donde una parte es el entrevistador, quien formula las preguntas, y la otra persona es el entrevistado. La entrevista permite estar al tanto de la postura del o los informantes ante una situación determinada”¹⁴.

Para la aplicación de esta entrevista se incluye como metodología de tele mercadeo y entrevista personal en campo.

AMB- FO-GO-038 (o AMB- FO-GO-015) Formato de entrevista para caracterización unidad territorial: tendencias del desarrollo, economía y productividad: Es una entrevista semiestructurada que se aplicó los secretarios de las oficinas de planeación o a su delegado y buscó obtener información sobre las principales actividades productivas en el municipio y uso de tecnología, productos y su comercialización, actividades productivas que generan demanda laboral en el municipio, oportunidades y potencialidades productivas y económicas, obstáculos para el desarrollo productivo y económico, proyectos de desarrollo adelantados, programas y proyectos que generan mayor impacto en la dinámica laboral y regional. Los aspectos mencionados son información base para la caracterización de la dimensión económica y para la identificación de las tendencias del desarrollo. El formato diligenciado se encuentra en el Anexo C-3.4.11.

¹⁴ De Jesús Contreras, Daniel Alfredo, Óp. Cit.

CONSORCIO AMBIENTAL CHIVOR		FORMATO DE ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN UNIDAD TERRITORIAL Y CAPTURA GDB SOCIOECONOMICA				AMB-FO-GOSOC-019															
						Fecha de Emisión: 28/05/2015 Revisión : 00 Página 1 de 1															
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - Proyecto UPME 01 de 2010		Municipio		Vereda		Fecha		D	M	A											
Departamento	META	Corregimiento	Inspección de Policía																		
I. CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA DE LA UNIDAD TERRITORIAL																					
Límites Veredales	Norte				Área veredal			Densidad poblacional													
	Sur				Fecha de creación																
	Este				No. de resolución																
	Oeste				Fundadores																
1. Historia veredal reciente; (Proceso de asentamiento, hechos relevantes, procesos económicos, organización comunitaria)																					
(Asentamiento)																					
2. Tipo de asentamiento (TIPO_ASENT):		Cabecera municipal	<input type="checkbox"/>	Centro poblado	<input type="checkbox"/>	Caceríos	<input type="checkbox"/>	Disperso	<input type="checkbox"/>	3. Numero de predios: <input type="text"/>	4. Numero de viviendas: <input type="text"/>										
5. Población veredal estimada		Hombres:	<input type="text"/>	Mujeres:	<input type="text"/>	Menores de edad:		<input type="text"/>	Total: <input type="text"/>												
6. Distribución poblacional		7. No. Total de familias en la vereda		<input type="text"/>	No. De familias nativas		<input type="text"/>	8. No. De familias que han llegado de otras regiones													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Grupo etario</th> <th colspan="2">Sexo</th> <th rowspan="2">TOTAL</th> </tr> <tr> <th>Hombres</th> <th>Mujeres</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INFANTIL 0 - 5 Años</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>		Grupo etario	Sexo		TOTAL	Hombres	Mujeres	INFANTIL 0 - 5 Años	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	9. Motivo de cambio de residencia		Trabajo	<input type="checkbox"/>	Problemas de orden público	<input type="checkbox"/>	Estudio	<input type="checkbox"/>	Familia	<input type="checkbox"/>
Grupo etario	Sexo		TOTAL																		
	Hombres	Mujeres																			
INFANTIL 0 - 5 Años	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																		

Figura 1-41 Formato de actualización de información territorial (imagen de referencia)

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ Fase 2. Levantamiento y Sistematización

✓ Levantamiento de información primaria.

Estas actividades se adelantan por parte del grupo de gestión social de la Empresa de Energía de Bogotá y contempla las siguientes actividades:

Entrega de carpetas/expediente a Autoridades municipales y presidentes de Junta de Acción Comunal unión con organizaciones y/o entidades del nivel regional y nacional
 Reunión con organizaciones y/o entidades del nivel regional y nacional.

✓ Entrega de la ejecutoriedad Auto 5250 de 2014

- Acercamiento con autoridades municipales y departamentales electas para el periodo 2016 - 2019
- Encuentro con personeros municipales
- Entrega de formatos de captura de información socioeconómica a autoridades municipales y presidentes de JAC
- Reunión con Secretarios de Planeación Municipal

- Recorridos, mesas de trabajo y/o reuniones realizadas con comunidades del All y AID
- Ronda medios de comunicación
- Encuentro con periodistas Encuesta de percepción

✓ **Actividades del Grupo Energía de Bogotá - GEB en el área de influencia**

El levantamiento de información primaria en el área de influencia directa (veredas) y en el área de influencia directa y área de influencia puntual (servidumbre).

A su vez se realiza la recolección de información primaria con los propietarios de cada uno de los predios encontrados a lo largo del recorrido del proyecto en donde se encontraron infraestructuras o construcciones de cualquier tipo incluyendo viviendas (realizado con previo permiso de ingreso).

✓ **Levantamiento de información secundaria**

Se consultaron bases de datos de las diferentes entidades de orden nacional, regional y local, entre las que se encuentran el Departamento Nacional de Estadística (DANE) y base de datos REDATAM/CEPAL, Departamento de Planeación Nacional (DNP), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y CORPOCHIVOR, Alcaldías de los 19 municipios, Gobernaciones de Boyacá y Cundinamarca, Oficinas SISBEN, el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) y Oficinas de planeación municipal. Se revisan los documentos locales como Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo Nacional y Municipal, boletines económicos regionales entre otros estudios.

Tabla 1-58 Fuentes de información del medio socioeconómico

COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
Demográfica	DANE, SISBEN, Ministerio de Agricultura, Ministerio del Interior, Agendas de competitividad del DNP, SIGOT, UAEGTD, ANSPE-DPS, SIAC entidades territoriales y fuentes primarias.	Estudios existentes sobre el área del proyecto.
Espacial		
Económica		
Cultural	Información primaria, ICANH, INCODER, Ministerio de Cultura y Ministerio del Interior.	Estudios existentes sobre el área del proyecto, centros de investigación (universidades, entre otros), ONG y Asociaciones

COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
		Indígenas y Afrocolombianas.
Aspectos arqueológicos	Información primaria, Ministerio de Cultura y el ICANH.	Estudios existentes sobre el área del proyecto, centros de investigación (universidades, entre otros).
Político administrativo	Entidades territoriales, DANE, Agendas de competitividad del DNP, IGAC, UAEGTD, SIAC, Observatorios de paz regionales e información primaria.	Estudios existentes sobre el área del proyecto, centros de investigación (universidades, entre otros).
Tendencias de desarrollo		
Información de población a reasentar	Información primaria en el marco de la metodología para reasentamiento del Banco Mundial y a partir de los conceptos del DANE (hogares).	

Fuente: Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales

Entre la información recopilada se encuentra la actualización de documentos de ordenamiento territorial, los nuevos planes de desarrollo con vigencia 2016-2019 para aquellos municipios que en la fecha de presentación de este estudio ya se encontraban aprobados y publicados.

Para lograr este objetivo, se visitaron las autoridades municipales, solicitando información para la caracterización de las dimensiones demográfica (cantidad de población, crecimiento poblacional, indicadores de morbilidad, tendencias de crecimiento, procesos migratorios), espacial (servicios públicos y sociales), económica (tipo de actividades que se desarrollan en la región, empleo y subempleo); así como información sobre condiciones culturales de la población, organización social e institucional, programas que se adelantan en el sector y sobre las tendencias del desarrollo, atendiendo los términos de referencia – en adelante TDR.

✓ **Sistematización de información primaria y secundaria**

De manera paralela a la fase de levantamiento de información, se desarrolló la sistematización permitiendo consolidar en una base de datos para su posterior análisis; esta permite la organización y adecuado manejo de la información.

Para lo anterior se implementaron los siguientes pasos:

Diseño de sabana de datos en Excel para la sistematización de la información de cada uno de los instrumentos (AMB-FO-GOSOC-001 Formato base de identificación y observación del predio, AMB-FO-GOSOC-002 Formato de caracterización de unidades sociales, AMB-FO-GOSOC-003 Formato de caracterización de unidades productivas)

✓ **Procesamiento de la información y consolidación de la Geo Data Base (GDB)**

- Consolidación de bases de datos con la totalidad de la información obtenida.

La sistematización de información secundaria para el presente estudio, corresponde a la incorporación de información en las diferentes dimensiones de acuerdo con la pertinencia de la información y los requerimientos particulares de los TDR y el Auto 5250.

➤ **Fase 3. Reuniones Informativas**

En desarrollo del estudio se adelantaron dos tipo de reuniones: 1. Reunión informativa inicial del EIA y realización del taller de impactos y medidas de manejo y 2. Reunión informativa de resultados del EIA (presentación de PMA) Para cada tipo de reunión se manejaron dos momentos: convocatoria y desarrollo de la reunión, las cuales se describen a continuación:

1. Reunión informativa inicial del EIA y realización del taller de impactos y medidas de manejo

Convocatorias a reuniones informativas: Previa concertación de fechas con presidentes de las JAC, se realizó la convocatoria a las comunidades del AID y AII a través de diferentes herramientas, garantizando la difusión efectiva del encuentro con el fin de lograr una asistencia representativa de las comunidades.

Esta fase inicia con el alistamiento de las actividades logísticas para la realización de cada una de las reuniones, así como el proceso de convocatoria para autoridades y comunidades, el cual incluye:

- Programación y definición de fechas, hora y lugar.
- Radicación de oficios tanto a alcaldías, personerías, concejos y JAC,
- Publicación de carteleras, en sitios de tránsito frecuente de la comunidad
- Distribución de Volantes.
- Invitación a propietarios predio a predio.
- Herramientas de convocatoria y divulgación.

Oficios informativos y de convocatoria dirigidos a las autoridades municipales y Juntas de Acción Comunal – JAC, los cuales tuvieron como finalidad informar e invitar a las autoridades municipales y presidentes de JAC, quienes a su vez transmitirían la fecha de convocatoria de la reunión a la comunidad en general (apoyados con otras herramientas, más adelante descritas); de manera que se lograran ejecutar las reuniones de información y participación en el marco de la aplicación de los lineamientos de participación.

Invitación a propietarios de predios ubicados en el área de influencia puntual, se realizó mediante invitación casa a casa, en la que se indicaba fecha, lugar y hora de la reunión y se informaba preliminarmente sobre los temas a tratar y la importancia de participar en este espacio (Figura 1-42)

Volantes; estos fueron entregados al presidente de la JAC para que a través de él se distribuyan predio a predio, indicando en dicho instrumento la fecha, lugar y hora de la reunión, además de los datos de contacto de la Empresa de Energía de Bogotá. La entrega de este volante permitió brindar una primera información a los interesados sobre el proyecto. (Figura 1-42)

Afiches de invitación a la reunión, en las cuales se describía la fecha, hora y lugar sobre el sitio de encuentro para desarrollar la reunión. Estas carteleras fueron ubicadas en lugares estratégicos de las unidades territoriales como tiendas, escuelas, iglesias, lugar de la reunión, de tal forma que la comunidad estuviera enterada sobre la reunión a realizar y participaran en la misma. (Ver Figura 1-43)

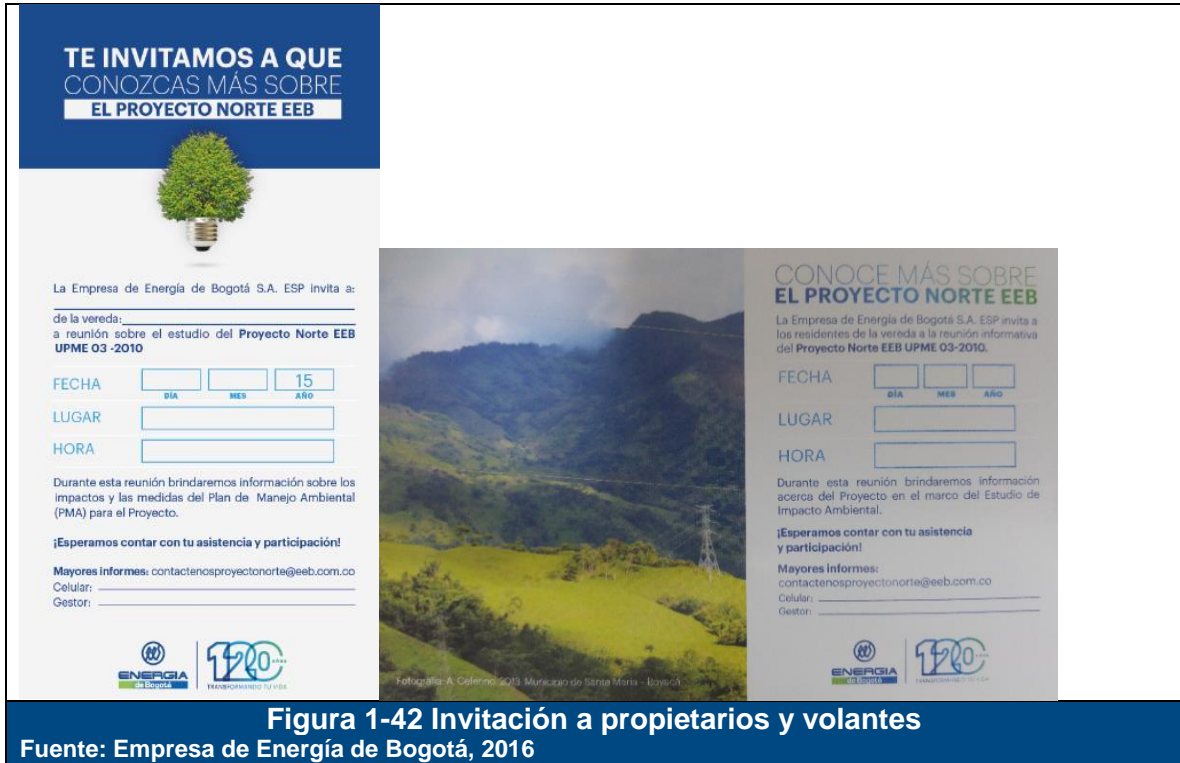


Figura 1-42 Invitación a propietarios y volantes

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá, 2016

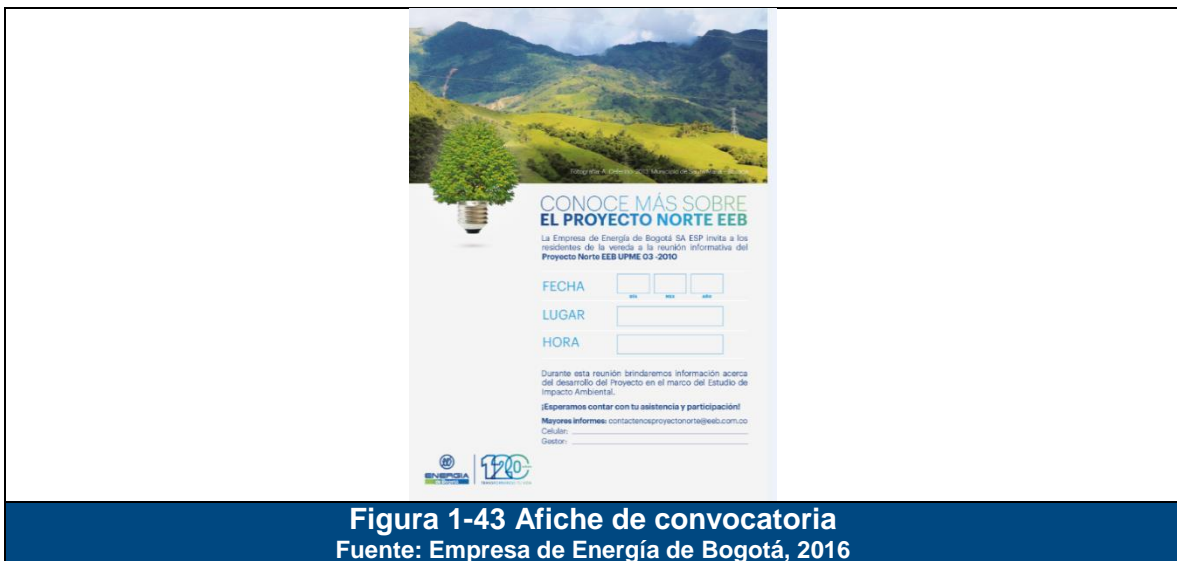


Figura 1-43 Afiche de convocatoria

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá, 2016

Desarrollo de las reuniones informativas y taller de impactos, las reuniones adelantadas se ejecutaron en dos escenarios uno con autoridades municipales de influencia indirecta (alcaldía, Personería y Concejo Municipal) y otro con comunidades del área de influencia directa incluyendo propietarios de predios intervenidos por el proyecto.

Con estos grupos de interés se realizaron exposiciones magistrales, donde se presentaron abordaron los temas referenciados en la Tabla 1-59 y Tabla 1-60, disponiendo un espacio al final de la exposición para las preguntas, comentarios, observaciones y recomendaciones por parte de los participantes. El registro de estas reuniones quedó consignado en el formato de memoria de reunión, la cual fue diligenciada en cada reunión informativa, además del registro de asistencia, dando cuenta del número de participantes en la reunión, los cuales se encuentran en el anexo C-3.4.7

Tabla 1-59 Temáticas de reuniones informativas iniciales con Autoridades Municipales

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	RECURSOS INSTRUMENTOS /
Presentación de los asistentes	Presentación del equipo de trabajo de la EEB, el CAC y funcionarios de las autoridades presentes a la reunión.	Recursos:
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	Exposición del objetivo de la reunión, explicación de los antecedentes, proceso el licenciamiento ambiental, localización del proyecto, características técnicas, obras a realizar y fases del proyecto	Talento Humano (Profesional social, profesional ambiental profesional de gestión inmobiliaria)
PRESENTACIÓN de los alcances del estudio	Estructura del estudio, metodologías de recolección de información en los medios: abiótico, biótico y socioeconómico, actividades realizadas en campo. Información a las autoridades sobre la metodología a implementar con las comunidades para el desarrollo del taller de impactos y medidas de manejo.	VideoBeam Cámara Fotográfica Computador Cámara de video Refrigerios Camioneta Telón Cámara filmadora
Intervención de los asistentes (resolución de dudas e inquietudes)	Finalizada la exposición se da apertura a la ronda de preguntas e inquietudes, las cuales son atendidas por los profesionales a cargo.	Impresora Resma de papel
Cierre	Lectura de la memoria, agradecimiento por la participación, entrega de memoria de reunión.	Instrumentos: Presentación PowerPoint Registro de asistencia Formato de memoria

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

2. Reuniones informativas y taller de identificación de impactos y medidas de manejo con las comunidades del AID.

Con las comunidades del AID se llevó a cabo el mismo ejercicio informativo que con las Autoridades Municipales, exponiendo magistralmente los aspectos técnicos y socio ambientales del proyecto y abriendo al final de la reunión un espacio para las preguntas, comentarios, observaciones y recomendaciones de los asistentes. Para estas reuniones se incluyó la realización de un taller participativo para la identificación de los posibles impactos en el escenario con proyecto, asociados a la ejecución del mismo, con sus respectivas medidas de manejo.

Tabla 1-60 Temáticas de reuniones informativas iniciales con comunidades del AID

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	RECURSOS INSTRUMENTOS /
Presentación de los asistentes	Presentación del equipo de trabajo de la EEB, el CAC y funcionarios de las autoridades presentes a la reunión.	Recursos: Talento Humano (Profesional social, profesional ambiental profesional de gestión inmobiliaria)
Presentación del proyecto	Exposición del objetivo de la reunión, explicación de los antecedentes, explicación del origen del proyecto (papel de Min Minas y UPME), proceso el licenciamiento ambiental, localización del proyecto, características técnicas, obras a realizar y fases del proyecto	VideoBeam Cámara Fotográfica Computador
Descripción de los alcances del estudio	Estructura del estudio, metodologías de recolección de información en los medios: abiótico, biótico y socioeconómico, actividades realizadas en campo, identificación de impactos y caracterización preliminar.	Cámara de video Refrigerios Camioneta Telón Cámara filmadora
Intervención de los asistentes (resolución de dudas e inquietudes)	Finalizada la exposición se da apertura a la ronda de preguntas e inquietudes, las cuales son atendidas por los profesionales a cargo.	Impresora Resma de papel Instrumentos:

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	RECURSOS INSTRUMENTOS /
Taller de impactos identificación de impactos y medidas	Se solicitó a los asistentes dividirse equipos de trabajo. Con base en la información sobre el proceso constructivo identificar impactos y medidas de manejo requeridas para un adecuado desarrollo del proyecto	Presentación PowerPoint Registro de asistencia Formato de memoria Formato de matriz de impactos y medidas con proyecto
Plenaria validación de impactos y retroalimentación de resultados	Se expone el trabajo adelantado por cada grupo, de forma que se logre validar los impactos y medidas identificadas con el total de los asistentes.	
Cierre	Lectura de la memoria, agradecimiento por la participación, entrega de memoria de reunión.	

