

--	--	--	--	--	--	--

A0	29/08/2017	CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	Juan Manuel Martinez	Gabriel Martínez	Primera Emisión	A
Rev	Fecha	Elaborado por nombre/firma	Revisado por nombre/firma	Aceptado por nombre/firma	Descripción	Estado



**PROYECTO  
“CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 230 KV LA  
REFORMA - SAN FERNANDO”**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**RESUMEN EJECUTIVO**



ESCALA	FORMATO	CÓDIGO EEB	CÓDIGO CONTRATISTA	HOJA	REV
<b>SIN</b>	<b>Carta</b>	<b>EEB-SFDO-CT100614-L000-EST1000</b>	<b>AG-2780</b>	<b>1 de 71</b>	<b>A0</b>

## ÍNDICE

	Pág.
1	Introducción ..... 7
2	Objetivos ..... 8
2.1	Objetivo general ..... 8
2.2	Objetivos específicos ..... 8
3	Justificación del proyecto ..... 9
4	Localización del proyecto ..... 9
5	Características del Proyecto ..... 10
5.1	Consideraciones para la definición del trazado ..... 10
5.2	Selección de la ruta ..... 10
5.3	Etapas y actividades del proyecto ..... 11
5.4	Descripción del Trazado de la línea eléctrica ..... 19
5.4.1	Subestación La Reforma – sitio de salida ..... 19
5.4.2	Descripción Corredor línea eléctrica ..... 20
5.4.3	Subestación San Fernando ..... 21
5.4.4	Descripción de cruces especiales ..... 24
5.5	Selección estructuras de soporte en la línea ..... 24
5.6	Obras transitorias - Plaza o patio de tendido ..... 26
5.7	Vías existentes - accesos al proyecto ..... 28
6	Características del área de influencia del proyecto ..... 30
6.1	Área de influencia ..... 30
6.2	Medio físico ..... 33
6.2.1	Geología ..... 33
6.2.2	Geomorfología ..... 33
6.2.3	Intervalo de Pendientes o inclinación de la ladera ..... 34
6.2.4	Suelos ..... 35
6.2.5	Hidrología ..... 36
6.2.6	Hidrogeología ..... 37
6.3	Medio biótico ..... 38
6.3.1	Flora ..... 38
6.3.2	Coberturas de la tierra ..... 44
6.3.3	Especies con categoría de amenaza en el área de influencia directa ..... 45
6.3.4	Fauna ..... 46
7	Zonificación ambiental ..... 49
8	Zonificación de manejo ambiental ..... 55
9	Evaluación ambiental ..... 59
10	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales ..... 62
10.1	Aguas superficiales ..... 63
10.2	Aguas subterráneas ..... 64

10.3	Vertimientos .....	64
10.4	Ocupación de cauces .....	65
10.5	Aprovechamiento forestal .....	65
11	Plan de manejo ambiental .....	66
12	Programa de seguimiento y monitoreo .....	69
13	Cronograma .....	70
14	Costos .....	71

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Imagen 1	Unidades territoriales que intercepta el proyecto..... 12
Imagen 2	Ubicación geográfica de la subestación La Reforma..... 22
Imagen 3	Ubicación geográfica de la subestación San Fernando..... 23
Imagen 4	Cruce sobre cuerpo de agua con intervención ..... 24
Imagen 5	Vías identificadas para el acceso al trazado de la línea eléctrica ..... 29
Imagen 6	Área de influencia indirecta (All) físico – biótica del proyecto..... 31
Imagen 7	Área de influencia directa socioeconómica (AID) ..... 32
Imagen 8	Distribución de las clases agrológicas en el área de influencia físico biótica del proyecto ..... 35
Imagen 9	Áreas SINAP..... 42
Imagen 10	Áreas prioritarias conservación en el All ..... 43
Imagen 11	Zonificación Ambiental del área de influencia indirecta y directa del proyecto ..... 54
Imagen 12	Zonificación de Manejo del Proyecto línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando..... 58
Imagen 13	Procedimiento de evaluación de impactos ..... 60
Imagen 14	Representatividad del tipo Importancia de carácter positivo y/o negativo determinada para los impactos identificados - Escenario con proyecto ..... 61

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Unidades territoriales que intercepta el proyecto..... 9
Tabla 2	Características técnicas generales del proyecto ..... 11
Tabla 3	Actividades del proyecto “Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando”, Etapa Pre-constructiva..... 13
Tabla 4	Actividades del proyecto “Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando”, Etapa Constructiva ..... 14
Tabla 5	Actividades del proyecto “Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando”, Etapa Operativa y de Mantenimiento..... 18
Tabla 6	Actividades del proyecto “Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando”, Etapa Desmantelamiento ..... 19
Tabla 7	Área de intervención dentro de la subestación La Reforma 230 kV ..... 20
Tabla 8	Descripción fisiográfica del corredor ..... 20
Tabla 9	Localización de la subestación san fernando ..... 21
Tabla 10	Relación de estructuras para la línea eléctrica ..... 24
Tabla 11	Plazas de tendido ..... 27
Tabla 12	Vías que dan acceso a cada sitio de torre..... 28
Tabla 13	Intervalos de pendientes obtenidas para el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto ..... 34
Tabla 14	Codificación de cuencas hidrográficas para el área de estudio de la línea de transmisión 230 kV. La Reforma – San Fernando ..... 36
Tabla 15	Unidades hidrogeológicas del área de estudio ..... 38
Tabla 16	Provincias y distritos biogeográficos en el Área de Influencia Indirecta .... 39
Tabla 17	Biomás en el Área de Influencia Indirecta ..... 40
Tabla 18	Instrumentos de ordenamiento y/o planificación identificados en los municipios del Área de Influencia Indirecta áreas de interés ambiental.... 40
Tabla 19	Coberturas de la tierra en el área de influencia ..... 44
Tabla 20	Especies con categoría de amenaza ..... 45
Tabla 21	Anfibios de importancia ecológica y sociocultural en el AID ..... 47
Tabla 22	Reptiles de importancia ecológica y sociocultural en el AID ..... 48
Tabla 23	Zonificación Ambiental ..... 50
Tabla 24	Identificación de Restricciones Ambientales..... 55
Tabla 25	Importancia de los impactos..... 60
Tabla 26	Tipo de importancia (carácter positivo y negativo) determinada para los impactos en el escenario con proyecto..... 61
Tabla 27	Sitios y franjas propuestas para la captación de aguas superficiales ..... 64

Tabla 28	Volumen de agua para uso industrial .....	64
Tabla 29	Cruces de corrientes principales para la línea eléctrica.....	65
Tabla 30	Volumen de aprovechamiento forestal solicitado .....	65
Tabla 31	Actividades en las que se implementarán los programas de manejo ambiental .....	68
Tabla 32	Cronograma para la implementación del programa de seguimiento.....	69
Tabla 33	Cronograma general de actividades.....	70
Tabla 34	Presupuesto general.....	71

## RESUMEN EJECUTIVO

### 1 INTRODUCCIÓN

La Empresa de Energía de Bogotá (EEB), presenta el siguiente Estudio de Impacto Ambiental (EIA), ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), como documento base para la obtención de la Licencia Ambiental para el proyecto construcción y Operación de la Línea de transmisión de eléctrica a 230 kV entre la subestación del Sistema Interconectado Nacional "La Reforma" ubicada en el municipio de Villavicencio y la subestación "San Fernando" ubicada en el municipio de Castilla La Nueva, en el Departamento del Meta.

El análisis y procesamiento de la información primaria y secundaria, se realizó en el marco de lo dispuesto por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS, en los Términos de Referencia del sector de energía LI-TER-1-01 acogidos mediante Resolución 1288 de junio 30 de 2006 para el Estudio de Impacto Ambiental de tendidos 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 y en la Metodología para la Presentación de Estudios Ambientales (Resolución 1503 de 2010). Así como la Resolución 2182 de 2016, con base en la cual se presenta la estructura Geodatabase.

De igual forma se tuvo en cuenta lo establecido en el Auto 4503 de septiembre 16 de 2016 emitido por la ANLA en la evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas, donde se definió la alternativa 1 como el trazado seleccionado.