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

El registro de estas reuniones quedó consignado en el formato de memoria de reunión, la cual fue diligenciada en cada reunión informativa, además del registro de asistencia dando cuenta del número de participantes en la reunión. (Ver Anexo C-3.4.7)

Método para el desarrollo del Taller de identificación de impactos

El procedimiento de trabajo tuvo un carácter participativo con técnicas grupales y de exposición magistral con el fin de validar los impactos y medidas de manejo identificadas por toda la comunidad asistente. (Ver Figura 1-44)



Para desarrollar este taller, se entregó a los grupos conformados el formato correspondiente para la identificación de los impactos y medidas de manejo, conforme a los medios abiótico, biótico y socioeconómico. El registro de los impactos y las medidas de manejo se asoció a cada una de las actividades, las cuales a su vez se encontraban articuladas a las etapas del proyecto pre constructivo, construcción y montaje (Ver Figura 1-45). Para la identificación de impactos se parte la presentación de un video que muestra el proceso constructivo de una línea de transmisión y se informa la ubicación del proyecto en cada una de las veredas, indicando la cantidad de torres, con el fin que la comunidad pueda plantear la percepción sobre los impactos que se pueden generar en sus territorios y así plantear las posibles medidas de manejo.

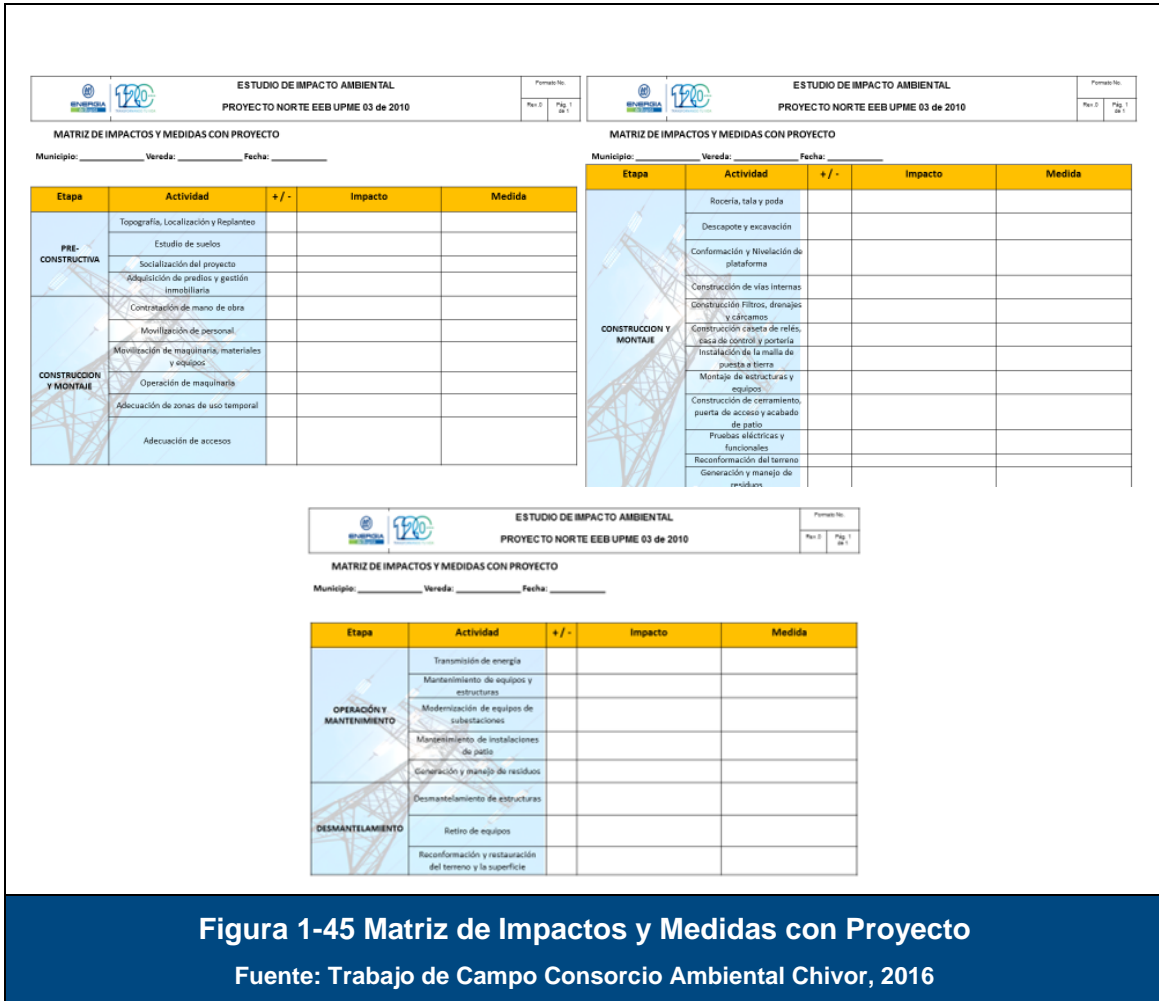


Figura 1-45 Matriz de Impactos y Medidas con Proyecto

Fuente: Trabajo de Campo Consorcio Ambiental Chivor, 2016

En las reuniones informativas tanto con las AII y AID se indicaron cuáles fueron los aportes de las comunidades en los talleres de DAA e igualmente se brindó información detallada sobre los trámites asociados a la sustracción de reserva en los municipios y veredas donde se adelantó este proceso complementario al EIA.

La información recolectada fue sistematizada y analizada para su incorporación en el capítulo 5, evaluación de impactos, siendo este un insumo complementario para la identificación y análisis de impactos realizado en el EIA.

3. Reunión informativa de resultados del EIA (presentación de PMA)

Una vez consolidada y analizada la información recopilada en la caracterización de los medios: abiótico, biótico y socioeconómico y elaborada la evaluación de impactos, se realizó nuevamente un encuentro con las comunidades del AID y las autoridades del All, para la presentación de resultados del EIA, de tal forma que se diera a conocer lo registrado en el estudio.

4. Convocatorias a reuniones informativas:

Para el desarrollo de estas reuniones, se realiza un solo encuentro por municipio atendiendo la solicitud de las comunidades y autoridades municipales hechas en las reuniones iniciales. Para estas reuniones informativas de entrega de resultados, se realizaron exposiciones magistrales con ayudas audiovisuales.

Esta fase inicia con el alistamiento de las actividades logísticas para la realización de cada una de las reuniones informativas – presentación de resultados del EIA, así como el proceso de convocatoria para autoridades y las comunidades, el cual incluye:

- Programación y definición de fechas, hora y lugar.
- Radicación de oficios tanto a alcaldías, personerías, concejos y JAC,
- Publicación de carteleras, en sitios de tránsito frecuente de la comunidad
- Distribución de Volantes.
- Desarrollo de actividades de perifoneo y/o cuñas radiales
- Invitación a propietarios predio a predio.
- Herramientas de convocatoria y divulgación.

Oficios informativos y de convocatoria dirigidos a las autoridades municipales y Juntas de Acción Comunal – JAC, los cuales tienen como finalidad informar e invitar a las autoridades municipales y presidentes de JAC, quienes a su vez transmitirían la fecha de convocatoria de la reunión a la comunidad en general, apoyados con otras herramientas, de manera que se logran ejecutar las reuniones de información y participación en el marco de la aplicación de los lineamientos de participación.

Cuñas radiales y/o perifoneo a nivel veredal indicando fecha, lugar y hora de la reunión; esta divulgación se realiza con 3 días máximo (perifoneo) u 8 días máximo (cuñas) de antelación a la reunión. Como parte del estudio se presentan los soportes de las acciones de perifoneo para las reuniones informativas.

Volantes; estos eran entregados al presidente de la JAC para que a través de él se distribuyeran predio a predio, indicando en dicho instrumento la fecha, lugar y hora de la

reunión, además de los datos de contacto de la Empresa de Energía de Bogotá. (Figura 1-42)

Convocatoria a propietarios en mediante invitaciones personalizadas en predios, correos electrónicos y llamadas telefónicas. (Figura 1-42)

Afiches de invitación a reunión, en las cuales se describía la fecha, hora y lugar sobre el sitio de encuentro para desarrollar la reunión. Estas carteleras fueron ubicadas en lugares estratégicos de las unidades territoriales como tiendas, escuelas, iglesias, lugar de la reunión, de tal forma que la comunidad estuviera enterada de la reunión a realizar y participaran en la misma. (Ver Figura 1-43)

5. Desarrollo de reunión

En el desarrollo de las reuniones informativas adelantadas con los grupos de interés se realizaron reuniones donde se presentan los resultados del EIA con base en los tres medios caracterizados (abiótico, biótico y socioeconómico), dando un espacio al final de la exposición para las preguntas, comentarios, observaciones y recomendaciones por parte de los participantes. No obstante si al inicio de la reunión la comunidad asistente solicitaba intervenir antes de la presentación de los resultados del EIA, este espacio les fue permitido. El desarrollo de la reunión quedó consignado en el formato de ayuda de memoria de la reunión, la cual se diligenció en cada encuentro.

Tabla 1-61 Temática de reunión de resultados

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	RECURSOS INSTRUMENTOS /
Presentación de los asistentes y objetivo de la reunión	Presentación del equipo de trabajo y descripción breve del objetivo de la reunión. En este espacio se indican las normas para el desarrollo de la reunión.	Recursos: Talento Humano (Profesional social, técnico y ambiental)
Presentación de la localización del proyecto	Presentación de los departamentos municipios y veredas por departamento de interés definitivas para efectos del EIA.	VideoBeam Cámara Fotográfica
Estructura del Estudio de Impacto Ambiental Caracterización ambiental por componente	Presentación de los elementos encontrados en campo por los profesionales y descritos dentro del documento (agua, aire, fauna, flora, comunidad, entre otros)	Computador tablero Cámara de video Refrigerios Camioneta
Resultados de la evaluación ambiental	Presentación de los impactos identificados por componente, donde de manera clara se explique a la comunidad el nombre técnico de los impactos y la significancia ambiental de los mismos	Telón Cámara filmadora
Presentación de las medidas de manejo	Presentación de los proyectos y programas por componente del capítulo de plan de manejo	Presentación PowerPoint Registro de asistencia

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	RECURSOS INSTRUMENTOS /
ambiental	ambiental, evidenciando las medidas de mitigación propuestas por la misma comunidad en el primer encuentro.	Formato de ayuda de memoria
Intervención de los participantes (Resolución de dudas e inquietudes)	Finalizada la exposición se da apertura a la ronda de preguntas e inquietudes, las cuales son atendidas por los profesionales a cargo.	
Lectura y entrega de la ayuda de memoria y cierre	Se dará lectura a la memoria y cierre la reunión	

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ Fase 4: Elaboración y consolidación del documento de EIA

Una vez se cuenta con la información recolectada, se desarrollan los respectivos análisis en la caracterización o línea base del Medio Socioeconómico, y se adelantan los capítulos de evaluación de impactos, zonificación y medidas de manejo, respondiendo a los requerimientos de los TDR para el EIA y el Auto 5250.

Adicionalmente con la información registrada se realiza la construcción de la GeoDataBase para el componente socioeconómico.

Posteriormente la consolidación documental se estructura en diez (10) aspectos como se presenta a continuación:

- 3.4.1 Lineamientos de participación
- 3.4.2 Dimensión demográfica
- 3.4.3 Dimensión espacial – servicios públicos y servicios sociales
- 3.4.4 Dimensión económica
- 3.4.5 Dimensión cultural
- 3.4.6 Aspectos arqueológicos
- 3.4.7 Dimensión Político – Organizativa
- 3.4.8 Tendencias del Desarrollo
- 3.4.9 Información sobre población a trasladar
- 3.4.10 Caracterización de área de influencia puntual

Cada uno de ellos contiene la información correspondiente al área de influencia indirecta (nivel municipal) y área de influencia directa (nivel veredal), para el caso de información

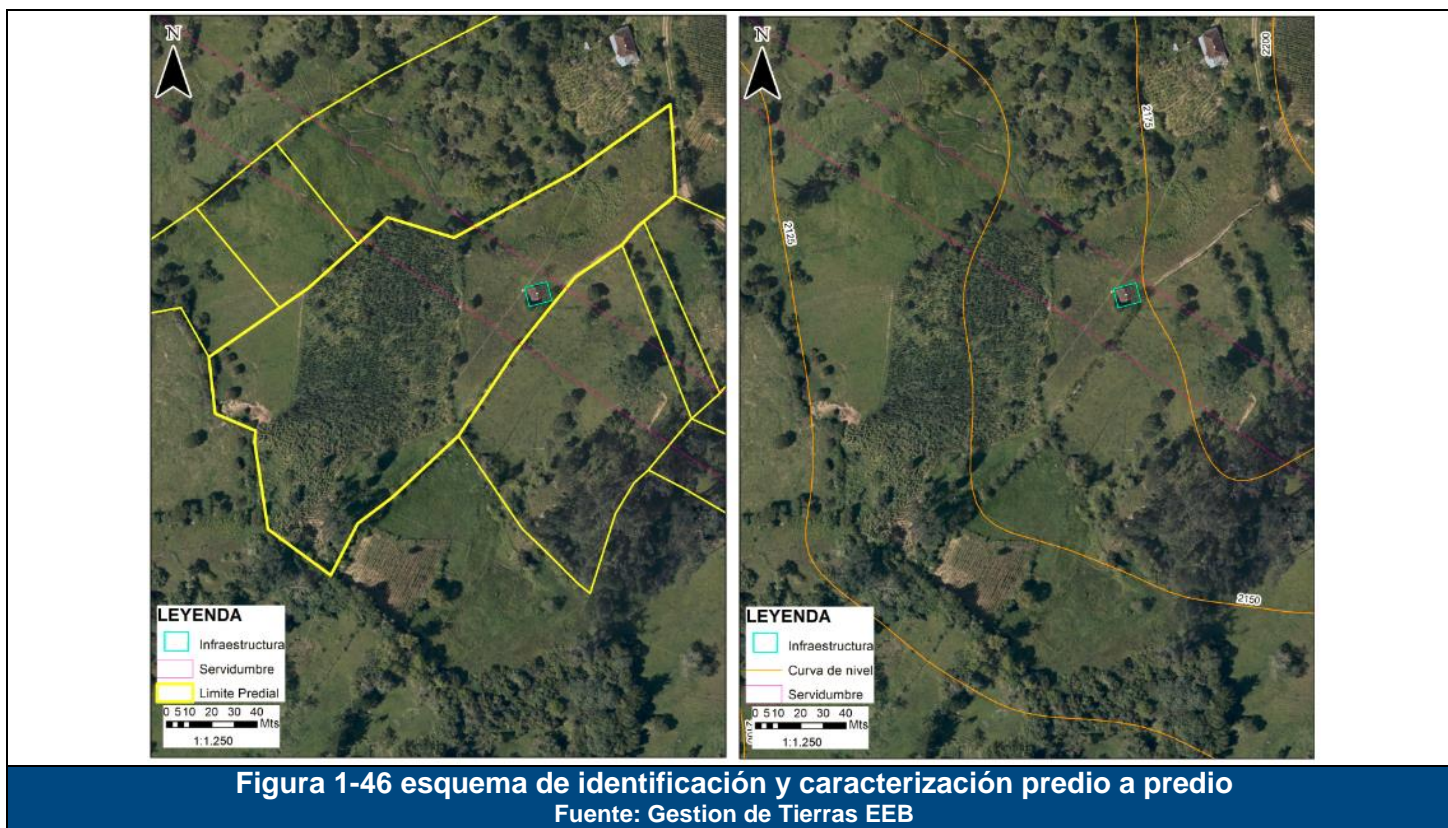
sobre demografía y estructura de la propiedad, se detalla información del área de influencia puntual AIP atendiendo los requerimientos del Auto 5250.

1.5.3.2. Metodología para caracterización predial

Para el desarrollo de la caracterización predio a predio, se contó con información de las siguientes fuentes:

- Fichas sociales, fichas productivas y fichas de observación mediante las cuales se realizó levantamiento de información primaria
- Información de la oficina de gestión de tierras, levantada durante procesos de validación de información de linderos y condiciones particulares de cada predio.
- Análisis predio a predio sobre ortofoto. Con base en la información cartográfica existente se realiza análisis de información relacionada con presencia de cultivos, infraestructura de vivienda, otro tipo de infraestructura, tamaño de la propiedad, condiciones de pendiente de los predios que permitan identificar la posibilidad o no de restitución de la vivienda en el mismo predio, así como el nivel de intervención por efecto del proyecto. A continuación se presenta a nivel de esquema en la Figura 1-46.

La información predial analizada por EEB para la caracterización socioeconómica. Esta información se encuentra protegida por la ley estatutaria 1266 del 31 de diciembre de 2008 mediante la cual se regula el manejo de la información contenida en bases de datos personales. Sin embargo en caso de ser requerida consulta por parte de la Autoridad Ambiental, la información se encuentra disponible en la Empresa de Energía de Bogotá, para consulta directa en la organización.



1.5.3.3. Metodología para el análisis de Vulnerabilidad de la población a trasladar

Para el análisis de vulnerabilidad de la población a trasladar, se establecen criterios que permiten dar cuenta de la capacidad de adaptación de un hogar a un cambio o un impacto en su medio.

Para la identificación de los criterios, que son insumo para el análisis de vulnerabilidad de la población a intervenir por el proyecto, se tienen en cuenta los lineamientos del IFC, específicamente la Norma de Desempeño 1 Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales, en la cual se establece que para el análisis de las condiciones de desfavorecido o vulnerable¹⁵ “Se deben considerar factores como el género, la edad, la etnia, la cultura, el nivel de alfabetización, la enfermedad, la discapacidad física o mental, la pobreza o carencia económica y la dependencia de recursos naturales únicos.”¹⁶

De acuerdo con lo anterior, el análisis de vulnerabilidad socioeconómico involucra la identificación de las condiciones de los hogares e individuales (tales como edad, sexo, nivel de educación, jefatura del hogar, nivel socioeconómico, etc.)

La definición de los criterios que dan cuenta del análisis de vulnerabilidad para el caso de este proyecto, se sustenta en los lineamientos CEPAL, para quienes la noción de vulnerabilidad social se centra en el enfoque de vulnerabilidad al dar cuenta de la “indefensión, inseguridad, exposición a riesgos, shocks y estrés”¹⁷, provocados por eventos socioeconómicos extremos, entrega una visión más integral sobre las condiciones de vida de los pobres y, al mismo tiempo, considera la disponibilidad de recursos y las estrategias de las propias familias para enfrentar los impactos que las afectan”¹⁸.

Se considera este enfoque para el análisis teniendo en cuenta que los procesos de traslado generan impactos directos sobre las familias residentes y los criterios propuestos, permite analizar las condiciones particulares para establecer medidas de manejo, alertas para el acompañamiento social durante el proceso de traslado.

15 Criterio del IFC

16 BANCO MUNDIAL (IFC) Corporación Financiera Internacional Grupo. Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social 1 de enero de 2012.

17 Chambers, 1989, Citado en: PIZARRO, Roberto. La vulnerabilidad social y sus desafíos, una mirada desde América Latina. CEPAL División de Estadística y Proyecciones Económicas Santiago de Chile, febrero de 2001

18 PIZARRO, Roberto. Óp. Cit.

El cálculo del índice de vulnerabilidad social -IVS se establece determinando un índice ponderado, asignando un valor a cada hogar en función de sus características. Para el cálculo del índice ponderado, se realiza el promedio de cada uno de los criterios de acuerdo con la calificación otorgada y el peso que se determina a cada uno Tabla 1-62; en este sentido, cada uno de los criterios definidos se califica de 1 a 5.

Para determinar el tipo de vulnerabilidad de cada uno de los hogares, de acuerdo con la caracterización de la unidad de vivienda que se encuentre dentro de la franja de servidumbre, se realiza la evaluación de las condiciones de la misma de acuerdo a los criterios establecidos.