Durante la elaboración del Estudio de Impacto del proyecto "Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando", se realizaron las correspondientes consultas ante las entidades y/o instituciones encargadas de la certificación de la presencia de ecosistemas estratégicos y áreas protegidas, tales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Dirección de Bosques, Biodiversidad, Servicios Ecosistémicos, Parques Nacionales Naturales de Colombia, la Corporación Autónoma Regional y Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de La Sociedad Civil (Resnatur).

Por otro lado, se solicitó al Ministerio del Interior y al Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) la determinación de la presencia/ausencia de comunidades étnicas en el Área del proyecto, quienes certificaron que en la base de datos de la Dirección de Asuntos Indígenas, ROM y Minorías, NO se encuentra registro de Resguardos legalmente constituidos, ni comunidades o parcialidades indígenas por fuera de Resguardos; al igual que no se identifica la presencia de comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras en la zona de influencia directa del proyecto.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Obtener la Licencia Ambiental para del proyecto “Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando”, ubicado en los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva en el Departamento del Meta, garantizando el manejo y uso sostenible de los recursos naturales presentes dentro del área de estudio.

### 2.2 Objetivos específicos

- Describir todas las actividades asociadas al proyecto de la línea eléctrica en sus características técnicas, constructivas y operativas.
- Caracterizar y evaluar los componentes físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales existentes en el área de influencia directa e indirecta de la línea de transmisión a 230 kV proyectada desde la subestación La Reforma hasta la subestación San Fernando.
- Identificar las condiciones de demanda, uso, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales requeridos durante la fase de construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV.
- Evaluar los impactos ambientales que se deriven del desarrollo de cada una de las fases, obras y actividades del proyecto.
- Realizar la zonificación ambiental mediante el análisis integral de los componentes caracterizados para determinar las potencialidades, fragilidades y sensibilidad ambiental del área de influencia sin considerar la inclusión del proyecto.
- Determinar la zonificación de manejo ambiental a partir del análisis conjugado de la zonificación ambiental y la evaluación de impactos en aras de establecer áreas de exclusión, áreas de intervención con restricciones y áreas de intervención.
- Establecer las estrategias de manejo ambiental y de seguimiento y monitoreo mediante la formulación de programas, proyectos y actividades enfocadas a prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los impactos identificados en la evaluación previa.
- Realizar el análisis de riesgos relacionado con la construcción y operación de la línea transmisión a 230 kV proyectada y establecer con base en dicho análisis los lineamientos del Plan de Contingencia, de tal forma que incluya la definición de los planes estratégico, operativo e informativo pertinentes.
- Presentar una propuesta de uso final del suelo armonizado con el entorno ambiental que incluya las medidas de manejo y reconfiguración morfológica, vegetal y paisajística de las áreas intervenidas por infraestructura, así como una estrategia de información a la comunidad y la autoridad.

- Presentar una propuesta técnico - económica del plan de inversión del 1% correspondiente al uso del recurso hídrico tomado de fuentes naturales superficiales para el caso del presente proyecto.

### 3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La Empresa de Energía de Bogotá es una compañía que hace parte del Grupo Energía de Bogotá, y tiene dentro de sus líneas de negocio el transporte de grandes bloques de energía eléctrica, el cual se hace a altos niveles de voltaje que, para Colombia, es de 220 y 500 kilovoltios (kV). Dentro del departamento del Meta se tiene proyectado para el corto plazo la construcción y operación de una línea de transmisión de energía eléctrica a 230 kV entre la subestación del Sistema Interconectado Nacional "La Reforma" ubicada en la vereda Servitá del municipio de Villavicencio y la subestación "San Fernando" ubicada en el municipio de Castilla La Nueva.

Este proyecto, dirigido por la Empresa de Energía de Bogotá (EEB), hace parte del plan integral de energía eléctrica de la Gerencia Regional Central, de la Vicepresidencia de Producción de Ecopetrol S.A. (En adelante GEC), cuyo objetivo es asegurar el suministro de energía eléctrica con una capacidad total de 265 MW en el año 2025, y la confiabilidad del sistema de transmisión para el desarrollo de los campos de producción directa de crudos pesados de la Superintendencia Castilla-Chichimene, así como liberar carga de la Electrificadora del Meta S.A (EMSA), evitando pérdidas e interrupciones del sistema.