Los criterios para el análisis cuantitativo que se tienen en cuenta son los siguientes:

- Nivel educativo del jefe de hogar: corresponde al último grado estudiado por el jefe de hogar.
- Discapacidad: identifica en cada familia si alguno de sus integrantes presenta discapacidad (no se particulariza por tipo de discapacidad, se indaga a la familia solo por la presencia de esta condición).
- Salario: corresponde a los ingresos netos reportados por la unidad familiar.
- Jefatura del hogar: se analiza si corresponde a jefatura femenina o masculina.
- Afiliación al régimen de salud: contempla información sobre si la familia se encuentra o no afiliada al sistema de salud sea este contributivo o subsidiado.
- Relación con el predio: identifica el tipo de tenencia que informe el encuestado en el momento de la encuesta (Poseedor/ Mejoratario/ Usufructo, Arrendatario, Propietario).
- Población en situación de desplazamiento; de acuerdo el artículo 1 de la Ley 387 de 1997, se define como población desplazada “Toda persona que se ha visto forzada a migrar dentro del territorio nacional, abandonando su localidad de residencia o actividades económicas habituales, toda vez que su vida, integridad física, seguridad o libertad personales han sido vulneradas o se encuentran directamente amenazadas, dadas las siguientes situaciones: conflicto armado interno, disturbios y tensiones interiores, violencia generalizada, violaciones masivas de los derechos humanos, infracciones al derecho internacional humanitario u otras circunstancias emanadas de las situaciones anteriores que

puedan alterar, o alteren, drásticamente el orden público”¹⁹ Esta situación debe ser certificada por el encuestado.

- Hacinamiento: determinado por el número de miembros de la familia Vs. Dotación de la vivienda (cantidad de miembros del hogar/cantidad de habitaciones de la vivienda).
- Recursos económicos disponibles: corresponde al capital con el que cuenta la familia, analiza los ingresos de la familia vs. Deudas o ahorros.
- Dependencia económica del predio: analiza el uso actual del predio intervenido, y la informada por la familia.
- Porcentaje de afectación de acuerdo con el tamaño del predio. Corresponde al porcentaje de afectación del predio por el proyecto con relación a la servidumbre; como referencia para el tamaño del predio se tiene en cuenta la diferenciación hecha por IGAC (Microfundio, Minifundio, Pequeña Propiedad, Media Propiedad y Gran Propiedad).
- Antigüedad en la zona: corresponde particularmente al tiempo de residencia en el predio y evalúa el nivel de arraigo de la población con base en el tiempo de residencia en el predio.
- Disponibilidad de terreno en el predio para la relocalización de la vivienda: se articula con el criterio No.11 y adicionalmente se define de acuerdo con el área remanente del predio una vez se establezca la servidumbre y las condiciones topográficas del terreno. Para terminar las áreas remanentes se realiza análisis SIG superponiendo sobre el polígono del predio la franja de 32 m de servidumbre para determinar el % de intervención.

Adicionalmente, con base en la información de cada uno de los hogares ubicados en el AIP, para la atención a los hogares objeto de traslado, se tienen en cuenta los siguientes criterios para análisis cualitativo del IVS:

- Miembros de la familia que contribuyen al sostenimiento: corresponde a la cantidad de personas diferentes al jefe de hogar que cuentan con algún ingreso económico, del cual parte es destinada para gastos de la familia.
- Dependencia de las redes familiares y/o vecinales: corresponde a la identificación de otros familiares o vecinos que prestan colaboración a la familia, estas redes se

¹⁹ Ley 387 de 1997 por la cual se adoptan medidas para la prevención del desplazamiento forzado; la atención, protección, consolidación y esta estabilización socioeconómica de los desplazados internos por la violencia en la República de Colombia.

pueden considerar como los contactos personales a través de los cuales el individuo o la familia mantiene su identidad social y recibe apoyo emocional, ayuda material, servicios e información²⁰.

- Capacidad de adaptarse a nuevos ambientes, corresponde a la facultad o disposición que puede tener una familia para retomar sus actividades, redes, acceso a servicios en una nueva vivienda, así como de acoger las circunstancias del nuevo entorno.

Los criterios cuantitativos permiten dar una calificación inicial del nivel de vulnerabilidad y los cualitativos permiten complementar el análisis del nivel de condiciones de vulnerabilidad. Se reitera que los criterios cualitativos se estiman de acuerdo con las variables indagadas en campo en cada una de las encuestas adelantadas durante el estudio cuya ponderación y calificación fue explicada con anterioridad.

Valoración de criterios: De acuerdo con la información recolectada, se realiza la siguiente calificación y ponderación de variables:

Tabla 1-62 Matriz de Calificación de los Criterios

CRITERIO -	INDICADORES	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Nivel educativo	Analfabeta ²¹	5	5%
	Ninguno pero sabe leer	4	
	Primaria	3	
	Secundaria	2	
	Técnico/ Univ./ Postgrado	1	
Discapacidad	Si	5	10%
	No	1	
Salario	< 1 SMLV	5	10%
	Entre 1 y < 2 SMLV	4	
	Entre 2 y <4 SMLV	3	
	Entre 4 y <6 SMLV	2	
	> 6 SMLV	1	
Jefatura de hogar	Jefatura femenina sin compañero	5	5%
	Jefatura femenina con compañero	3	

20 GUZMÁN José Miguel, HUENCHUAN Sandra. Redes de Apoyo Social de Personas Mayores: marco teórico conceptual CELADE-División de Población de la CEPAL. Ponencia presentada en el Simposio Viejos y Viejas. Participación, Ciudadanía e Inclusión Social. 51 Congreso Internacional de Americanistas Santiago de Chile, 14 al 18 de julio de 2003. Pág. 2

21 Se considera para el caso de este análisis la condición de analfabetismo funcional.

CRITERIO -	INDICADORES	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
	Jefatura masculina	1	
Afiliación al régimen de salud	Si	5	5%
	No	1	
Relación con el predio	Poseedor/ MeJORatario/ Usufructo	5	5%
	Arrendatario	3	
	Propietario	1	
Población en situación de desplazamiento	Si	5	15%
	No	1	
Hacinamiento*	Si (no mitigable)	5	10%
	Si (Mitigable)	3	
	No	1	
Recursos económicos disponibles**	< 1 SMLV + Deuda	5	5%
	< 1 SMLV	4	
	< 1 SMLV + Ahorro	3	
	Entre 1 y 2 SMLV + deuda	2	
	Entre 1 y 2 SMLV + Ahorro	1	
Dependencia económica con relación al predio	Cuenta con actividad económica en el predio y depende de ella exclusivamente	5	10%
	Cuenta con actividad económica y no depende de ella exclusivamente	3	
	No cuenta con actividad económica en el predio y cuenta con otros ingresos	1	
Porcentaje de afectación del predio***	> 70%	5	10%
	60% a 70%	4	
	>40% a 59%	3	
	21% a <40%	2	
	0 % a 20 %	1	
Antigüedad en la zona****	> o = a 20 años	5	5%
	Entre 10 y 19 años	4	
	Entre 5 y 9 años	3	
	Entre 1 y 4 años	2	
	Menos de un año	1	
Disponibilidad de terreno en el predio para la relocalización de la vivienda	No	5	5%
	Si	1	

* Analizada de acuerdo con el Número de miembros de la familia Vs. Dotación de la vivienda

CRITERIO -	INDICADORES	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
	para determinar niveles de hacinamiento: cantidad de miembros del hogar/cantidad de habitaciones de la vivienda. Para determinar las condiciones de hacinamiento se tienen en cuenta las definiciones del DANE de acuerdo con la Ficha Metodológica Déficit de Vivienda ²² : Hacinamiento no mitigable: se consideran en esta situación los hogares que habitan en viviendas con cinco o más personas por cuarto (excluye cocina baños y garajes). Hacinamiento mitigable: se consideran en esta situación los hogares que habitan en viviendas con más de tres a menos de cinco personas por cuarto (excluye cocina, baños y garajes).		
	** Analizando ingreso vs deudas y ahorros		
	*** De acuerdo con el tamaño del predio con relación a la servidumbre		
	**** Evalúa el nivel de arraigo de la población con base en el tiempo de residencia en el predio		

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

La ponderación para cada uno de los criterios se ha establecido distribuyendo el 100% en los 13 criterios de análisis cuantitativo, dando mayor peso a aquellos que generarían mayor impacto por efectos de un traslado, por ejemplo una familia que haya sido víctima de desplazamiento, un miembro de la familia que cuente con alguna condición de discapacidad, o tenga bajos ingresos o alta dependencia económica del predio tendrá un índice ponderado mayor, con relación a otra familia con diferentes condiciones.

Es importante tener presente que la metodología desarrollada para caracterización y análisis de vulnerabilidad de la población será aplicada en el caso de encontrar nuevas viviendas intervenidas por el proyecto que requieran reubicación. La Empresa de Energía de Bogotá realizará de manera directa acompañamiento permanente a la población que requiera traslado, a fin de verificar la restitución de la totalidad de las condiciones iniciales de los hogares intervenidos por el proyecto.

✓ **Diseño y aplicación de instrumentos de recolección de información.**

Los instrumentos aplicados para recolección de información de población a trasladar corresponden a los formatos:

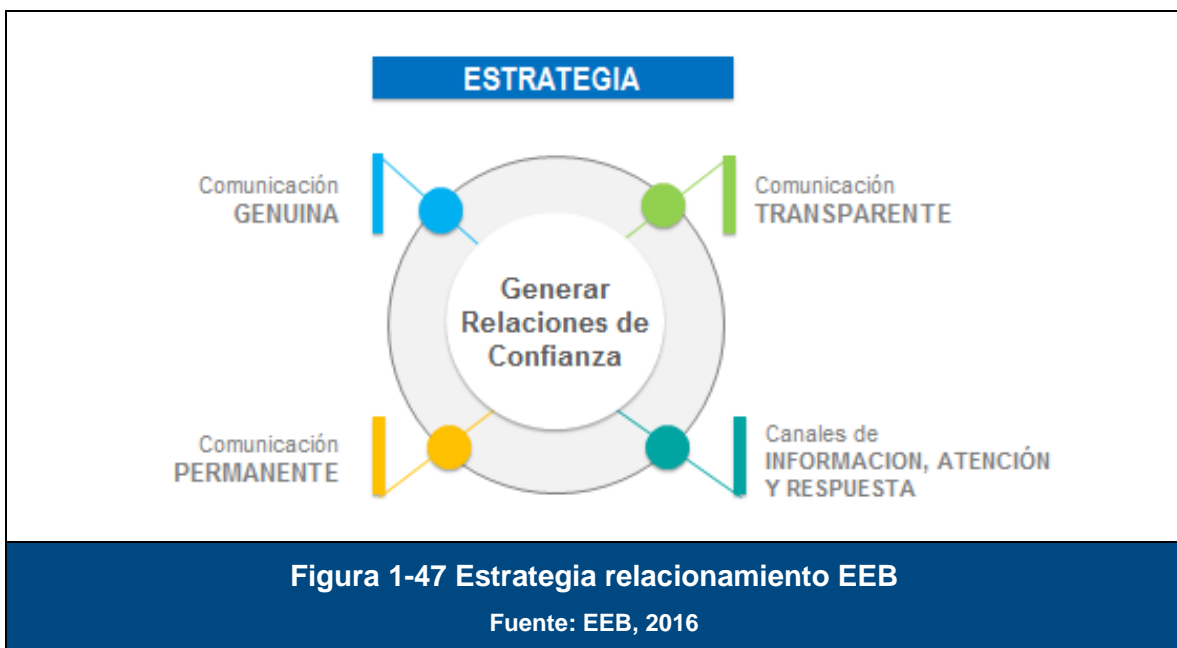
- AMB-FO-GOSOC-001 Formato base de identificación y observación del predio (Ver Figura 1-37)
- AMB-FO-GOSOC-002 Formato de caracterización de unidades sociales
- AMB-FO-GOSOC-003 Formato de caracterización de unidades productivas (Figura 1-39).

22 Informe consultado en:

http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/FM_deficitvivienda.pdf

✓ **Estrategias Comunicativas refuerzo al proceso de lineamientos de participación**

Con el fin de generar relaciones de confianza con las comunidades, autoridades y los interesados en el Proyecto, se plantea una estrategia de comunicación genuina, transparente, permanente y con canales de información, atención y respuesta, como se muestra en la Figura 1-47:



Con el objetivo de fortalecer los canales de comunicación que se han venido gestionando a lo largo de la fase de estudios; así como en cumplimiento a la solicitud de información adicional de la ANLA, en la que se requirió realizar y complementar el proceso de información, acercamiento, socialización y divulgación del proyecto a través de estrategias dirigidas a las autoridades regionales, municipales, comunidades y propietarios del área de influencia del proyecto Norte, la Empresa adelantó diez (10) estrategias comunicativas, como se observa en la Figura 1-48.



A continuación se describe cada una de las estrategias implementadas por la Empresa en el área de influencia del Proyecto:

➤ **Difusión formal de la estrategia**

El primer canal para la difusión de información, se realizó a través de oficios dirigidos a las alcaldías, personerías municipales, así como a los presidentes de JAC en el que se informó sobre las diferentes estrategias comunicativas; de igual manera a las autoridades regionales se les comunicó sobre las acciones llevadas a cabo en cada uno de los municipios de su jurisdicción.

➤ **Reunión con autoridades municipales**

Se realizaron acercamientos a alcaldes y personeros municipales a fin de dar a conocer las diferentes estrategias a desarrollar, informar sobre el estado actual del Proyecto y clarificar inquietudes respecto al mismo.

➤ **Puntos informativos**

Con el fin de brindar información y aclarar inquietudes sobre el Proyecto de manera directa y personalizada, se dispuso de un punto informativo por municipio (Fotografía 1-13) con elementos audiovisuales para la exposición de los contenidos técnicos e informativos tales como videos sobre campos electromagnéticos (anexo MS2-1_1), construcción de líneas de transmisión (MS2-1_2) y la historia de la Empresa (MS2-1_3). En físico se tuvo material didáctico como boletines trimestrales (anexo MS2-4), fichas temáticas (anexo MS2-2), e infografía del proyecto (anexo MS2-3). Cada punto informativo tuvo un área de 4mX4m, dotado de cinco sillas, una mesa, un televisor, un computador y un punto de hidratación.



Fotografía 1-13 Punto informativo

Fuente: EEB, 20

Para la garantizar la asistencia de la comunidad a estos puntos de información se realizó un perifoneo invitando acercarse a los mismos.

En cuanto a la atención e información a la comunidad, fueron destinados cuatro profesionales representantes de cada área (gestor inmobiliario, gestor social, gestor ambiental y dirección de comunicaciones), resolviendo las inquietudes y dudas de los asistentes.

Esta actividad se soportó en tres formatos: registro de atención, formato de evaluación y planilla (anexo MS2-6_1, MS2-6_2, MS2-6_3), Así mismo se realizó el registro fotográfico y fílmico.

➤ **Boletín informativo trimestral**

Se emitió el primer boletín con información general como ubicación del proyecto, alcance, el estado actual, su importancia y aclarando una pregunta frecuente en cada emisión que tendrá una frecuencia trimestral, así como una sección educativa con datos de interés (Ej. Tablas de multiplicar) para que la comunidad encuentre en él una utilidad en su cotidianidad. Estos boletines fueron entregados puerta a puerta por recorredores locales a la comunidad en general de las veredas y cabeceras municipales del área de influencia, que a su vez fue un mecanismo para convocar a los puntos informativos (Anexo MS2-4).

➤ **Kit informativo**

Esta estrategia contempló la entrega de un kit informativo a las autoridades municipales, presidentes de JAC y propietarios que se encuentran ubicados en el área de influencia puntual del proyecto. Dicho kit contiene una bolsa reutilizable, un esfero, un boletín trimestral con información general del Proyecto y una cartilla (Anexo MS2-5) con los datos relevantes sobre el plan de manejo ambiental; uso y aprovechamiento de recursos naturales: impactos ambientales; evaluación ambiental; zonificación ambiental; zonificación de manejo ambiental; plan de gestión del riesgo; plan de desmantelamiento y abandono y plan de compensación por pérdida de biodiversidad, identificado en el Estudio de Impacto Ambiental – EIA.



Para el desarrollo de esta actividad, se manejó el esquema de recorredores locales en todos los municipios, con el fin de facilitar la tarea de entrega puerta a puerta y al ser conocedores del territorio; además, teniendo en cuenta el nivel de oposición al proyecto en algunos municipios, la utilización de este esquema puede disminuir la posible negativa al recibido de la información. Por otro lado, se hizo uso del correo certificado para la entrega de la información a los propietarios que residen en Bogotá y a las autoridades municipales.

➤ **Publicación en periódicos regionales**

Con el propósito de llegar a una mayor audiencia, se publicó la infografía del Proyecto (anexo MS2-3) en tamaño doble página a todo color, en los periódicos regionales como Boyacá 7 días (Boyacá) y Elector (Cundinamarca).

➤ **Gira en medios locales**

Con los diferentes medios de comunicación locales que tienen cobertura en los municipios del área de influencia del Proyecto, se coordinaron espacios radiales en vivo de media

hora de duración, donde en cabeza de la dirección de comunicaciones y el vocero encargado para interactuar con los diferentes medios de comunicación por parte del corporativo, se llevó a cabo la presentación general del Proyecto, para informar y aclarar inquietudes de los oyentes.

➤ **Cápsulas radiales**

En las diferentes emisoras locales con cobertura en el área de influencia, se emitieron cápsulas radiales sobre servidumbres (anexo MS2-7_1), gestión ambiental (anexo MS2-7_2) y campos electromagnéticos (anexo MS2-7_3) escenificadas en contextos cotidianos.

➤ **Difusión en redes sociales, página web y correo electrónico**

En el desarrollo de las diferentes estrategias comunicativas, se mantuvo una constante difusión de mensajes en twitter a través de la cuenta oficial de la empresa y la página web del corporativo, emitiendo mensajes de convocatoria, video clips de lo realizado en los puntos informativos, así como la propagación de la infografía, la cartilla y el boletín trimestral.

De igual manera se hizo uso del correo electrónico a los propietarios, comunidad y autoridades, el boletín trimestral y la cartilla informativa.

➤ **Programa de televisión “Vivimos con energía”**

Como medio audiovisual para la transmisión de información sobre el Proyecto en canales comunitarios representativos de la Región para el mes de diciembre, se realizó la grabación en un escenario real con un proyecto de infraestructura de líneas de transmisión de alta tensión existente, donde la alta gerencia responde a preguntas frecuentes de las comunidades como: generalidades del Proyecto, sus beneficios y alcance, en cuanto a servidumbres qué es y su metodología de valoración y pago, en lo social la importancia de la buena vecindad y la generación de valor compartido y capital social a desarrollar en la región; desde el tema técnico junto con el Dr. Horacio Torres como ingeniero Electricista de la Universidad Nacional y el gerente de ingeniería de EEB, se aclararon 4 mitos sobre el ruido en el cual se hizo de un sonómetro para hacer medidas puntuales de los niveles de ruido en el ambiente, en campos electromagnéticos con una prueba con un sensor de campo magnético para evidenciar que este valor es inferior a los límites establecidos en el RETIE y el mito de la radiointerferencia, en el cual se realizaron llamadas a celular, sintonizar frecuencias de radio en AM y FM, demostrando que no hay afectaciones, finalmente se trató el tema de la atracción de rayos por la presencia de las torres.

➤ **Proceso de sistematización**

Una vez finalizada la ejecución de la estrategia, se procedió a la organización, digitalización de los soportes de las actividades con sus respectivos rótulos, tabulación y digitación de las evaluaciones de los puntos informativos, así como el análisis y resultados de esta estrategia a lo largo de los municipios del área de influencia, que se profundiza en el capítulo de lineamientos de participación del presente documento.

1.5.4. Metodología Aspectos Arqueológico

La metodología se dividirá en tres (3) fases; la primera tiene que ver con la documentación de informes investigativos previos que contextualizaron el presente informe, así como también los antecedentes etnohistóricos y arqueológicos correspondientes a las áreas de influencia del proyecto eléctrico; la segunda, está relacionada con el trabajo hecho en campo y que está contemplada en el proyecto de solicitud de licencia, aprobado por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia; y la tercera, contempla la zonificación del potencial arqueológico por unidades de paisaje y contextos arqueológicos

➤ **Fase 1 Documentación y antecedentes etnohistóricos y arqueológicos**

En esta parte de la metodología, se indagó producciones de tres cortes. El primero hace referencia a la producción etnohistórica, la cual nos da una idea general del contexto social expresado por cronistas de época, quienes, a pesar que sus descripciones fueron elaboradas con una visión colonialista, alimentan hoy por hoy nuestro quehacer arqueológico con los diferentes interrogantes que surgen entre la narrativa y los artefactos y vestigios arqueológicos encontrados y debidamente analizados.

El segundo corte de producciones indagado hace referencia a textos de carácter arqueológico propiamente. Estas producciones son tal vez las que más importancia tienen para nuestro quehacer, nos enseñan el contexto de producción material de culturas que aún los ojos de los cronistas no tuvieron la oportunidad de ver, y nos contextualiza de manera muy poco prejuiciosa de culturas existentes en un rango de tiempo muy amplio, mucho más amplio que el tiempo histórico, relacionado con precisiones en diferentes espacios geográficos.