### 4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto "Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando", se ubica dentro del departamento del Meta y atraviesa los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva. Las unidades territoriales que intercepta el trazado se presentan en la **Tabla 1** y se visualizan en la **Imagen 1**.

**Tabla 1 Unidades territoriales que intercepta el proyecto**

Municipio	Vereda
Villavicencio	Servita
	Buena Vista
	Samaria
	San Juan de Ocoa
	La Cumbre
	La Unión
	Cornetal*
	Las Mercedes
	La Concepción
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>

Municipio	Vereda
Acacias	El Rosario
	El Resguardo
	Santa Teresita
	Montelíbano Bajo
	La Esmeralda
	Montebello
	San Isidro de Chichimene
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>
Castilla La Nueva	Betania
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>

\* Esta vereda no cuenta con JAC legalmente conformada  
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 5 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

### 5.1 Consideraciones para la definición del trazado

El planteamiento del corredor para conectar los dos sitios definidos como origen y destino de la línea eléctrica La Reforma – San Fernando, consideró aspectos generales del área y algunos requerimientos iniciales que definen direcciones preferenciales de los tramos de corredor para que éste reúna condiciones técnicas, económicas y ambientales aceptables para el proyecto. Dichos aspectos se resumen en:

- La localización geográfica de los sitios de inicio y final de la línea implican que la conexión más apropiada debe tener una dirección preferencial hacia el SE; desviaciones considerables de esta dirección implican mayor longitud de la línea y por consiguiente mayor costo y afectación.
- El punto de inicio y el destino final de la línea eléctrica proyectada están separados, en línea recta, una distancia aproximada de 35 Km.
- El corredor proyectado es el resultado de la evaluación y selección del mismo por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, mediante el Auto 4503 del 16 de septiembre de 2016.

### 5.2 Selección de la ruta

Sobre la ruta definida por la ANLA mediante Auto 4503 del 16 de septiembre de 2016, se efectuaron los ajustes necesarios para definir el trazado definitivo, para la cual se tuvo en cuenta las siguientes restricciones establecidas por los elementos ambientales, sociales y los requerimientos técnicos, con el fin de asegurar la viabilidad en la construcción y operación de la Línea eléctrica:

- Zonas geológicamente inestables.
- Cañones profundos de pendientes muy altas.
- Zonas con suelos de muy baja capacidad portante aparente.
- Zonas restringidas por autoridades ambientales.
- Cruces forzados muy largos (ríos, líneas existentes).
- Presencia cercana de aeropuertos, aeródromos y helipuertos.
- Zonas urbanas
- Presencia de puntos de agua (manantiales): tratando siempre de mantener a cualquiera de estos sitios un alejamiento de 100m, de lo contrario establecer acciones para intervenir lo menos posible la franja de protección de los mismos.
- Cuerpos de agua lóticos (ríos caños y quebradas): se deberá ubicar las torres 30m alejadas de las márgenes.
- En el río Guayuriba, de acuerdo con lo establecidos en el POBT de Villavicencio, en la margen izquierda de todo su recorrido, un retiro de cien (100) metros, medido a partir de la cota máxima de inundación para un período de retorno de cincuenta (50) años.

### 5.3 Etapas y actividades del proyecto

La línea eléctrica tendrá una longitud de 35 km y sus principales características técnicas se resumen en la **Tabla 2**.