El tercer corte hace referencia a las producciones de contexto ambiental y paisajístico de las zonas de influencia del proyecto. Estas, nos ayudan a comprender de manera más general las dinámicas bióticas y abióticas presentes en las diferentes zonas de intervención del proyecto eléctrico y cómo pueden influir o relacionarse con los resultados del trabajo de campo arqueológico.

➤ Fase 2 Trabajo de campo

La metodología que se aplicó en las respectivas fases de campo ha sido la planteada en el proyecto de arqueología preventiva inicial que se pasó ante el ICANH. Se realizó una prospección sistemática con pruebas de pala o pozos de sondeo de 40 X 40 cm., hasta nivel estéril de profundidad, con el fin de poder determinar el potencial arqueológico subyacente en los suelos donde interviene el proyecto eléctrico.

Para las áreas de subestaciones eléctricas se realizaron pruebas de pala separadas cada 40 m., cubriendo el área a manera de grilla. Para el caso de las torres, siendo estas las que intervienen el subsuelo directamente en todo el recorrido de la línea eléctrica, se realizaron cuatro pozos por torre, correspondientes a cada una de las patas que sostiene la estructura.

➤ Fase 3 Zonificación del potencial arqueológico por unidades de paisaje y contextos arqueológicos

De acuerdo a la ubicación espacial de los reportes de hallazgos y/o sitios arqueológicos, y su contextualización con datos arqueológicos de otros lugares, se estima el potencial arqueológico de las unidades de paisaje por donde puede pasar la línea de interconexión eléctrica.

El potencial estimado es plasmado en una tabla donde la valoración “baja” corresponde a espacios en que, o bien solo se han reportado hallazgos aislados y descontextualizados o no se reporta la aparición de ningún tipo de material arqueológico. La calificación “baja” corresponde también a formaciones del relieve que por su alta inclinación albergan muy poca posibilidad materiales arqueológicos. De potencialidad “media” están aquellos espacios en donde se han encontrado hallazgos con algún grado de contextualización, y que por su inclinación moderada tienen alguna probabilidad de ocurrencia de hallazgos. En la categoría de potencial “alto” se encuentran las geoformas en donde se han reportado sitios arqueológicos, hallazgos bien contextualizados y que según la bibliografía arqueológica de las áreas de influencia del proyecto, pueden contener información importante sobre asentamientos humanos o áreas de actividades culturales. Coherente con los mecanismos de estimación de potencial que hemos señalado, también se clasificaron dentro de la categoría “alta” aquellas geoformas con baja o escasa inclinación. Como “muy alta” se calificó a aquellos espacios donde se han registrado sitios arqueológicos grandes y de complejidad arqueológica que pueden tener evidencias de dos o más contextos arqueológicos, así se dio mayor significancia a las terrazas aledañas a los ríos que constituyen generalmente áreas propicias para el asentamiento humano.

1.5.5. Zonificación ambiental

De acuerdo con los lineamientos establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010), la Guía Metodológica para la Zonificación Ambiental (Delgado, 2003) y los criterios de zonificación establecidos por las corporaciones Ambientales Regionales, zonas de especial atención como Reservas Forestales Nacionales, Distritos de manejo Integrado, Reservas natural de la Sociedad Civil; se presenta en este capítulo la zonificación de ambiental, desarrollado para el proyecto Norte UPME 03-2010”; con el objeto de evaluar la vulnerabilidad de las unidades ambientales identificadas.

La Zonificación de Manejo Ambiental permite identificar los requerimientos de gestión ambiental y social necesarios para la ejecución exitosa del proyecto, en virtud de las condiciones de sensibilidad del medio y los niveles de importancia de los impactos significativos generados por el mismo.

El desarrollo de la zonificación ambiental, se plantea determinando para cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico) las áreas de importancia legal, las áreas de importancia ambiental y la sensibilidad de los elementos propios de cada medio, para luego, realizar la integración de todos los componentes a través de la superposición de mapas temáticos y finalmente obtener la sensibilidad ambiental del área del proyecto.

1.5.5.1. Aspectos Conceptuales para el Desarrollo de la Zonificación Ambiental

El concepto de zonificación se define como la separación espacial de una región en sus áreas componentes desde una perspectiva integral con el fin de optimizar su utilización de acuerdo con sus condiciones naturales y sociales específicas (Botero, 1996). Así, la zonificación ambiental se entiende como la división de un área en zonas relativamente homogéneas, concordante con los criterios ambientales que se cobijan en dicho territorio, considerándose como una síntesis de los diagnósticos del medio abiótico, biótico y socioeconómico.

Bajo este concepto, la zonificación ambiental se considera un mecanismo que plasma la información de la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto, en imágenes gráficas que permitieron espacializar y visualizar las condiciones actuales existentes en el área de influencia determinada para el Proyecto UPME 03 de 2010.

Para el desarrollo de la zonificación ambiental se definieron las temáticas y variables a evaluar en cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), posteriormente, mediante la experticia de los profesionales encargados de este estudio, se determinó el nivel de Importancia y Sensibilidad de cada variable.

De acuerdo con los Términos de Referencia LI-TER-1-01 del Estudio de Impacto Ambiental para el tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de

interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (Subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220kV, se acogieron los siguientes conceptos:

Sensibilidad: Delgado (2003), define sensibilidad como la susceptibilidad de las unidades ambientales al deterioro o degradación por factores externos, también se entiende como el potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos debido a las actividades de intervención antrópica del medio o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente (Benítez, 2007 citado por Rebolledo, 2009).

Importancia: Comprende la identificación de los principales valores que posee el área de influencia, tanto en términos de biodiversidad como en el mantenimiento de procesos ecológicos que son esenciales para el desarrollo local o regional y que en su conjunto sustentan las actividades económicas. Entre estos elementos también se incluyen todos los atractivos naturales y los valores recreativos, interpretativos, investigativos, culturales, históricos o arquitectónicos del área, los cuales deben de ser identificados (ANLA, 2014).

1.5.5.2. Variables de Análisis para la Zonificación Ambiental

Para el desarrollo de la zonificación ambiental, se tomó como insumo principal la información obtenida en la caracterización de los medios abiótico, biótico, socioeconómico y cultural, la cual permitió evaluar la sensibilidad e importancia de cada una de las variables determinadas como susceptibles de ser modificadas por causas externas y/o con posibilidades de perder la capacidad de proveer bienes y servicios ambientales, sociales, económicos y culturales a las comunidades identificadas en el área de influencia del proyecto.

Reconociendo que la interacción entre los factores de sensibilidad e importancia permite diferenciar la potencialidad de distintas zonas del área de influencia para el desarrollo del proyecto, se definieron elementos que tipifican dicha relación y con los cuales fue posible identificar el estado actual del área de influencia del proyecto. En el presente estudio de impacto ambiental se consideraron los elementos, relacionados en la Tabla 3-1, para dicho análisis.

Tabla 1-63 Variables de análisis para la zonificación ambiental

MEDIO	VARIABLE
ABIOTICO	Estabilidad Geotécnica
	Susceptibilidad a deslizamientos
	Grado de pendientes del terreno
	Conflicto de Uso del Suelo
BIOTICO	Coberturas de la tierra

MEDIO	VARIABLE
SOCIOECONOMICO	Áreas de importancia ambiental
	Densidad poblacional
	Servicios sociales e infraestructura
	Actividades Económicas
	Interés arqueológico, histórico y/o cultural

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

De acuerdo con las variables listadas, a continuación se presenta la descripción de cada una de ellas, así como los criterios de evaluación tenidos en cuenta para su valoración y la elaboración de la zonificación ambiental.

1.5.5.3. Criterios de Evaluación

Posterior a la selección de las variables a evaluar en los medios abiótico, biótico y socioeconómico, se llevó a cabo la definición de los criterios de valoración para la elaboración de la zonificación ambiental, así como la descripción de sus respectivas categorías. A continuación en la Tabla 3-2 se presenta la información en detalle.

Tabla 1-64 Criterios de evaluación para las temáticas de zonificación ambiental

CLASIFICACIÓN (VALORACIÓN)	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA
MUY BAJA (1)	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una alta resistencia a sufrir cambios recuperándose en el corto plazo de forma natural.	Son aquellos elementos del medio a intervenir, presentes en el área de influencia, que poseen una muy baja capacidad de generación de bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y culturales, por lo que su intervención no representa una afectación potencial en la prestación de dichos bienes y servicios.
BAJA (2)	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una buena resistencia a sufrir cambios. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el corto plazo y se requiere implementar acciones de prevención.	Son aquellos elementos del medio a intervenir, presentes en el área de influencia, que poseen una baja capacidad de generación de bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y culturales, por lo que su intervención probablemente no represente una afectación potencial en la prestación de dichos bienes y servicios en plazos de tiempo corto, sin embargo es necesaria la implementación de medidas de prevención.

CLASIFICACIÓN (VALORACIÓN)	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA
MEDIA (3)	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios. Su recuperación se da en el corto plazo implementando acciones de prevención y en el largo plazo implementando medidas de mitigación.	Son aquellos elementos del medio a intervenir, presentes en el área de influencia, que poseen capacidad media de generación de bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y culturales, y que al ser intervenidas denotan disminución de dicha capacidad. La recuperación en estas áreas se da a largo plazo a menos que se implementen medidas de prevención y mitigación.
ALTA (4)	Corresponde a elementos del medio altamente susceptibles a ser transformados o intervenidos por acciones externas y con baja capacidad de recuperación por medios naturales. Para su recuperación se requieren medidas de mitigación y corrección, con resultados visibles en el mediano y largo plazo. En pocas ocasiones se logran recuperar en el corto plazo.	Son aquellos elementos del medio a intervenir, presentes en el área de influencia, que poseen una alta capacidad de generación de bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y culturales, por lo que su intervención representaría una alta afectación potencial en la prestación de dichos bienes y servicios en el corto plazo. Esta puede ser restituida en el largo plazo.
MUY ALTA (5)	Corresponde a elementos del medio que exhiben condiciones de sensibilidad y fragilidad ecológica muy alta, la cual puede haber sido previamente declarada mediante acciones de protección o delimitación en categorías especiales de protección. Así mismo, se consideran elementos que tienen muy baja capacidad de recuperación y su manejo se asocia las medidas de corrección y compensación para el caso de alteraciones de tipo irreversible cuyos resultados se observan en el mediano y largo plazo.	Son aquellos elementos del medio a intervenir, presentes en el área de influencia, que poseen una muy alta capacidad de generación de bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y culturales, por lo que su intervención podría representar la pérdida del potencial en la prestación de dichos bienes y servicios y requieren acciones de compensación, a fin de recuperar dicho potencial.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

1.5.5.4. Matriz de Decisión

El cruce entre los niveles de sensibilidad e importancia en cada medio evaluado, originó 25 interacciones que se agruparon en cinco (5) niveles, conforme se presenta en la Tabla 1-65 es importante señalar que cada medio (Abiótico, Biótico y Socioeconómico), tuvo la misma relevancia a la hora de realizar la zonificación.

Tabla 1-65 Interacciones para la relación sensibilidad e importancia

			SENSIBILIDAD				
			Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
			1	2	3	4	5
IMPORTANCIA	Muy Baja	1					
	Baja	2					
	Media	3					
	Alta	4					
	Muy Alta	5					10

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Finalmente, bajo el modelo empleado se realizaron los cruces de las zonificaciones intermedias, dando como resultado la síntesis de zonificación ambiental para el área de influencia directa e indirecta.

Tanto el procesamiento de información, como la salida gráfica de la zonificación ambiental del Proyecto, fueron llevados a cabo a una escala 1:25.000.

1.5.5.5. Temáticas de Evaluación del Medio Abiótico

Para determinar la sensibilidad e importancia ambiental desde el punto de vista abiótico y realizar la zonificación ambiental del medio, se escogieron cuatro (4) variables: i) estabilidad geotécnica, ii) susceptibilidad a deslizamientos, iii) grado de pendiente del terreno y iv) conflicto del uso del suelo.

Dichas variables se pudieron materializar a partir de la caracterización de los aspectos geológicos, geomorfológicos, edafológicos, pendiente del terreno, y los conflictos de uso del suelo identificados en la zona del proyecto. A continuación se presenta la zonificación intermedia para el medio abiótico.

➤ **Estabilidad Geotécnica**

Dado que la zonificación geotécnica permitió establecer áreas de mayor o menor amenaza por inestabilidad del terreno, se consideraron las unidades de amenaza geotécnica para la evaluación de la sensibilidad ambiental.

Se evaluó la importancia teniendo en cuenta que en la medida que el terreno sea afectado y su alteración implique afectación de otros recursos ambientales, donde su recuperación incluya la implementación de medidas de alto costo y duración, se calificaron como de muy alta importancia ambiental.

Las áreas asociadas a una autorecuperación del terreno y menor afectación de otros recursos ambientales, implican menor importancia ambiental. En la Tabla 1-66 se relacionan los rangos de calificación de importancia y sensibilidad ambiental para esta variable.

Tabla 1-66 Rangos de Estabilidad Geotécnica

ZONIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD GEOTECNICA	DESCRIPCIÓN	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
Zonas de muy baja estabilidad	Zonas que presentan eventos de remoción en masa e inundación con alta frecuencia. Existen relieves con pendientes superiores al 45%, donde predominan zonas de fallas y registros constantes de deslizamientos por desprendimientos.	Muy Alta 5	Alta 4	Alta 4
Zonas de baja estabilidad	Zonas en las que los estudios locales y/o regionales las han delimitado como amenaza media por procesos erosivos y remoción en masa asociados a la presencia de rocas con algunas alteraciones y terrenos con algunos terrenos con algunas ondulaciones.	Alta 4	Media 3	Media 3
Zonas de baja a media	Zonas en las que los estudios locales y/o regionales las han delimitado como amenaza media por procesos erosivos	Media 3	Media 3	Media 3

ZONIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD GEOTECNICA	DESCRIPCIÓN	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
	y remoción en masa. Son áreas donde es posible ubicar infraestructura del proyecto con aplicación de medidas de manejo para la estabilidad geotécnica. Su recuperación natural se da en el corto plazo.			
Zonas de media a alta estabilidad	Zonas en las que los estudios locales y/o regionales las han delimitado como amenaza media a alta por procesos erosivos y remoción en masa debido a la presencia de roca alterada. Su recuperación natural se da en el largo plazo. La probabilidad de ser inundada es baja sin representar una amenaza significativa para la población o la infraestructura de la zona, para ello se requieren acciones de prevención.	Baja 2	Media 3	Baja 2
Zonas de muy alta estabilidad	Zonas en las que la probabilidad de materializarse una amenaza es muy baja.	Muy Baja 1	Alta 4	Media 3

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ **Susceptibilidad por deslizamiento**

En el análisis desarrollado dentro del capítulo 3 Caracterización del área de influencia, se pudo determinar que en área de estudio, la amenaza por deslizamientos está asociada a las características de las unidades geomorfológicas identificadas.

Tabla 1-67 Rangos áreas de amenaza por deslizamiento

ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMINENTOS	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
Mesa, meseta terraza	Bajo (2)	Muy Bajo (1)	Bajo (2)
Aplanamiento, ondulaciones	Bajo (2)	Bajo (2)	Bajo (2)
Lomas	Medio (3)	Moderado (3)	Medio (3)
Vallecitos	Bajo (2)	Bajo (2)	Bajo (2)
Sinclinal	Medio (3)	Moderado (3)	Medio (4)
Cuesta Homoclinal	Muy alto (5)	Alto (4)	Muy alto (5)
Anticlinal Simple	Alto (4)	Muy alto (5)	Alto (4)
Anticlinal	Alto (4)	Muy alto (5)	Alto (4)
Laderas irregulares	Alto (4)	Muy alto (5)	Alto (4)
Cresta homoclinal abrupta	Alto (4)	Muy alto (5)	Alto (4)

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ **Grado de pendientes del terreno**

Para esta temática, la leyenda de entrada fue tomada a partir del mapa de pendientes, previamente elaborado en la caracterización del área de influencia.

Tabla 1-68 Rangos Grado de pendientes del terreno

ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PENDIENTE DEL TERRENO	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
Terrenos totalmente escarpados pendiente superior a 75%	Muy Alta 5	Muy Alta 4	Muy Alta 4
Terrenos fuertemente escarpados o fuertemente empinados, cuya pendiente oscila entre 25 – 75%	Alta 4	Alta 4	Alta 4
Terrenos moderadamente escarpados o moderadamente empinados, con pendientes entre 12 – 25%	Media 3	Media 3	Media 3
Terrenos ligeramente escarpados o ligeramente empinados, con pendiente entre 7 – 12%	Baja 2	Media 3	Baja 2
Superficies, moderadamente inclinadas, con pendiente suave inferior 0 – 7%	Muy Baja 1	Baja 2	Muy Baja 1

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016



➤ **Conflictos de uso del suelo**

A continuación se presentan los valores de importancia y sensibilidad establecidos para cada uno de los conflictos de uso del suelo que son evaluadas en la presente zonificación del medio abiótico:

Tabla 1-69 Criterios de calificación para conflicto de uso del suelo

CONFLICTO DE USO DE LA TIERRA	IMPORTANCIA	SENSIBILIDAD	RESULTADO
Uso adecuado/Sin Conflicto	Muy Bajo (1)	Muy Bajo (1)	Muy Bajo (1)
Subutilización Ligera	Muy Bajo (1)	Medio (3)	Bajo (2)
Subutilización Moderada	Bajo (2)	Bajo (2)	Bajo (2)
Subutilización Severa	Medio (3)	Bajo (2)	Bajo (2)
Sobre utilización Ligera	Medio (3)	Medio (3)	Medio (3)
Sobre utilización Moderada	Alto (4)	Alto (4)	Alto (4)
Sobre utilización Severa	Muy Alto (5)	Muy Alto (5)	Muy Alto (5)

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

De acuerdo con los resultados obtenidos en cada una de las variables del componente físico, se realizó el cálculo de los valores mínimos y máximos para establecer las categorías de zonificación en este componente.

A continuación se presentan las expresiones utilizadas para el cálculo de los valores máximos y mínimos para el componente físico, para lo cual se tuvo en cuenta que las variables consideradas son acumulativas, dado que pueden darse simultáneamente en un mismo sitio o lugar.

$$F_{\text{máx}} = \Sigma \{Eg_{\text{máx}}, Sdes_{\text{máx}}, Gp_{\text{máx}}, Cu_{\text{máx}}\}$$

$$F_{\text{mín}} = \Sigma \{Eg_{\text{mín}}, Sdes_{\text{mín}}, Gp_{\text{mín}}, Cu_{\text{mín}}\}$$

Donde:

(**Eg**): Estabilidad geotécnica

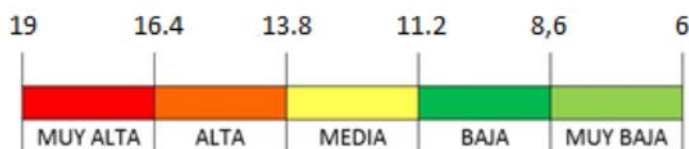
(**Sdes**): Susceptibilidad a deslizamiento

(**Gp**): Grado de pendiente del terreno

(**Cu**). Conflicto de Uso del Suelo

A partir de los resultados obtenidos se establecieron los rangos de zonificación para el componente físico, donde el máximo valor corresponde a 19 y el mínimo a 6 (Figura 1-49).

Figura 1-49 Rangos para la Zonificación Ambiental Abiótica



Fuente: Consorcio Ambiental de Chivor, 2016

1.5.5.6. Temáticas de Evaluación del Medio Biótico

La zonificación ambiental del medio biótico se desarrolló a partir de las coberturas de la tierra, porque estas permiten identificar áreas artificiasdas o naturales, es decir el grado de transformación de las coberturas. Adicionalmente, en las coberturas naturales se tiene en cuenta la capacidad para recuperar sus condiciones ante una intervención, es decir la resiliencia del ecosistema intervenido. Las Áreas pertenecientes al RUNAP, las áreas con Estrategias de Conservación Complementarias, las Áreas protegidas, Distritales y Ecosistemas estratégicos son considerados como áreas de importancia ambiental, porque ya cuentan con procesos avanzados respecto al análisis del uso que se debe dar al suelo, para la recuperación o conservación de las coberturas vegetales nativas.

➤ Criterios de sensibilidad e importancia según las coberturas de la tierra

La zonificación ambiental para el componente biótico se desarrolló a partir de cuatro (4) elementos característicos, según la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010):

- Áreas Bosques y áreas seminaturales
- Áreas Territorios agrícolas
- Áreas Artificializadas
- Áreas húmedas y superficies de Agua

Se consideraron estos elementos porque muestran de forma general e integral el estado actual, de protección y uso de los ecosistemas en el área de influencia, dando una visión de la sensibilidad e importancia del área evaluada, teniendo en cuenta que la escala de salida cartográfica (1:25.000) obliga generalizar los elementos que se encuentran en áreas inferiores 1,5 ha. En este análisis no se han incluido los cuerpos de agua, teniendo

en cuenta que para efectos de la zonificación los cuerpos de agua son protegidos por la legislación.

Teniendo en cuenta que el mapa de coberturas de la tierra es uno de los insumos para la elaboración del mapa de ecosistemas, al complementarse con los biomas, que son el resultado de la interacción de suelos, clima y geología; el análisis biótico de la zonificación se realiza a partir de las coberturas identificadas, ya que los otros elementos han sido evaluados en el componente físico. El mapa de coberturas de la tierra para esta fase de la zonificación permite identificar áreas con mayor intervención antrópica, con mayor transformación y en consecuencia, menor capacidad de recuperación de las condiciones iniciales.

En consecuencia, a continuación se presenta la identificación de la sensibilidad de cada cobertura, desde el potencial de transformación que puede experimentar cada una ante la implementación del proyecto. La importancia está valorada a partir de la oferta ambiental de cada cobertura, que contrasta elementos como la diversidad, la conservación de los suelos, regulación del ciclo hidrológico o la oferta de recursos para la comunidad.

➤ **Criterios de sensibilidad e importancia en bosques y áreas seminaturales**

Las áreas naturales desde la óptica del componente biótico tienen mayor potencial de transformación, por lo que la presencia de los elementos depende de la interacción de diversas condiciones naturales físicas y bióticas, mientras que las áreas con coberturas agrícolas y transformadas tienen elementos puestos a propósito por el hombre; por esta condición las áreas naturales presentan mayor sensibilidad entre las coberturas de la tierra identificadas.

Debido a la oferta de recursos en las áreas naturales se destaca su importancia frente a las áreas que han sido objeto de intervención antrópica; esto se justifica porque la oferta de recursos en áreas naturales supera los límites de un predio privado, por ejemplo la captura de material particulado, captura de gas carbónico, la mitigación del ruido, mitigación de la incidencia del viento, mitigación de la radiación solar, la regulación del ciclo hidrológico; mientras que las áreas transformadas, tienen pocos elementos que están puestos a propósito para beneficio de un interés particular y su presencia depende precisamente del interés del propietario.

Los bosques riparios, los bosques densos y los arbustales densos se han calificado con sensibilidad Alta (4), porque tardan más tiempo en recuperar sus condiciones estructurales y de diversidad. La importancia de estas coberturas las determina la oferta ambiental, relacionada con el hábitat de especies faunísticas que encuentran alimento en estas áreas o refugio en sus diferentes estratos. Los arbustales son coberturas naturales con vegetación de porte arbustivo que son sensibles por que se desarrollan en áreas en donde no tienen competencia con árboles que dominen el dosel. La importancia de esta

cobertura está dada por su aporte a la conservación de los suelos, regulación del ciclo hidrológico y albergue de fauna, son reconocidas algunas especies por sus frutos comestibles y usos domésticos.

Con calificación de sensibilidad media se han identificado los bosques fragmentados, que son el resultado de la intervención de las áreas de bosque con actividades como cultivos que afectan su continuidad y generan fragmentos; se reconoce su importancia porque aún hay predominio de bosque, lo que significa que la oferta ambiental a pesar de la intervención se mantiene..

La vegetación secundaria y las plantaciones forestales se han evaluado con sensibilidad e importancia media. La vegetación secundaria es un tipo de cobertura en recuperación, en donde hay presencia de árboles, pero hay predominio de la regeneración natural y compuesta principalmente por especies de hábito heliófito, que son características por sus tasas de crecimiento rápidas, entre la vegetación arbórea y colonización con un abundante número de individuos por especie. Son importantes porque en regiones tan intervenidas representan islas de conectividad entre los fragmentos de vegetación nativa.

Las plantaciones forestales son coberturas compuestas por una sola especie, pero durante su desarrollo se genera una menor intervención al suelo, lo que permite mayor acumulación de materia orgánica, hay desarrollo de diversas especies florísticas como las epífitas que aprovechan algunos individuos como hospederos y generan un hábitat relativamente estable para la fauna.

➤ **Criterios de sensibilidad e importancia en territorios agrícolas**

Todas las áreas agrícolas se han categorizado con sensibilidad e importancia baja, la implementación del proyecto requiere en menor medida la intervención de elementos que tarden periodos prolongados en recuperarse, la presencia arbolada y de áreas naturales en general es relegada a sectores específicos y frecuentemente incluidos a las actividades antrópicas, como sombrío para el ganado o protección de cuerpos de agua para riego de cultivos e hidratación de los animales. Estas áreas tienen mayor potencialidad de recuperación, aún se conserva sustrato para la colonización de vegetación nativa y aunque con menor densidad o presencia esporádica se pueden encontrar algunas especies de la fauna silvestre.

➤ **Criterios de sensibilidad e importancia en territorios artificializados**

Los territorios artificializados se han evaluado con muy baja sensibilidad e importancia, por ser coberturas en donde predomina la actividad antrópica, hay muy pocos elementos de ecosistemas naturales y se han modificado algunos ecosistemas para satisfacer necesidades básicas o de movilidad, por lo que son áreas que están siendo objeto de intervención, en términos de recuperación ante una actividad que modifique las

condiciones actuales se requiere principalmente de la construcción de infraestructura para mitigar el impacto. En términos bióticos, los cambios han generado desplazamiento de la vida silvestre y la oferta de recursos depende de los intereses particulares, por lo que presentan baja importancia.

➤ **Criterios de sensibilidad e importancia áreas húmedas y superficies de Agua**

Las superficies de agua y áreas húmedas se han calificado con baja sensibilidad, por ser áreas donde la legislación ya les ha dado directamente una categoría de restricción, además algunos cuerpos de agua, por la salida gráfica están contenidos en coberturas como bosques de galería y/o riparios, lo que generaría doble calificación a estas áreas.

En la Tabla 1-70 se presenta el resumen de la calificación de la sensibilidad e importancia que se ha dado a cada cobertura de la tierra. Esta valoración es consistente con el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad (MADS, 2012) en donde las áreas de bosque son las de mayor sensibilidad y las áreas de vegetación secundaria presentan valores intermedios.

Tabla 1-70 Tipos de cobertura y calificación para zonificación biótica

UNIDAD DE COBERTURA DE LA TIERRA	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
Bosque denso	Alta (4)	Alta (4)	Alta (4)
Bosque de galería y/o ripario			
Arbustal denso			
Bosque fragmentado	Media (3)	Media (3)	Media (3)
Vegetación secundaria o en transición			
Plantación forestal			
Herbazal denso			
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Baja (2)	Baja (2)	Baja (2)
Mosaico de pastos con espacios naturales			
Afloramientos rocosos			
Tierras desnudas y degradadas			
Otros cultivos transitorios			
Cereales			
Tubérculos			
Cultivos permanentes herbáceos			
Cultivos permanentes arbustivos			
Cultivos permanentes arbóreos			
Cultivos agroforestales			

UNIDAD DE COBERTURA DE LA TIERRA	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
Pastos limpios			
Pastos arbolados			
Pastos enmalezados			
Mosaico de cultivos			
Zonas Pantanosas			
Mosaico de pastos y cultivos			
Zonas quemadas			
Cultivos confinados	Muy Baja (1)	Muy Baja (1)	Muy Baja (1)
Tejido urbano continuo			
Tejido urbano discontinuo			
Zonas industriales o comerciales			
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados			
Zonas de extracción minera			
Instalaciones recreativas			
Cultivos confinados			
Ríos			
Lagunas, lagos y ciénagas naturales			

Fuente: Adaptación del Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad (2012)

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presentan los valores de para la zonificación biótica, en donde las coberturas naturales están incluidas entre los rangos alta a media, en la calificación baja estarán las coberturas agrícolas y las muy bajas pertenecen a los territorios artificializados, los cuerpos de agua se han incluido en la categoría muy baja.

➤ **Criterios de sensibilidad e importancia según áreas de importancia ambiental**

Según las tres categorías Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Áreas complementarias de Conservación y Ecosistemas estratégicos, se identificaron las áreas de interés ambiental presentes en el área de influencia del proyecto y cada área fue valorada según los criterios de sensibilidad e importancia. Como insumo principal se tuvo en cuenta la revisión y consulta de la legislación ambiental vigente a nivel regional y nacional, en lo referente al manejo ambiental, ordenamiento territorial y áreas de manejo especial que puedan generar algún tipo de restricción o exclusión al momento de llevar a cabo el proyecto (Tabla 1-71).

Tabla 1-71 Clasificación dada a las áreas de importancia ambiental:

AREA O ELEMENTO DOMINANTE DEL ECOSISTEMA	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA
--	--------------	-------------

AREA O ELEMENTO DOMINANTE DEL ECOSISTEMA	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Áreas reserva forestal <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá (SINAP). ✓ Reserva Forestal Protectora de los Recursos Naturales Cuchilla del Choque (SIRAP). 	MUY ALTO (5)	MUY ALTO (5)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Áreas del Sistema Regional de áreas naturales protegidas – SIRAP <ul style="list-style-type: none"> ✓ Páramo de Guerrero. ✓ Distrito de Manejo Integrado Páramo de Guerrero. ✓ Distrito de Manejo Integrado Cerro de Juaica ✓ Complejo de Páramos del Altiplano Cundiboyacense. 	ALTO (4)	ALTO (4)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ AICAS (Áreas de Importancia para la Conservación de Aves) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Área de Importancia para la Conservación de Aves de los Cerros Occidentales de Tabio y Tenjo (CO 178-Cerros Occidentales de Tabio y Tenjo). 	ALTO (4)	ALTO (4)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reservas de la Sociedad Civil: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reserva Natural de la Sociedad Civil El Avenadal ✓ Reserva Natural de la Sociedad Civil “Matohes” RNAC 065-2013. 	ALTO (4)	ALTO (4)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distrito Regional de Manejo Integrado Cuchillas Negra y Guanaque: <ol style="list-style-type: none"> 1. Zona de uso sostenible - Subzona para el desarrollo: Definida por el DRMI, como “espacios donde se permiten actividades controladas agrícolas, ganaderas, mineras, forestales, industriales y habitacionales no nucleadas”, se le da una calificación de “sensibilidad” e “Importancia” muy baja, dada su definición y compatibilidad con el proyecto dentro del área de servidumbre. 	MUY BAJO(1)	BAJO (2)

AREA O ELEMENTO DOMINANTE DEL ECOSISTEMA	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distrito Regional de Manejo Integrado Cuchillas Negra y Guanaque: <ol style="list-style-type: none"> 2. Categorías de zonificación correspondientes a zonas de preservación y zonas de restauración son valoradas con sensibilidad e importancia “Alta”, y se localizan en el áreas de influencia indirecta-All del proyecto y no serán objeto de intervención. 	ALTO (4)	ALTO (4)

Fuente: Adaptado de la Guía Metodológica Zonificación Ambiental de áreas de interés petrolero, 2010, requerimientos del Auto 1437 del 20 de abril de 2015.

1.5.5.7. Temáticas de Evaluación del Medio Socioeconómico

La zonificación ambiental para el medio socioeconómico y cultural se realizó teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Densidad poblacional
- Servicios Públicos
- Servicios sociales e infraestructura
- Actividades Económicas
- Interés arqueológico, histórico y/o cultural

La zonificación del medio socioeconómico tiene en cuenta las características y condiciones socioeconómicas de las comunidades identificadas en el AID, de acuerdo a las variables que se presentan dentro de las dimensiones demográfica, espacial, económica, cultural y político-organizativa (LI –TER 101). A continuación, se explican los criterios tenidos en cuenta en cada una de las variables definidas para el medio socioeconómico y cultural.

➤ **Densidad de la población**

Corresponde al análisis de las condiciones de sensibilidad de acuerdo con la densidad de la población en las diferentes unidades territoriales del área de influencia del proyecto. Las escalas para el criterio de densidad de población, se toman de acuerdo a información del DANE 2005.

Desde el punto de vista de sensibilidad, se tiene que a mayor densidad poblacional en un área determinada, mayor será el grado o nivel de sensibilidad de la comunidad ante una

intervención. Por esto, entre mayor sea la densidad poblacional, más alta será la calificación de la misma (CEPAL 2011).

En la Tabla 1-72 se presentan las escalas para la densidad poblacional.

Tabla 1-72 Escala para la densidad poblacional

ESCALA	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
<=5 Hab/Km2	Muy baja 1	Muy baja 1	Muy Baja 1
6 - 20 Hab/Km2	Baja 2	Baja 2	Baja 2
21 - 50 Hab/Km2	Media 3	Media 3	Media 3
51 - 120 Hab/Km2	Alta 4	Alta 4	Alta 4
> 120 Hab/Km2*	Muy Alta 5	Muy Alta 5	Muy Alta 5

*Muy Alta 5: Zonas donde se encuentre población de especial atención contempladas en el decreto 1320/98 (comunidades étnicas) y desplazadas se consideran como zonas de muy alta sensibilidad.

Fuente: DANE 2005 adaptado por Consorcio Ambiental Chivor

➤ **Servicios sociales e infraestructura**

Se refieren a la presencia de servicios de salud, educación, vivienda y recreación tanto en cobertura como en calidad dentro de las diferentes unidades territoriales y la infraestructura anexa que garantice el acceso de estos a las comunidades residentes. En la Tabla 1-73 se presentan las variables para los servicios sociales e infraestructura.

Tabla 1-73 Variables para los servicios sociales e infraestructura

VARIABLES	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
Zonas en las cuales no se encuentran ningún tipo de servicios sociales e	Alta 4	Alta 4	Alta 4

VARIABLES	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
infraestructura y la población no se encuentra vinculada a estos servicios.			
Zonas en las cuales no se encuentran ningún tipo de servicios sociales e infraestructura, pero la población accede a los servicios en otras unidades territoriales	Media 3	Media 3	Media 3
Zonas en las cuales se identifican infraestructuras para prestación de servicios sociales básicos y la población accede a estos servicios	Baja 2	Baja 2	Baja 2

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ **Actividades económicas**

Para el análisis de las actividades económicas, se toman en cuenta los tres sectores de la economía.

✓ **Sector primario**

El cual obtiene el producto de sus actividades directamente de la naturaleza, sin ningún proceso de transformación. Dentro de este sector se encuentran la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la caza y la pesca. No se incluyen dentro de este sector a la minería y a la extracción de petróleo, las cuales se consideran parte del sector industrial.

✓ **Sector secundario o industrial**

Comprende todas las actividades económicas de un país relacionadas con la transformación industrial de los alimentos y otros tipos de bienes o mercancías, los cuales se utilizan como base para la fabricación de nuevos productos.

Se divide en dos sub-sectores: industrial extractivo e industrial de transformación: Industrial extractivo: extracción minera y de petróleo.

Industrial de transformación: envasado de legumbres y frutas, embotellado de refrescos, fabricación de abonos y fertilizantes, vehículos, cementos, aparatos electrodomésticos, etc.

✓ **Sector terciario o de servicios**

Incluye todas aquellas actividades que no producen una mercancía en sí, pero que son necesarias para el funcionamiento de la economía. Como ejemplos de ello tenemos el comercio, los restaurantes, los hoteles, el transporte, los servicios financieros, las comunicaciones, los servicios de educación, los servicios profesionales, el Gobierno, etc.

Para estas variables no hay unificación en la valoración de la sensibilidad, debido a que cada unidad territorial que hace parte del AID, presenta características particulares. En la Tabla 1-74 se presentan las variables para las actividades económicas.

Tabla 1-74 Variables actividades económicas

SECTOR ECONOMICO	VARIABLE	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
Sector Primario o agropecuario	Actividades agropecuarias de subsistencia, pesca, caza.	Alta 4	Media 3	Media 3
	Actividades agropecuarias dedicadas al comercio local, regional	Media 3	Alta 4	Media 3.
	Actividades agropecuarias de tipo convencional (floricultura, galpones, techadas, entre otros)	Baja 2	Alta 4	Media 3
Sector secundario o industrial, con dos subsectores: minería, petróleo e industria de transformación	Industria de transformación	Media 3	Alta 4	Media 3.
	Minería artesanal	Alta 4	Media 3	Media 3
Sector terciario o de servicios	Servicios y comercio (bancos, restaurantes, hoteles, transportes, almacenes, Viveres, comunicaciones, etc.)	Media 3	Alta 4	Media 3.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ **Interés arqueológico, histórico y/o cultural**

La zonificación del componente arqueológico se construyó a partir de la sectorización de municipios de zonas de interés cultural con relevancia de hallazgos de sitios de interés arqueológicos. Para el caso puntual del proyecto UPME 03 de 2010, dada la importancia de estos hallazgos y de la zona de intervención, se decide extraer el componente de

arqueología del medio social y analizarlo de manera independiente dentro de la zonificación ambiental.

Para la zonificación del componente arqueológico se tuvieron en cuenta los bienes de interés cultural, atlas arqueológico, alertas tempranas, criterios geomorfológicos y la valoración derivada del recorrido inicial y la prospección arqueológica realizada, así como la documentación de fuentes secundarias; el análisis de estos elementos, permite generar niveles de potencial para cada uno de los municipios ubicados en el trazado del proyecto.

Se acogió el Régimen Legal y Lineamientos Técnicos de los Programas de Arqueología Preventiva (ICANH 2010) que para efectos de la zonificación del potencial arqueológico del área de influencia de un proyecto, obra o actividad establece que insumo fundamental resulta el Diagnóstico Arqueológico inicial, el cual incluye “una compilación exhaustiva de

Información secundaria de tipo ambiental, histórico y arqueológico, así como de una inspección general del área de estudio, de la visita a colecciones arqueológicas particulares y públicas y de la interlocución con los habitantes del área, en esta fase se define, en términos generales, cuáles son las características arqueológicas del área. Especial atención debe recibir la identificación de la existencia o ausencia, dentro del área de estudio, de Áreas Arqueológicas Protegidas y sus respectivas zonas de influencia, para las cuales la ley establece un régimen especial de protección. Es así como, de existir Parques Arqueológicos, Bienes de Interés Cultural de carácter nacional declarados en virtud de su importancia arqueológica o áreas de conservación arqueológica, todas ellas equiparables según la norma a la categoría de Área Arqueológica Protegida, estas se pueden constituir en espacios excluidos para el desarrollo de obras de infraestructura o proyectos de explotación de recursos naturales” (ICANH, 2010, Pág.6-7).

Una vez se incorpora información de tipo primario derivada de las actividades de prospección arqueológica se genera la zonificación de potencial arqueológico, entendida en los lineamientos del ICANH como el “resultado de un análisis espacial que, a la información secundaria de tipo ambiental, arqueológico e histórico, incorpora la información obtenida durante la prospección en campo, con el fin de establecer la localización y extensión de los yacimientos arqueológicos identificados y proponer un esquema general del potencial arqueológico esperado para el área de estudio. La zonificación de potencial arqueológico provee información científica sobre procesos demográficos, patrones de asentamiento y cambio social, pero también es un insumo fundamental para el inventario de bienes arqueológicos y la formulación de los Planes de Manejo Arqueológico, en la medida en que permite contar con un mapa temático de arqueología, que al ser sobrepuesto por el mapa de obras o actividades del Proyecto, permite establecer con precisión los impactos previsible sobre el patrimonio arqueológico y en consecuencia, formular las medidas de manejo correspondientes” (ICANH, 2010, Pág., 9).