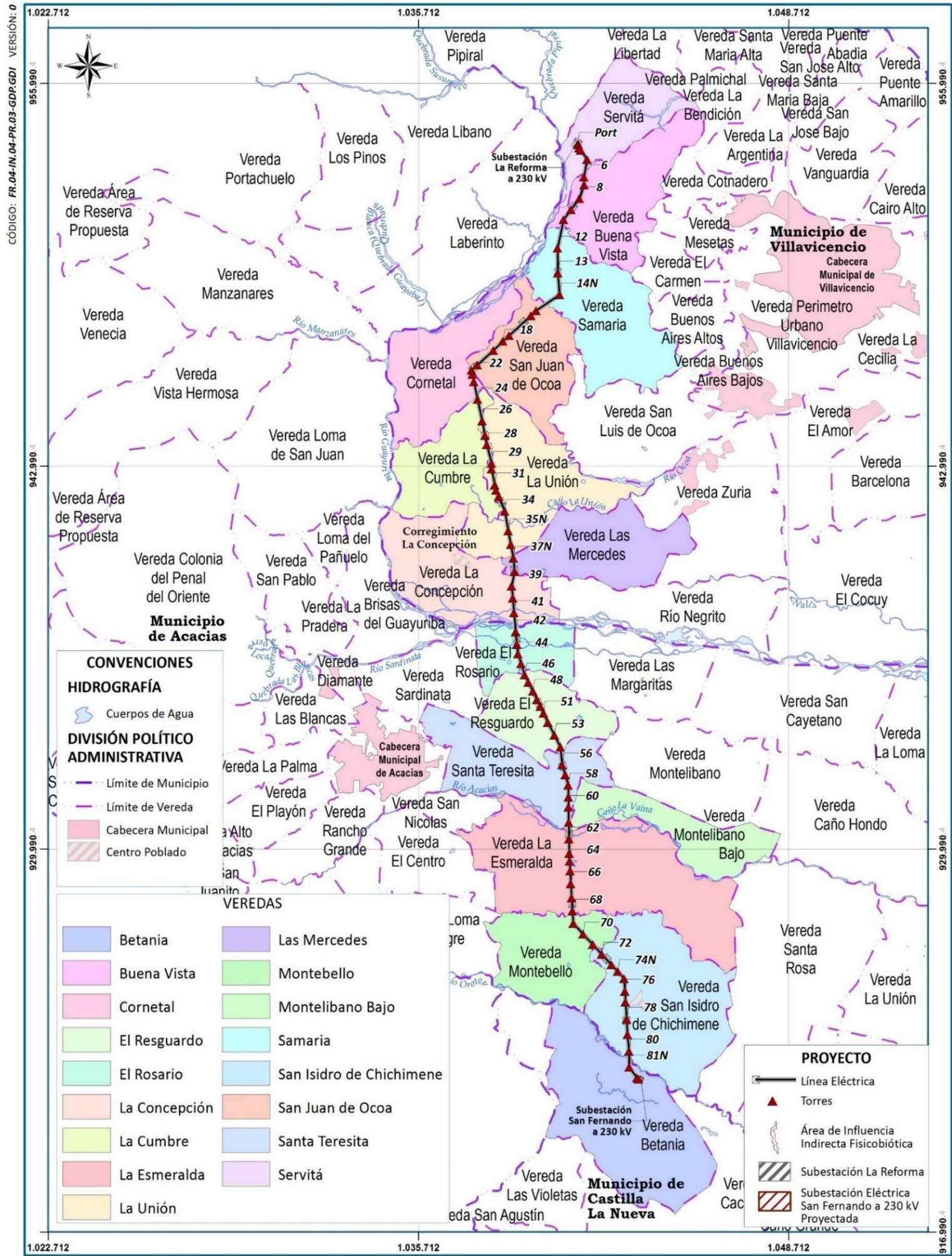
**Tabla 2 Características técnicas generales del proyecto**

N°	Características	Descripción
1	Inicio de línea de transmisión	Subestación La Reforma
2	Longitud de la línea de transmisión de energía eléctrica	35.005,028 metros = 35,00 kilómetros
3	Llegada de línea de transmisión	Subestación San Fernando
4	Número de torres	78 torres y 2 pórticos (uno en subestación La reforma y el otro en la subestación San Fernando)
5	Altura de torre	De 38 a 45 metros
6	Servidumbre línea de transmisión	30 metros (15 a cada lado del eje de la línea)
7	Circuito	Sencillo de 230 kV
8	Material	Acero de alta resistencia
9	Plazas de tendido	9

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

En términos generales, el proyecto se compone de cuatro etapas; en cada una de las cuales se determinaron actividades en las cuales se establece la secuencia para la ejecución del proyecto y que se relacionan en la **Tabla 3** a la **Tabla 6**.