Tabla 1-75 Calificación de Variables de Arqueología

POT. ARQUEOLÓGICO Y CULTURAL	DESCRIPCION	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
Áreas Arqueológicas Protegidas y sus áreas de influencia.	Áreas del territorio nacional determinadas, como propiedad pública o particular, en las cuales existen bienes muebles o inmuebles arqueológicos, incluyendo sus zonas de influencia. Estas áreas están destinados a impulsar las estrategias de puesta en valor y uso social del patrimonio arqueológico, favoreciendo la afluencia turística y fortaleciendo los vínculos con la comunidad local.	Muy Alto 5	Muy Alto 5	Muy Alto 5
Interés arqueológico, histórico y/o cultural – Potencial Alto	Áreas con alto potencial de presencia efectiva de sitios arqueológicos, piezas o colecciones de valor o interés arqueológico, histórico y/o cultural para la comunidad a nivel nacional (sitios de encuentro, recreación o de alto potencial paisajístico).	Alto 4	Alto 4	Alto 4
Interés arqueológico, histórico y/o cultural – Potencial Medio	Áreas donde el paisaje permite suponer con moderada probabilidad, la existencia de sitios, piezas o colecciones de valor o interés arqueológico, pueden existir evidencias	Medio 3	Medio 3	Medio 3

POT. ARQUEOLOGICO Y CULTURAL	DESCRIPCION	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	RESULTADO
	arqueológicas descontextualizadas y/o no estratificadas. Con presencia de sitios de valor cultural para la comunidad a nivel departamental (sitios de encuentro, recreación o de alto valor paisajístico).			
Interés arqueológico, histórico y/o cultural – Potencial Bajo	Áreas sin evidencias arqueológicas o donde las características del entorno (acidez de los suelos, alto nivel freático, entre otras) no facilitan la preservación de las mismas. Áreas con presencia de sitios de valor cultural para la comunidad a nivel municipal (sitios de encuentro, recreación o de alto valor paisajístico).	Bajo 2	Bajo 2	Bajo 2

Fuente: Adaptado de la Guía Metodológica Zonificación Ambiental de áreas de interés petrolero, 2010

De acuerdo con los resultados obtenidos en cada una de las variables del componente socioeconómico y cultural, se realizó el cálculo de los valores mínimos y máximos para establecer las categorías de zonificación en este componente.

A continuación se presentan las expresiones utilizadas para el cálculo de los valores máximos y mínimos para este componente, teniendo en cuenta que las variables consideradas son acumulativas, dado que pueden darse simultáneamente en un mismo sitio o lugar.

- Densidad poblacional
- Servicios Públicos
- Servicios sociales e infraestructura
- Actividades Económicas
- Interés arqueológico, histórico y/o cultural

$$F_{\text{máx}} = \sum \{Dp_{\text{máx}}, Ssl_{\text{máx}}, Aem_{\text{máx}}, lah_{\text{cmáx}}\}$$

$$F_{\text{mín}} = \sum \{Dp_{\text{mín}}, Ssl_{\text{mín}}, Aem_{\text{mín}}, lah_{\text{cmín}}\}$$

Donde:

(Dp): Densidad poblacional

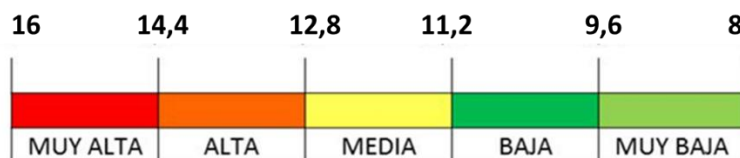
(Ssl) Servicios sociales e infraestructura

(Ae): Actividades económicas

(lahc): Interés arqueológico, histórico y/o cultural

A partir de los resultados obtenidos se establecieron los rangos de zonificación para el componente socioeconómico y cultural, en donde el valor máximo corresponde a 30 y el mínimo a 13 (Figura 1-50).

Figura 1-50 Rangos para la Zonificación Ambiental Socioeconómica y Cultural



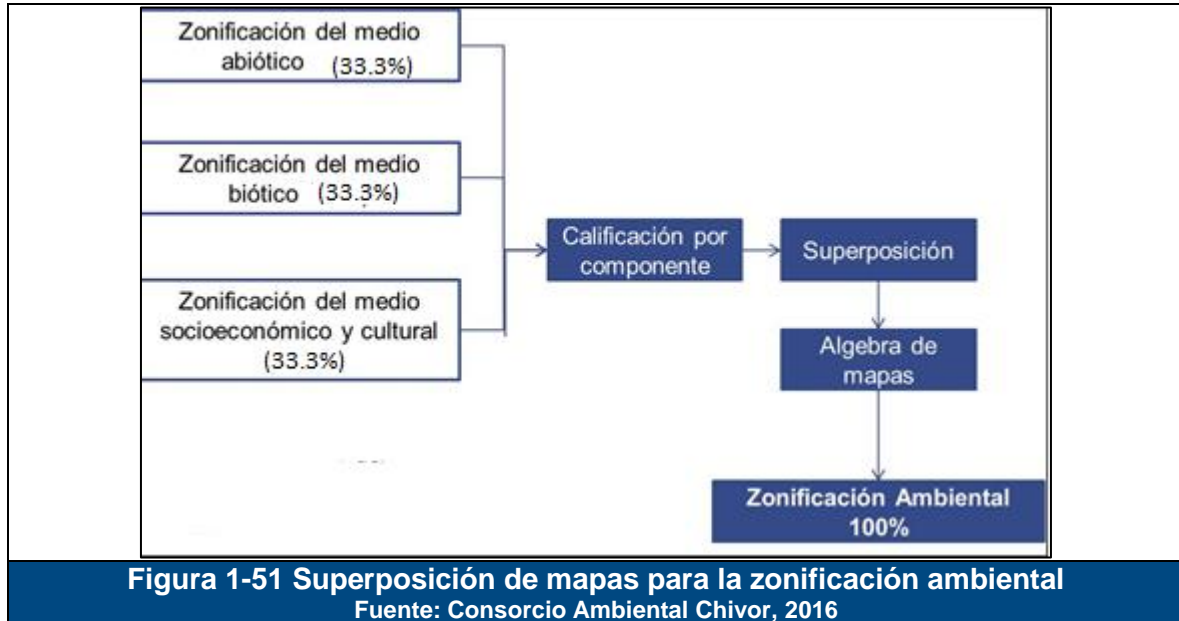
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

1.5.5.8. Superposición de la zonificación física, biótica, socioeconómica y cultural en la definición de la sensibilidad ambiental de las áreas

La zonificación ambiental se construye a partir de la zonificación de los cuatro (4) ítems previamente descritos:

- Zonificación del medio abiótico
- Zonificación del medio biótico
- Zonificación del medio socioeconómico

Cada una de las entradas de la zonificación ambiental constituye el 33.3% de la ponderación final, lo que implica que cada ítem tiene la misma relevancia.



La superposición de las diferentes unidades que han sido establecidas por los especialistas en los aspectos físicos, biótico, socioeconómico y cultural se realizó con base en el análisis y agrupamiento de los criterios, categorías y calificaciones anteriormente expuestas, las cuales serán el fundamento para establecer las diferentes categorías de uso y restricción en la zonificación del manejo ambiental.

1.5.1. Superposición de la sectorización física, biótica, socioeconómica y cultural en la definición de la sensibilidad ambiental de las áreas

La superposición de las diferentes unidades que han sido establecidas por los especialistas en los aspectos físico, biótico, socioeconómico y cultural se realiza con base en el análisis y agrupamiento de los criterios, categorías y calificaciones anteriormente expuestas, las cuales serán el fundamento para establecer las diferentes categorías de uso y restricción en la zonificación del manejo ambiental, según sea la actividad o proyecto a realizar (tipo de intervención). Teniendo en cuenta dichas variables, la sensibilidad ambiental del área está definida por la siguiente expresión:

$$S = \{(\sum F, B, S)\}$$

Donde:

F= Variables del medio físico, materializadas en la estabilidad geotécnica (Eg), Susceptibilidad a deslizamiento (Sdes), grado de pendiente del terreno (Gp) y Conflictos de Uso del Suelo (Cu).

Nota: Las variables consideradas son acumulativas, dado que pueden darse simultáneamente en un mismo sitio o lugar.

B= Variables del medio Biótico, materializadas en la calificación destinada a cada sitio, con base en la cobertura vegetal identificada en el levantamiento de la línea base del área de estudio y áreas de importancia ambiental.

Nota: Las variables consideradas son excluyentes, es decir que donde es clasificado como Bosques (Bo) no puede ser considerado al mismo tiempo otro tipo de comunidad vegetal.

S= Variables del medio socioeconómico y cultural, materializadas en la calificación definida para los aspectos de Densidad poblacional (Dp), Servicios públicos (Sp), Servicios sociales e infraestructura (Ssl), Actividad económicas (Ae), Interés arqueológico, histórico y/o cultural (lahc).

1.5.2. Rangos de Variabilidad para la Zonificación Ambiental

Teniendo en cuenta la Figura 1-51, los componentes Física (F), Biótico (B) Socioeconómico y cultural (S), se enmarcaron entre los valores de 19 a 49, los cuales definirán la relación de sensibilidad e importancia de las áreas comprendidas dentro de la zona de estudio en las categorías que se establecen de muy baja a muy alta (Ver Figura 1-52).



Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Como producto final, se presenta la zonificación ambiental síntesis, la cual es resultado de la integración de los mapas intermedios de zonificación del medio físico, biótico y socioeconómico.

1.5.2.1. Calificación de áreas o elementos con sensibilidad dominante o especial

Adicional a las temáticas evaluadas por cada medio, se tendrán en cuenta algunos elementos que por su naturaleza o por restricción legal ambiental, presentan sensibilidades muy altas, altas y medias, los mismos se presentan en la Tabla 1-76.

Tabla 1-76 Clasificación dada a algunos de las áreas o elementos que pueden caracterizar el entorno de un proyecto:

AREA O ELEMENTO DOMINANTE DEL ECOSISTEMA	SENSIBILIDAD
▪ Manantiales: buffer de 100 metros a partir de su coordenada central.	MUY ALTA
▪ Pozos de Agua y Aljibes (30 m. radio)	ALTA
▪ Cabeceras municipales	ALTA
▪ Corrientes y cuerpos de agua superficiales: (30 m. niveles máximos de crecientes ordinarias)	ALTA
▪ Jagüeyes, piscinas, estanques piscícolas, tanques de agua (30 m. radio)	ALTA
▪ Canales y/o distritos de riego (30 m. radio)	ALTA
▪ Cincuenta (50) metros de oleoductos y gasoductos (Res. 181495/09).	ALTA
▪ Áreas recreativas, balnearios, corrales (30 m.)	ALTA
▪ Escuelas, centros religiosos, cementerios, coliseos y centros de salud (100 m. radio)	ALTA

Fuente: Adaptado de la Guía Metodológica Zonificación Ambiental de áreas de interés petrolero, 2010, requerimientos del Auto 1437 del 20 de abril de 2015.

Es importante señalar que en el artículo primero del Decreto 2201 de Agosto 5 de 2013, se expresa la facultad de “adelantar proyectos, obras o actividades que sean consideradas por el legislador, como de utilidad pública, previa la expedición de la respectiva licencia o del correspondiente instrumento administrativo de manejo y control ambiental por parte de la Autoridad ambiental correspondiente”. En el mismo sentido, los POT y PBOT deben respetar las limitaciones en el uso del suelo por la infraestructura eléctrica existente y los mismos deben tener en cuenta los planes de expansión para poder garantizar la prestación del servicio de energía eléctrica (RETIE, 2014).

1.5.3. Demanda de recursos

1.5.3.1. Metodología para Establecer la Demanda de Recursos Naturales

La evaluación de la demanda de recursos Naturales, está asociada a las necesidades de uso y aprovechamiento de recursos naturales, para las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la obra o actividad objeto de estudio. Dicha demanda, incluye el uso y aprovechamiento de recursos naturales que pueden requerir permisos o autorizaciones particulares, como es el caso de:

- Concesiones de agua superficial
- Exploración y explotación de aguas subterráneas

- Permisos de vertimiento de residuos líquidos al suelo o a un cauce
- Permisos de ocupación de cauces
- Permisos de aprovechamiento forestal
- Permisos de emisiones atmosféricas

Así mismo, la demanda de recursos naturales hace referencia a otros elementos que sin ser objeto de permisos especiales, son inherentes a la ejecución misma de las obras y por lo tanto deben autorizarse de forma implícita en la licencia ambiental o en el instrumento de manejo ambiental del proyecto, tales como:

- Autorización para el manejo de residuos sólidos comunes y especiales.
- Autorización de sitios de disposición de materiales sobrantes de excavación.
- Operación de vehículos y equipos de combustión que no configuren fuentes puntuales o de área.

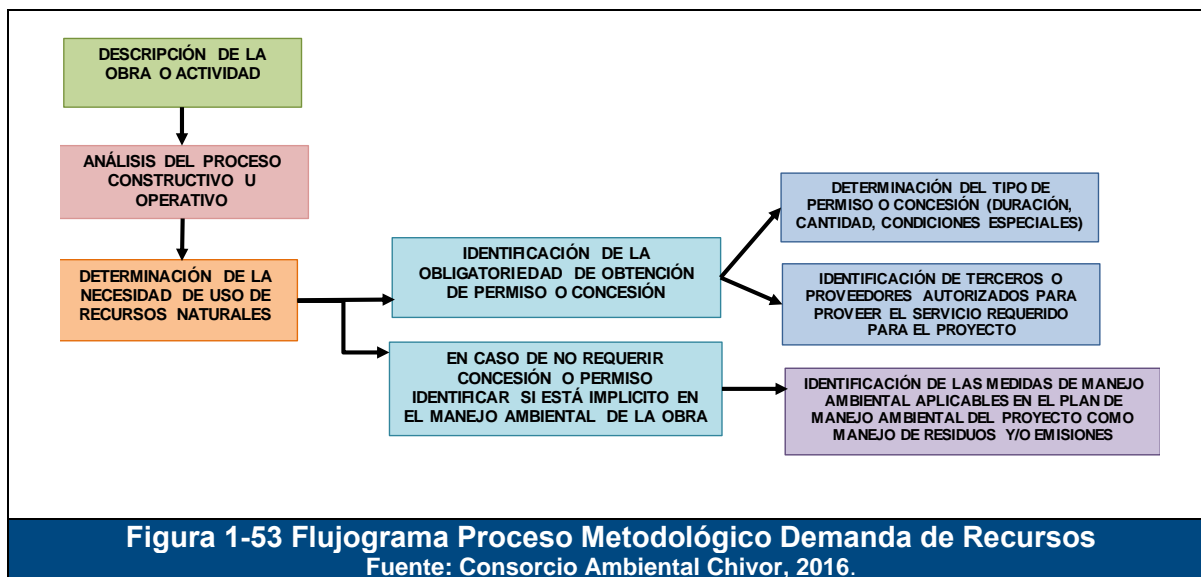
Por último, se mencionan en la demanda de recursos naturales, todos aquellos aspectos que a juicio del ejecutor del proyecto pueden ser manejados por proveedores o terceros que cuenten con licencias ambientales para proveer servicios al proyecto, en actividades que demanden el uso de recursos naturales, por ejemplo:

- Proveedores de agregados pétreos que cuenten con licencia ambiental, título minero y registro minero.
- Escombreras o zonas de relleno autorizadas por las administraciones municipales y que cuenten con el aval o plan de manejo aprobado por las autoridades ambientales regionales.
- Proveedores de sanitarios portátiles, que cuenten con permisos de transporte, tratamiento y vertimiento de aguas residuales.
- Proveedores de agua para consumo humano o uso industrial, que cuenten con concesiones de agua y autorización para venta en bloque en el caso de usos industriales.
- Empresas de servicios públicos de aseo, autorizadas para la recolección, transporte y disposición de residuos sólidos.

Como resultado del planteamiento anterior, en la definición de la demanda de recursos naturales, se evaluaron las actividades del proyecto, con base en el juicio de los expertos que participaron en los estudios, la necesidad de uso de recursos naturales.

Una vez evaluada esta necesidad, se definió si dicho que aprovechamiento requiere autorización o concesión o si puede ser manejado por medio de proveedores o terceros autorizados para proveer servicios al proyecto.

En la Figura 1-53 se muestra el flujograma que ilustra el proceso metodológico de la demanda de recursos naturales.



1.5.4. Evaluación Ambiental

De acuerdo con las actividades propias del proyecto y con base en la descripción y caracterización ambiental del área de influencia, en el presente capítulo se lleva a cabo el análisis y evaluación de impactos ambientales, teniendo como guía lo establecido en los términos de referencia LI-TER-1-01 que corresponden al Estudio de Impacto Ambiental para proyectos de Líneas de Transmisión, expedidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) en el año 2006.

Este análisis incluye la identificación y posterior valoración de los posibles impactos ambientales, tanto físico-bióticos como socio-económicos que se pueden presentar por el desarrollo de las actividades propias del proyecto Norte- EEB UPME 03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230 kV y las líneas de transmisión asociadas, partiendo de la caracterización socio-ambiental del área y la identificación de las actividades que se desarrollan actualmente en la región, para así determinar cuáles son los recursos más afectados y posteriormente establecer las estrategias de manejo ambiental para aquellas actividades del proyecto que puedan generar alteraciones sobre el medio ambiente.

1.5.4.1. Identificación y evaluación de impactos

El análisis de impactos contempla dos (2) escenarios: el análisis de los impactos que se están generando por las actividades y dinámicas propias de la región de interés

(*escenario sin proyecto*) y los impactos que podrían generar las actividades del proyecto UPME 03-2010 Subestación Chivor II y Norte 230 kV y Líneas de Transmisión Asociadas (*escenario con proyecto*).

En lo que concierne al análisis sin proyecto, se cualifica y cuantifica el estado actual del área, teniendo en cuenta la información recolectada y analizada para la elaboración de la línea base en el Capítulo 3 (caracterización del área de influencia) a partir de la cual se define el estado actual de la dinámica ambiental regional y se identifican los proyectos o actividades económicas que hoy día se desarrollan en la zona. Posteriormente, para cada una de estas actividades se realiza la identificación y valoración de los impactos ambientales que puedan causar sobre los componentes ambientales del área.

Para la condición futura, escenario “con proyecto”, se tienen en cuenta las etapas y actividades planteadas en el Capítulo 2, descripción del proyecto, además de la caracterización y zonificación ambiental (Capítulo 3.5 del EIA) del área de influencia, para identificar y evaluar cambios ocasionales que traería consigo su ejecución sobre el estado actual de la dinámica ambiental en el área de influencia.

De acuerdo con lo anterior, el proceso inicia con la revisión y análisis de las actividades que se desarrollan actualmente en la zona y las obras que contienen cada una de las etapas para la ejecución del proyecto; a fin de realizar una identificación y valoración de impactos comparable y medible de acuerdo con los efectos generados. Una vez analizadas e interpretadas estas actividades, se identifican elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que pueden ser modificados o impactados con el desarrollo del proyecto, en lo que se denomina el proceso de “identificación de impactos ambientales” y posteriormente se realiza la valoración de diferentes atributos para cada uno de ellos a partir del análisis de las actividades que lo generan, su interacción con el medio ambiente y la sensibilidad del medio o elemento receptor según sea el caso.

➤ **Metodología de identificación y evaluación de impactos**

✓ **Identificación de impactos ambientales**

Para la identificación de impactos ambientales se utiliza una matriz de asociación simple *causa efecto*, (Ortega y Rodríguez 1997), en la que se cruzan las actividades a efectuar en las etapas del proyecto y los elementos del medio susceptibles de ser modificados o impactados por dicha actividad.

En el eje “X” de la matriz, se presentan las actividades del área sin proyecto y las actividades con proyecto, de la fase de construcción, operación y mantenimiento del proyecto. En el eje “Y” se enlistan los elementos del medio abiótico, biótico y socioeconómico y los impactos que se pueden generar en cada uno de ellos.

Cuando se espera que una actividad determinada provoque algún impacto ambiental, positivo o negativo, esta interacción se marca en el punto de intersección de la matriz con un signo, en este caso, se utiliza letra “X”.

✓ **Evaluación de impactos ambientales**

Una vez realizado el proceso de identificación de impactos ambientales, se procede a realizar la valoración de la importancia ambiental de cada uno de los impactos identificados, utilizando la metodología de valoración cualitativa (Conesa, 1996)²³ con una adaptación correspondiente a la inclusión del atributo “Posibilidad de Ocurrencia”.

Esta metodología se fundamenta en la metodología de matrices causa-efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y de la metodología del Instituto Battelle-Columbus con resultados cuantitativos, que consisten en una matriz de doble entrada, en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas los factores ambientales susceptibles de recibir los impactos (Conesa, 1996).

²³ CONESA, FDEZ.-VITORA, V. (1996). Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental. 3ª edición. Madrid: Mundi-Prensa Libros. 412.p. ISBN: 84-7114-647-9

○ **Criterios de evaluación**

En el eje “X” de la matriz de evaluación, se disponen los criterios de calificación establecidos, los cuales se describen en la Tabla 1-77. Estos son calificados en cada una de las actividades del proyecto, correspondientes a las etapas de construcción, operación y mantenimiento.

Tabla 1-77 Criterios para el cálculo de la importancia de impactos ambientales.

CRITERIOS		SIGNIFICADO
NATURALEZA	+ / -	Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que actúan sobre los distintos factores considerados.
INTENSIDAD	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. Varía entre 1 y 12, siendo 12 la expresión de la intervención total del factor, 8 una acción muy alta no mitigable, 4 una acción alta mitigable, 2 una acción media recuperable con medidas y 1 una baja afectación auto-recuperable.
EXTENSIÓN	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción tiene un carácter puntual (1), es decir zona de servidumbre o sitios de torre. Si se produce alrededor de las vías de acceso al proyecto es un carácter parcial (2). Si el impacto es ocasionado en toda el área de influencia directa es de carácter extenso (4) y cuando se presenta sobre el área de influencia indirecta es de carácter total (8).
MOMENTO	MO	Indica el tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es durante la obra, el momento es inmediato (4), si es de 1 a 3 años es de medio plazo (2) y si es un período de tiempo mayor a tres años, se considera largo Plazo (1).
PERSISTENCIA	PE	Tiempo que permanece el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retorna a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la persistencia es durante la obra, es de carácter fugaz (1); si se tarda de 1 a 5 años, es temporal (2) y si es superior a cinco años, es permanente (4).
REVERSIBILIDAD	RV	Se refiere a la posibilidad de auto recuperación del factor

CRITERIOS		SIGNIFICADO
		afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deje de actuar sobre el medio. Si la reversibilidad es durante la obra, es de corto plazo (1); si se tarda de 1 a 5 años, es de medio plazo (2) y si es superior a cinco años, es irreversible (4).
SINERGIA	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea. Adicionalmente la acción complementaria tiene el efecto de potenciar el impacto inicial que es consecuencia de una acción individual. Si no hay condiciones sinérgicas el valor será de 1, si considera sinérgico el valor será 2 y si se considera muy sinérgico se toma un valor de 4.
ACUMULACIÓN	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando un acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).
EFEECTO	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo (4) si la acción es directa sobre el entorno o indirecta (1) si el efecto se presenta a partir de un efecto primario.
PERIODICIDAD	PR	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular, 1), de manera cíclica o recurrente (efecto periódico, 2), o constante en el tiempo (efecto continuo, 4).
RECUPERABILIDAD	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana, o mediante la implementación de medidas de manejo ambiental. Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) se le asigna el valor de ocho (8). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado es cuatro (4). Si es recuperable a mediano plazo, de dos a tres años, se

CRITERIOS		SIGNIFICADO
		toma el valor de dos (2) y recuperable a corto plazo, durante la obra, el valor de uno (1).
RESIDUALIDAD	RE	Permanencia del impacto aún después de la implementación eficaz de las estrategias de manejo ambiental. Si el impacto es residual se califica con (4). Si no presenta efectos residuales, la calificación es baja (1).
POSIBILIDAD OCURRENCIA	DE PO	Expresa la posibilidad de aparición de un impacto, sobre todo de aquellas circunstancias no periódicas pero si de gravedad. Se califica como “baja” (1) si se presenta de manera esporádica con menor frecuencia y certeza, “media” si se presenta con cierta regularidad (2) o frecuencia o “alta” si se presenta de manera continua con un nivel elevado de certeza (4).

Fuente: Adaptado de Arboleda, Alonso. Método de Conesa Simplificado. Manual para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades. 2008. Pg. 88 - 89.

○ Rangos de evaluación

Cada uno de los criterios se evalúa y se califica de acuerdo con los rangos que se establecen en Tabla 1-78 y luego se obtiene la importancia (I) de las consecuencias ambientales del impacto, aplicando el siguiente algoritmo²⁴.

$$I = NA * (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC + RE + PO)$$

Tabla 1-78 Rangos de los criterios de la importancia

CRITERIO	RANGO	CALIFICACIÓN
NATURALEZA (NA)	Impacto benéfico	+1
	Impacto perjudicial	-1
INTENSIDAD (IN) (Grado de incidencia)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy Alta	8
	Total	12
EXTENSIÓN (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extensa	4

²⁴ ARBOLEDA, Alonso. Método de Conesa Simplificado. MANUAL PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES. 2008. Pg. 89.

CRITERIO	RANGO	CALIFICACIÓN
	Total	8
MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
PERSISTENCIA (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
REVERSIBILIDAD (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
SINERGI A (SI)	Sin sinergismo (simple)	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
ACUMULACIÓN (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
EFECTO (EF)	Indirecto (secundario)	1
	Directo	4
PERIODICIDAD (PR)	Irregular discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)	Inmediato	1
	A medio plazo	2
	Mitigable o compensable	4
	Irrecuperable	8
RESIDUALIDAD (RE)	No residual	1
	Residual	4
POSIBILIDAD DE OCURRENCIA (PO)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
IMPORTANCIA(I)	$I = NA * (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC + RE + PO)$	


Fuente: Adaptado de: Arboleda, Alonso. Método de Conesa Simplificado. Manual para la Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades. 2008. Pg. 89 - 90.


Los impactos generados en la situación con y sin proyecto, son evaluados en cada una de las actividades identificadas para cada escenario, según los rangos definidos para los criterios de calificación que se presentan en la Tabla 1-79.

Posteriormente, se promedian los valores negativos (-) del criterio de Importancia (no se tendrán en cuenta valores positivos (+) o ceros (0)), esto para todas las actividades en las que se identificaron y evaluaron impactos. De esta manera, se obtiene la calificación final del impacto, denominada importancia, indicando los impactos de mayor o menor calificación negativa, según los rangos y colores que se presentan en la Tabla 1-79.

Sobre el anterior criterio, se generan las medidas de manejo ambiental y de gestión social que deben ser desarrolladas e implementadas en el plan de manejo ambiental.

Tabla 1-79 Rangos de priorización de Impactos Ambientales

IMPORTANCIA	COLOR	RESULTADO	DESCRIPCIÓN
IMPACTOS NEGATIVOS			
- 75,1 a – 96		Crítico	Son los impactos más importantes que se producen por el desarrollo de las actividades del proyecto y que merecen una atención inmediata.
- 55,1 a – 75		Severo	Son impactos relevantes que merecen atención para estructurar adecuadas medidas de manejo ambiental durante el desarrollo de las obras.
-35,1 a – 55		Moderado	Son impactos irrelevantes que se encuentran de acuerdo con la normatividad ambiental y para los cuales se deben diseñar, prácticas de manejo.
- 15,1 a – 35		Irrelevante	Son impactos de muy poca importancia compatibles con el reglamento, normatividad o parámetro de referencia vigente.
IMPACTO NULO			
-15 a 14		Nulo	Son acciones o actividades que no generan impactos positivos ni negativos a los medios donde ocurren.
IMPACTOS POSITIVOS			
14,1 a 31		Considerable	Son impactos positivos para el área de influencia del proyecto que deben ser maximizados. Casi siempre corresponden a medidas preventivas o correctivas durante la etapa de
31,1 A 48		Importante	

IMPORTANCIA	COLOR	RESULTADO	DESCRIPCIÓN
IMPACTOS NEGATIVOS			
48,1 A 78		Relevante	construcción, operación o posterior a la ejecución de las obras.

Fuente: Adaptado de la metodología Conesa Fdez. Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental

El peso de cada uno de los impactos para la condición “sin proyecto” y “con proyecto” de cada tramo, es representado mediante una matriz de los escenarios con proyecto (líneas de transmisión y subestaciones) y sin proyecto. En esta se puede evidenciar la diferencia en los valores obtenidos del promedio de la importancia del impacto en todas las actividades, como también la diferencia por los colores establecidos en la Tabla 1-79, indicando así los impactos de mayor o menor importancia.

1.5.4.2. Metodología Evaluación Económica Ambiental

La metodología empleada en la valoración de los impactos significativos, tiene como propósito estimar el valor monetario de las alteraciones (sean de carácter positivo o negativo) de mayor relevancia identificadas, desde la perspectiva ex – ante, en el proceso de la evaluación ambiental y tomando como referencia el escenario de línea base; posteriormente, estos valores se incorporan dentro del flujo de caja ambiental del proyecto, agrupándolos dentro de los beneficios y costos ambientales.

Por último, en el flujo de caja ambiental del proyecto se realiza la agregación de los beneficios y costos ambientales, mostrando los periodos de manifestación de cada una de las alteraciones en términos de Valor Presente Neto (VPN), de modo que, constituirán el insumo para la construcción de los principales criterios de decisión como el Valor Presente Neto Económico (VPNE), la Relación Costo Beneficio (RCB) y la Relación Costo Efectividad (RCE).

➤ Consideraciones Legales

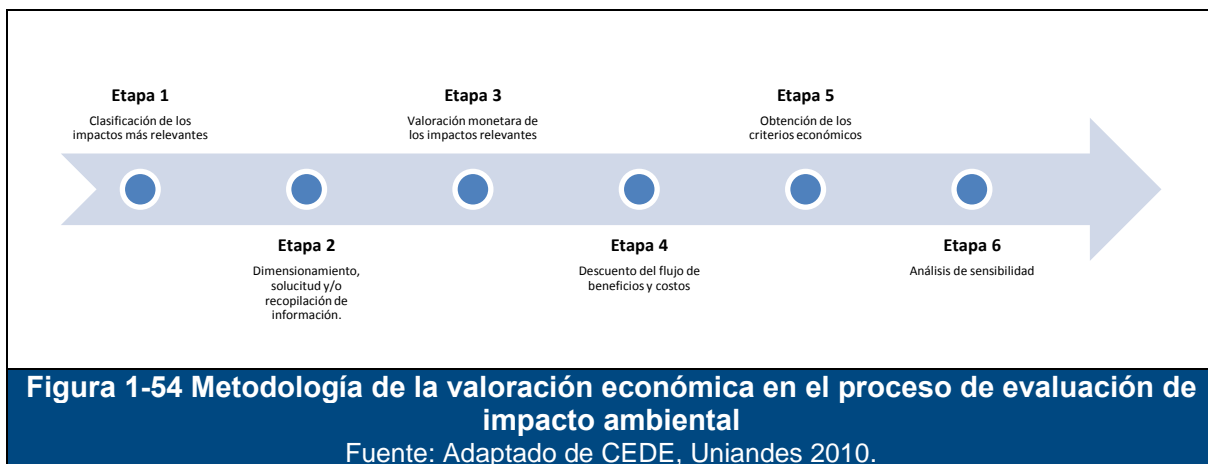
El Decreto 2041 de 2014, expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), “por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993, sobre licencias ambientales”, indica que los estudios ambientales se elaborarán con base a los términos de referencia (TR) que sean expedidos por el MADS y adaptarlos a las condiciones específicas del proyecto. En particular, se tendrá que atender a los TR, Sector Energía, LI-TER-1-01. Asimismo, en el Decreto se establece que en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), como se señala el numeral 6 del Artículo 21, se deberá incluir la evaluación de los impactos significativos y negativos del proyecto.

A su vez, la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, la cual se adopta mediante Resolución 1503 de 2010 del MAVDT (hoy, MADS), resalta la

contribución de la economía con diferentes herramientas teóricas y metodológicas para “completar y mejorar la calidad de los procesos de evaluación ambiental, con el propósito de identificar y estimar el valor de los impactos ambientales de tal manera que estos puedan incluirse dentro del análisis de la evaluación económica ambiental del proyecto y contribuir en la determinación de la viabilidad del mismo”²⁵.

➤ **Aspectos Metodológicos**

Se ha considerado llevar a cabo un proceso ordenado, progresivo y de carácter multidisciplinario que asegure un dimensionamiento apropiado de los impactos y su respectiva valoración económica, el cálculo de los principales criterios económicos y, por último, el análisis de sensibilidad. Este proceso consiste en cinco (5) etapas interdependientes (Ver Figura 1-54)



✓ **Identificación de los impactos significativos y cuantificación física de las afectaciones.**

De acuerdo con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, adoptada normativamente mediante la Resolución 1503 de 2010 y expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS) la estrategia más apropiada para abordar el análisis ambiental es aquella donde se parte de la evaluación de los impactos

²⁵ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá, D.C. Página 23.

ambientales; no obstante, contemplar la totalidad de los impactos generados se convertiría en un proceso técnicamente muy complejo lo que implica contemplar sólo los impactos ambientales y sociales de mayor relevancia.

De esta forma, una vez se realice la identificación, descripción, evaluación y jerarquización de los impactos que pueden ocasionarse por la ejecución del proyecto utilizando la metodología que, para tal fin, se plantee conveniente, se realiza una selección de aquellas afectaciones con mayor relevancia ambiental, sean estas de carácter positivo o negativo, y que coincidan con las jerarquías que reúnan las mayores calificaciones de los atributos cualitativos utilizados²⁶.

Ahora bien, independientemente de la metodología utilizada, el proceso de identificación y calificación de los impactos será más efectivo mientras se garantice la participación de profesionales y especialistas de diferentes áreas del conocimiento y que integran el estudio de los diferentes componentes del EIA. En este sentido, serán estos profesionales los que tengan mayores argumentos técnicos que den cuenta de las dimensiones de cambio entre las condiciones de línea base y las que suscite la probable ejecución del proyecto.

El dimensionamiento o cuantificación física de las afectaciones será el proceso mediante el cual los responsables de calificar los impactos, suministran información al equipo de valoración económica, muchas veces en trabajo mancomunado, que sea pertinente para calcular en unidades físicas los flujos de costos y beneficios asociados con el proyecto²⁷.

✓ **Valoración monetaria de los impactos relevantes.**

Con el proceso de dimensionamiento en desarrollo, se seleccionarán los métodos más apropiados para la valoración económica de los impactos relevantes; para tal fin, se tomará como referencia la “Guía metodológica para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales” del MAVDT (hoy MADS); con ello, se pretenderá calcular el valor monetario de los impactos ambientales (V_i) positivos y negativos considerados relevantes.

✓ **Construcción del flujo de beneficios y costos del proyecto**

²⁶ Por ejemplo, en la metodológica propuesta por CONESA, V. (2010) los impactos significativos corresponderían a los que clasifican como *severos* (calificaciones entre 50 y 75) y *críticos* (calificaciones superiores a 75).

²⁷ Definición adaptada del documento Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos Sujetos a Licenciamiento Ambiental. Manual Técnico. Elaborado por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Hoy MADS) y el Centro de Estudios para el Desarrollo Económico de la Universidad de los Andes.

Después de ser cuantificados en términos monetarios los beneficios y costos ambientales se consolidará un flujo económico, descontando a una tasa social de descuento (TSD). Asimismo, como parte fundamental del análisis económico de los impactos relevantes, se generarán los principales indicadores económicos para la evaluación del proyecto en términos ganancias y pérdidas de bienestar social; es así como, una vez establecido el flujo económico, se determinan los principales indicadores de análisis económicos, estos son: Valor Presente Neto ambiental (VPNA), Relación Costo Beneficio ambiental (RCBA); y al Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) la interpretación de estos parámetros permite establecer las implicaciones del proyecto en términos de pérdida o ganancia de bienestar social.

✓ **Análisis de sensibilidad**

Para finalizar el proceso de la valoración económica se realizará un análisis de sensibilidad que permita determinar el comportamiento del Valor Presente Neto (VPN) en función de diferentes variables que generan incertidumbre en algunos costos o beneficios del proyecto.

1.5.5. Zonificación de Manejo Ambiental

La zonificación de manejo establece la factibilidad de intervención de las diferentes obras y actividades del proyecto con base en el grado de vulnerabilidad del entorno, el cual es definido en la zonificación ambiental.

Inicialmente se realizó un análisis de los impactos con mayor probabilidad de ocurrencia de cada una de las actividades a realizar por el proyecto sobre cada una de las unidades establecidas en la zonificación ambiental, y se reclasifican estas unidades con base en el tipo de intervención que es posible realizar, definiendo tres tipos generales de áreas de manejo:

Áreas de Exclusión: corresponde a áreas que no pueden ser intervenida por las actividades del proyecto. Se considera que el criterio de exclusión está relacionado con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socio-ambiental de la zona; de la capacidad de auto-recuperación de los medios a ser afectados y del carácter de áreas con régimen especial.

Áreas de Intervención con Restricciones especiales: Estas áreas se relacionan con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socio-ambiental del área de influencia, la capacidad de los medios a ser afectados y las áreas con régimen especial de protección. Las zonas protegidas son expresadas por la legislación o por disposiciones del gobierno local y por las áreas identificadas en el estudio, las cuales presentan un alto grado de vulnerabilidad o riesgo ambiental y que por lo tanto no pueden ser intervenidas, a menos que se pueda

solicitar la sustracción (de lo contrario serían de exclusión, situación que no se presenta en las dos alternativas).

Áreas de Intervención con Restricciones: Áreas que requieren de medidas de manejo y restricciones abióticas, bióticas y socioeconómicas propias, acordes con las etapas y actividades del proyecto y las sensibilidades socio-ambientales altas del área de influencia. Se identifican estas áreas, especificando el tipo de restricción y las acciones o tecnologías requeridas que harán su protección.

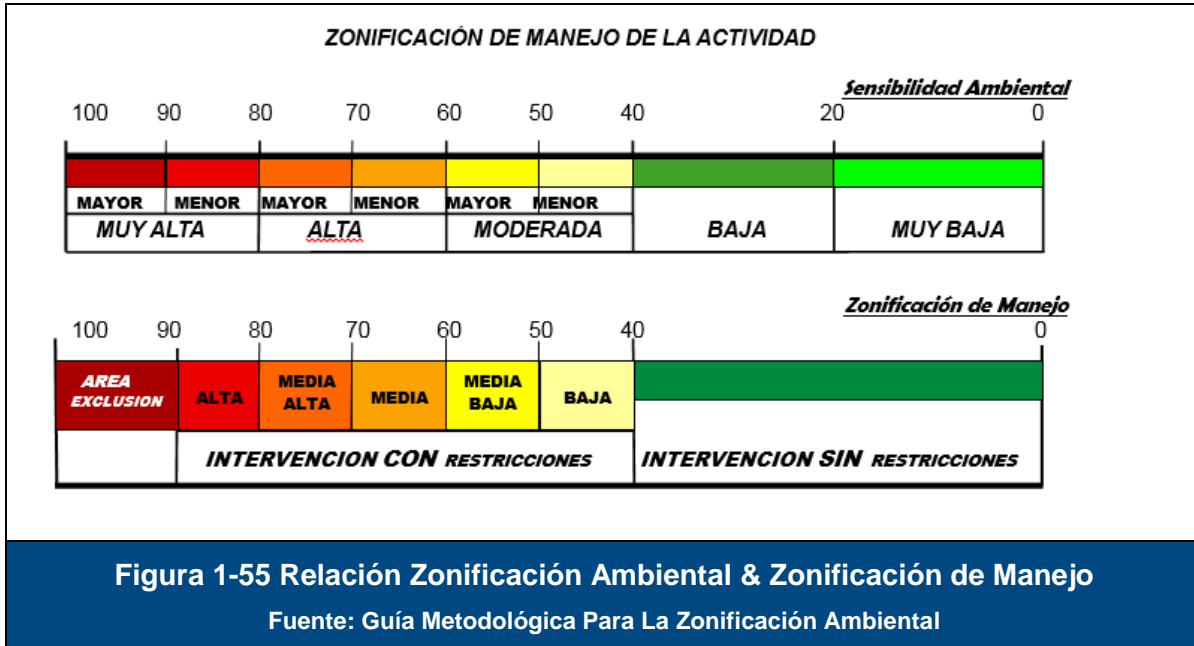
Áreas de Intervención: Áreas donde el proyecto se puede desarrollar con manejo socio-ambiental, acorde con las etapas y actividades del mismo. Estas presentan normalmente sensibilidades ambientales bajas.

En cada una de las unidades ambientales se establecieron las restricciones ambientales abióticas, bióticas y socioeconómicas y culturales, considerando la infraestructura social, para cada una de las actividades del proyecto.

La determinación de la categoría de manejo no siempre es directamente proporcional a la sensibilidad establecida en el zonificación ambiental, debido a que el análisis involucra además una prospección sobre el comportamiento ecosistémico y humano a nivel regional zonas que individualmente poseen una baja o media sensibilidad ambiental pueden ser objeto de manejo con restricciones altas dada su importancia a nivel regional y al papel que juega con áreas aledañas. Por eso es factible encontrar áreas de la misma sensibilidad ambiental en diferentes categorías de manejo.

Este proceso (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) facilita la identificación de los tipos de manejo requeridos o acciones de control según la situación del área de estudio, estableciendo distintos niveles de gestión socio-ambiental que determinan finalmente las categorías de manejo ambiental.

A partir del análisis explicativo de las restricciones o exclusiones establecidas, la alteración de la relación del uso y el aprovechamiento de los recursos naturales, entre otros, se establece la relación entre la sensibilidad ambiental con las actividades que generan el proyecto en área de intervención, en la Figura 1-55, se presenta la relación para el análisis de las zonas de intervención o restricción.



1.5.6. Plan de manejo ambiental, de seguimiento y monitoreo

Luego de la identificación y evaluación de los impactos potenciales del proyecto y a partir de la clasificación del más importante con prioridades inmediatas al menos importante con prioridad a largo plazo, se plantean las estrategias de manejo ambiental siguiéndolos lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para proyectos lineales LI-TER-1-01 adoptados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), donde se establecen la elaboración de fichas donde se presenten los programas con sus respectivas actividades que tiene el objetivo de prevenir, controlar, mitigar, corregir y compensar dichos impactos evaluados e identificados durante la evaluación ambiental.

Estas presentan los siguientes elementos:

Objetivos: Establece el argumento y direccionamiento al cual va dirigida la intervención. Justifica la presentación de la estrategia por las acciones que plantean en ella dando respuesta a los impactos generados por las actividades del proyecto.

Impactos, peso del impacto y prioridad: Se extrae de manera sintetizada la información obtenida del capítulo 5, referente a los impactos identificados, a su evaluación y prioridad con la que se debe llevar a cabo las intervenciones planteadas en las estrategias.

Tipo de medida: Se establece, marcando con una X, si la medida previene, mitiga, corrige y/o compensa el impacto que puede generar la actividad del proyecto sobre algún factor ambiental.

Etapas de implementación: Se establece la implementación de las estrategias dentro de las etapas constructivas y operativas, por lo cual se marca con una X la etapa (construcción y/o operación) del proyecto en la cual se deben llevar a cabo las medidas planteadas o acciones a desarrollar.

Acciones a desarrollar: Exponen los requerimientos o actividades que dan respuesta al objetivo planteado y el impacto a manejar.

Lugar de aplicación: Sitio en cual se deben desarrollar las acciones que se planteadas.

Personal requerido: Persona (s) quien llevan a cabo el control de las acciones a desarrollar y verificación del cumplimiento a las medidas de manejo planteadas

Presupuesto: Estimativo de los valores (en pesos colombianos) que representa el personal requerido y los demás insumos que se pueden necesitar en el momento de llevar a cabo las acciones planteadas.

Luego de establecer cada uno de estos criterios en las estrategias de manejo, se formulan las estrategias de seguimiento o monitoreo las cuales indican el cumplimiento o no de las acciones de manejo de los impactos identificados y evaluados. En estas estrategias se vuelve a establecer la etapa de implementación, impactos a controlar sin el peso y prioridad del mismo. Los demás elementos de estas fichas son los siguientes:

Indicador de seguimiento: Estos indicadores responden a un valor obtenido de la comparación de datos reales tomados durante el desarrollo de las respectivas estrategias, relacionados con el comportamiento de las actividades del proyecto.

Sitios de aplicación: Corresponde al sitio especificado en la estrategia de manejo.

Frecuencia de seguimiento: Tiempo durante el cual se lleva a cabo el seguimiento o monitoreo específico para establecer el cumplimiento o no de las medidas de manejo.

Parámetros o norma de referencia: Se establece (si aplica) la norma en la cual se indican los parámetros de cumplimiento de las fichas de manejo, de acuerdo con la legislación vigente colombiana.

A partir de estas fichas de manejo se generaron los programas de seguimiento y monitoreo con el fin de verificar la aplicación de cada una de las actividades planteadas en el Plan de Manejo.

1.5.7. Plan de Contingencias

Se presenta el análisis de los riesgos ambientales que pueden afectar a la salud de las personas de las comunidades aledañas al proyecto y/o vinculadas con él, los medios y al medio ambiente; los cuales pueden estar asociados a las diferentes etapas del proyecto y la caracterización del área de influencia directa del corredor. Para este análisis se identifican las variables de vulnerabilidad frente a las amenazas que presentan estos dentro del área de influencia del proyecto “UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II y Norte 230 kV y las líneas de transmisión asociadas”.

La evaluación del riesgo está dada por la siguiente expresión:

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

De acuerdo con lo anterior, se lleva a cabo el desarrollo de los criterios de amenaza y vulnerabilidad y la calificación dada a cada uno de estos mediante la metodología encontrada en la Guía para proyectos de transmisión eléctrica, del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 1999, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Los valores obtenidos para los diferentes riesgos establecen los tipos de acciones a desarrollar para prevenir, proteger, controlar y atender los eventos que se puedan presentar durante la construcción y operación del proyecto.

En los lineamientos del plan de contingencia se establece la organización del personal y equipos para la prevención y atención de emergencias. Se incluyen los elementos de protección personal que deben utilizar todas las personas que asistan a las instalaciones y el plan de acción donde se establecen las medidas de contingencia para el proyecto.

1.5.8. Organización del estudio

En la Tabla 1-80 se listan el equipo de trabajo que participó de manera activa en el desarrollo del estudio por parte del Consorcio Ambiental Chivor, donde se incluye la dedicación, responsabilidad, disciplina a la que pertenece, la formación y experiencia en este tipo de estudios.

Tabla 1-80 Equipo Profesionales – Elaboración EIA Consorcio Ambiental Chivor

PERSONAL VINCULADO	DEDICACIÓN	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	FORMACIÓN	EXPERIENCIA (Años)
Diana Espinosa	25%	Representante Legal C.A.C.	Ing. Civil Esp. Ambiental Directora de Proyecto	30
Daniel Cristancho	50%	Gerente Técnico	Ing. Civil Esp. Ambiental	10

PERSONAL VINCULADO	DEDICACIÓN	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	FORMACIÓN	EXPERIENCIA (Años)
			Coordinador General	
Diana Campos	75%	Coordinadora Proyecto	Ing. Química Esp. Química Ambiental	7
Lorena Rodríguez	50%	Coordinadora Físico	Ingeniera ambiental	10
Adriana Franco	50%	Revisión de información secundaria, elaboración y revisión de documentos.	Ingeniera Forestal	5
Jillian Higueta	25%	Análisis de impactos sinérgicos y acumulativos	Ingeniera Ambiental	4
Alejandro Zambrano	25%	Elaboración de Plan de Contingencia	Ingeniera Ambiental	2
Andrea Cabra	25%	Análisis climatológicos del área de estudio. Identificación de las condiciones hidrológicas.	Ingeniero Civil – Magíster en Ingeniería - Recursos Hidráulicos	10
Edgar Correa	25%	Estudio y análisis de Geología, Geomorfología, Hidrogeología y Geotecnia para el área de estudio.	Geólogo/Hidrogeólogo	4
Alexandra Cerón	25%	Estudio y análisis de los suelos, uso potencial y conflicto de usos para el área de estudio	Agrólogo-Especialista en Interventoría Ambiental	15
Tatiana Bautista	50%	Coordinación de equipos de trabajo del componente social, definición	Trabajadora Social Esp. Gestión social y ambiental	9

PERSONAL VINCULADO	DEDICACIÓN	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	FORMACIÓN	EXPERIENCIA (Años)
		de metodologías de trabajo, instrumentos y elaboración de documentos		
Olto Jiménez	25%	Elaboración del análisis costo beneficio y análisis socio económico del proyecto. Apoyo en la definición de variables de análisis del componente económico para instrumentos de trabajo en campo	Ingeniero Forestal Especialista en Evaluación Ambiental de Proyectos	7
Andrés Bernal	50%	Elaboración de documentos, análisis de información municipal, desarrollo de jornadas de socialización	Profesional Social	7
Angélica Bernal	100%	Levantamiento de información de campo, elaboración de diagnósticos veredales, desarrollo de jornadas de socialización	Profesional Social	3
Nataly Martínez	100%	Levantamiento de información de campo, elaboración de diagnósticos veredales, desarrollo de jornadas de	Profesional Social	1

PERSONAL VINCULADO	DEDICACIÓN	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	FORMACIÓN	EXPERIENCIA (Años)
		socialización		
Ivy Gómez	75%	Elaboración de la caracterización socioeconómica	Psicóloga	2
Juan Carlos Rubiano	50%	Aspectos arqueológicos	Arqueólogo	10
Guillermo Rodríguez	75%	Elaboración y trabajo de campo del componente arqueológico	Arqueólogo	2
Fredy Castañeda	50%	Coordinación componente flora Elaboración de informes, revisión de información secundaria, revisión de información de campo y análisis de información	Ingeniero Forestal. Especialista Recursos Hídricos	4
Nataly López	25%	Revisión de información secundaria. Elaboración del documento de compensación.	Ingeniero Forestal	3
Julián Yopasa	25%	Revisión de información secundaria, levantamiento de información en campo.	Ingeniero Forestal	3
Eliana Gómez	50%	Revisión de información secundaria, levantamiento de información en campo.	Ingeniero Forestal	2
Cristhian López	50%	Procesamiento de información primaria del componente flora	Ingeniero Forestal	1

PERSONAL VINCULADO	DEDICACIÓN	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	FORMACIÓN	EXPERIENCIA (Años)
Giselle Moreno	25%	Levantamiento de información primaria para el componente flora	Ingeniero Forestal	1
Sharon Martínez	25%	Levantamiento de información primaria para el componente flora	Ingeniero Forestal	1
Ximena Castro	50%	Componente fauna: Línea base, evaluación de impactos, zonificación ambiental, estrategias de manejo ambiental, estrategias de monitoreo y seguimiento, comparación de alternativas	Bióloga	4
Elizabeth Campos	25%	Revisión de documentos del componente fauna	Bióloga	7
Irene Aconcha	25%	Coordinación de trabajos de campos y metodologías de fauna.	Bióloga	5
Diana Carolina Angulo	100%	Línea base fauna, estrategias de manejo ambiental, estrategias seguimiento y monitoreo (avifauna)	Bióloga	5
Carlos Soto	100%	Línea base fauna, estrategias de	Biólogo	5

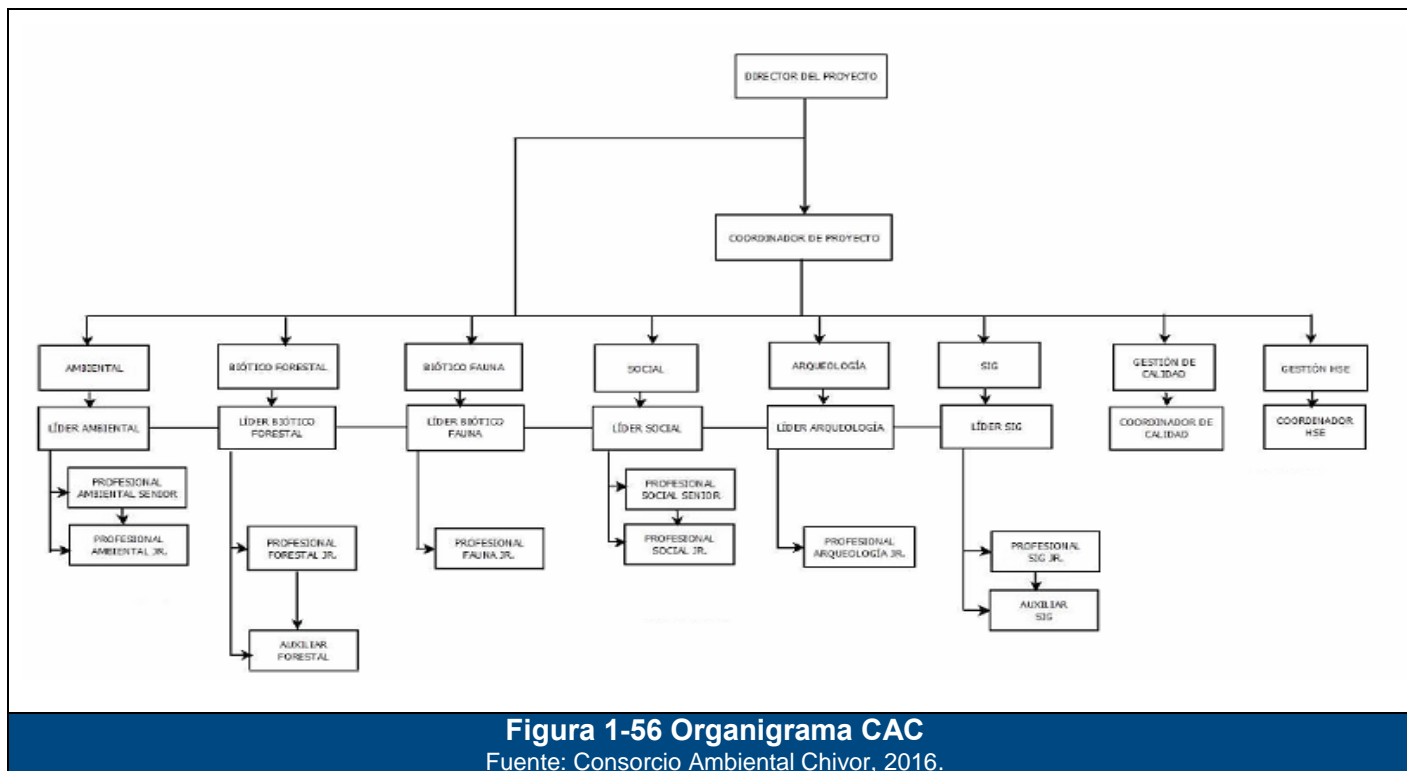
PERSONAL VINCULADO	DEDICACIÓN	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	FORMACIÓN	EXPERIENCIA (Años)
		manejo ambiental, estrategias seguimiento y monitoreo (herpetofauna)		
Juan Camilo Zambrano	100%	Línea base fauna, estrategias de manejo ambiental, estrategias seguimiento y monitoreo (mastofauna)	Biólogo	3
Natalia Novoa	25%	Levantamiento de información primaria del componente fauna	Bióloga	2
Rafael Camilo Sandoval	25%	Levantamiento de información primaria del componente fauna	Biólogo	2
Camilo Loaiza	25%	Levantamiento de información primaria del componente fauna	Biólogo	2
Juan Sebastián León	25%	Levantamiento de información primaria del componente fauna	Biólogo	5
Xamara Albarán	25%	Levantamiento de información primaria del componente fauna	Bióloga	3
Andrés Alfonso	25%	Levantamiento de información primaria del	Biólogo	3

PERSONAL VINCULADO	DEDICACIÓN	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	FORMACIÓN	EXPERIENCIA (Años)
		componente fauna		
Sebastián Mejía	25%	Levantamiento de información primaria del componente fauna	Biólogo	7
Leonardo Claros	25%	Levantamiento de información primaria del componente fauna	Biólogo	3
David Chapeta	25%	Levantamiento de información primaria del componente fauna	Biólogo	7
Cristian Salinas	25%	Revisión de información secundaria y apoyo en elaboración de caracterización del componente fauna	Biólogo	2
Ángela Herrera	50%	Elaboración de paisaje, fragmentación y conectividad	Ecóloga	3
Carolina Salgado	15%	Revisión de información secundaria y revisión de áreas protegidas	Ecóloga	5
Diego Rubiano	75%	Coordinador. SIG-Geodata Base	Ingeniero Forestal Especialista SIG- Maestría en Geomática	20
Johanna Moreno	35%	Coordinadora Sistema de Calidad	Administradora de Empresa	2
Doris Barrantes	35%	Coordinadora HSE	Tecnóloga Salud Ocupacional	2

CAPITULO 1.GENERALIDADES



Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016



1.5.9. Limitaciones y Deficiencias en la Información

Las principales limitaciones presentadas durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, obedecen a diferentes naturalidades, la principal corresponde al ámbito social por las restricciones de acceso a nivel municipal, veredal y predial. Este inconveniente retrasó e impidió los trabajos en campo y el levantamiento de información primaria para los diferentes componentes que hacen parte de este EIA. A partir de lo anterior se presenta en el Anexo Capitulo Declaración Juramentada con destino a la Empresa de Energía UPME 03-2010 (1) como soporte de esta limitante, y se complementa con las bitácoras levantadas en campo como evidencia de esta restricción en la zona.

De acuerdo al Auto de Inicio de evaluación No. 3724 del 09 de agosto de 2016 por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, se requirió el ingreso a los 57 predios donde no se pudo realizar el levantamiento de información primaria en la fase de campo de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, de acuerdo a lo anterior, la Empresa de Energía de Bogotá, adelanto las gestiones necesarias con los propietarios para informar, solicitar el permiso y llevar a cabo dichas actividades, realizó el acercamiento a cada uno de los propietarios, con el fin de cumplir lo solicitado por el Ente evaluador.

En virtud de lo anterior, como se evidencia en las declaraciones extrajuicios en el ANEXO_CAP1/ Declaración extrajuicio, se relacionan los radicados en cada una de las personerías, con el fin de evidenciar la respuesta de los propietarios en relación con la solicitud, argumentando la negación por la oposición frente al proyecto.

En la Tabla 1-81, se presenta la relación de las 57 torres, donde se pudo obtener información en esta etapa adicional.

Tabla 1-81 Relación de las 57 Torres

TORRE	TORRE NOMENCLATUR A NUEVA	ID PREDIO	INGRESO	PREDIOS CON INFORMACIÓN PREVIA
39-CH-N		10-03-0113-N1	X	SUELOS
40-CH-N		10-03-0116	X	SUELOS
		10-03-0117		SUELOS
41-CH-N		10-03-0121	X	SUELOS
42-CH-N	42N-CH-N	10-03-0124	X	SUELOS
43-CH-N		10-03-0126	X	SUELOS-FLORA-MANANTIAL
44-CH-N		10-03-0126	X	SUELOS-FLORA-MANANTIAL
45-CH-N	45N-CH-N	10-03-0128		SUELOS-FLORA
46-CH-N	46N-CH-N	10-03-0132	X	SUELO-FLORA
47-CH-N	47NN-CH-N	10-03-0137		SUELO

TORRE	TORRE	ID PREDIO	INGRESO	PREDIOS CON INFORMACIÓN
164-CH-N	164-NCH-N	10-12-0738-V	X	SUELO-SOCIAL
168-CH-N		10-12-0748	X	SUELO-SOCIAL
174-CH-N	174N-CH-N	10-11-0757		SUELO
175-CH-N	175N-CH-N	10-11-0758		SUELO
176-CH-N		10-13-0760		SUELO
177-CH-N		10-13-0760		SUELO
13-N-B		10-15-0787		SUELO
14-N-B		10-15-0787		SUELO
15-N-B		10-15-0791		SUELO
		10-15-0792		
23-N-B		10-15-0815-N1		SUELO
		10-15-0815-N2		
26-N-B	26N-N-B	10-15-0821	X	SUELO-FLORA-FAUNA-SOCIAL
		10-15-0823-D1		
		10-15-0821		
		10-15-0823-D1		
27-N-B		10-15-0830	X	SUELO-SOCIAL
37-N-B		10-16-0853	X	SUELO-FAUNA-SOCIAL
		10-16-0854		
38-N-B*				
39-N-B		10-16-0854	X	SUELO
44-N-B	44N-N-B	10-16-0879-V	X	SUELO
45-N-B	45N-N-B	10-16-0871-N2	X	SUELO
46-N-B		10-16-0871-N3	X	SUELO-AGUA
47-N-B		10-16-0871	X	SUELO
48-N-B		10-16-0871	X	SUELO
49-N-B		10-16-0871	X	SUELO
50-N-B		10-16-0872	X	SUELO
51-N-B		10-16-0873	X	SUELO
52-N-B		10-16-0874	X	SUELO
64-N-B		10-17-0927	X	SOCIAL-SUELO

CAPITULO 1.GENERALIDADES

TORRE	TORRE	ID PREDIO	INGRESO	PREDIOS CON INFORMACIÓN
65-N-B		10-17-0929	X	SUELO-SOCIAL
66-N-B	66N-N-B	10-17-0931-D1	X	SOCIAL
67-N-B	67N-N-B	10-17-0933		
68-N-B	68N-N-B	10-17-0935		
70-N-B		10-17-0943	X	FLORA-SUELO
71-N-B	71N-N-BB	10-17-0949		
73-N-B	73N-N-B	10-17-0955		
75-N-B	75N-N-B	10-17-0956	X	FLORA-FAUNA
		10-17-0957		
		10-17-0957-N1		
76-N-B		10-17-0958	X	SOCIAL-SUELO
78-N-B		10-17-0968	X	SUELO
79-N-B	79N-N-B	10-17-0973	X	FLORA
80-N-B		10-17-0974	X	FLORA-SUELO
81-N-B	81N-N-B	10-17-0975	X	SUELO
89-N-B	89N-N-B	10-18-0996	X	FLORA-FAUNA
		10-18-0997		
99-N-B		10-18-1017		
		10-18-1018		
108-N-B		10-18-1032		
109-N-B		10-18-1033		
113-N-B		10-19-1052-D1	X	SOCIAL
114-N-B		10-19-1052-D7	X	SOCIAL
115-N-B		10-19-1055	X	SOCIAL
		10-19-1056		
116-N-B		10-19-1063-D4	X	SOCIAL
		10-19-1064		
117-N-B		10-19-1066	X	SOCIAL
		10-19-1067		
124-N-B		10-20-1088	X	

*Torre eliminada

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.