Imagen 1 Unidades territoriales que intercepta el proyecto



Veredas2.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Tabla 3 Actividades del proyecto “Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando”, Etapa Pre-constructiva**

Ítem	Actividad	Descripción
1	Información a la comunidad	Consiste en el relacionamiento previo con los pobladores del área por donde pasará la línea eléctrica, el relacionamiento va dirigido a las autoridades de los municipios, veredas y los propietarios de los predios que serán intervenidos por cualquiera de las actividades que se realicen durante el desarrollo del proyecto. La Dirección de Desarrollo Sostenible de la EEB, determinará las estrategias relacionadas con el manejo de la comunidad e interacción con la misma teniendo en cuenta lo estipulado en el capítulo 7 del presente documento (Plan de manejo Ambiental) en donde se adjunta las fichas de manejo en donde se encuentran los lineamientos que se tendrán en la etapa pre-constructiva
2	Gestión inmobiliaria y adquisición de servidumbres	Actividades propias de la EEB previas al inicio de la etapa de construcción de la línea, en las cuales se realiza el proceso de negociación de servidumbre a lo largo del eje de la línea, considerando el ancho establecido de 30 m, relacionado con la tensión de la línea planteada de 230 kV. Adicional al ancho de seguridad de la línea, se negociarán los sitios donde se ubicarán las plazas de tendido y se establecerá los accesos que serán utilizados para cada sitio de torre.
3	Contratación y capacitación de personal	Proceso de selección y contratación de la mano de obra calificada y no calificada, mediante mecanismos de postulación, selección y contratación. Este proceso incluye también la capacitación a todos los trabajadores del proyecto (mano de obra calificada y no calificada) al momento de la contratación, de tal forma que los trabajadores desarrollen competencias y habilidades de protección hacia el medio socio ambiental, reduciendo la probabilidad de ocurrencia de incidentes y accidentes. Esta actividad inicia en esta etapa, sin embargo, se desarrollará a lo largo de todas las etapas del proyecto y contará con un seguimiento a partir de lo que se disponga en el Plan de Manejo Ambiental, Plan de Contingencia, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, política de sostenibilidad de la EEB y todas aquellas disposiciones legales vigentes en los ámbitos nacional, regional y municipal.
4	Levantamiento topográfico – Replanteo de construcción	Esta fase consiste en plasmar sobre el terreno el eje en planta del trazado definitivo para la construcción de la línea eléctrica de acuerdo con los planos planta – perfil, elaborados durante la etapa de diseño de la línea. El replanteo del eje del corredor se realiza con equipos de topografía, que toman como amarre o base del trabajo las referencias topográficas instaladas en campo durante la fase de diseño, las cuales generalmente son mojones en concreto debidamente georeferenciados con coordenadas y cotas reales, colocados en sitios estratégicos próximos al trazado e identificados en los planos de diseño. Adicionalmente, al eje del proyecto durante el replanteo se debe identificar y señalar adecuadamente (estacas o banderolas) los sitios definidos para la ubicación de cada torre y el área a ocupar por cada una, datos que deben estar referenciados con coordenadas y cotas obtenidas de los planos de diseño de la línea. En esta etapa y si es necesario se podrá optimizar localmente la ruta y la ubicación de los sitios de torre, en procura siempre de logra correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Tabla 4 Actividades del proyecto “Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando”, Etapa Constructiva**

<b>A</b>	<b>Actividad</b>	<b>Adecuación S/E La Reforma</b>
<b>Ítem</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Construcción de cimentaciones para interruptor de potencia	La cimentación es una de las actividades previas para la instalación de los equipos entendiéndose que la cimentación forma parte estructural de la subestación debido a que es la encargada de transmitir las cargas de la estructura al terreno. Los interruptores de potencia son el elemento central de las subestaciones, estos equipos mecánicos de maniobra son los que permiten interrumpir y cerrar los circuitos eléctricos (corrientes de trabajo y corrientes de fuga) y en estado cerrado, conducen la corriente nominal. Las cimentaciones serán construidas en concreto de resistencia a la compresión 21 MPa reforzado con barras de acero corrugado con límite de fluencia de 420 MPa; serán fundidas en sitio a una profundidad de desplante de 1.5 metros e irán apoyadas sobre una capa de 5 centímetros de concreto de solado (14 Mpa).
2	Montaje de la estructura para el soporte del interruptor de potencia	La estructura de soporte de los interruptores de potencia que son una serie de elementos metálicos se anclan a la cimentación y el montaje se realiza con ayuda de un camión grúa, una vez se instale la estructura de soporte se monta el interruptor y el cableado.
3	Construcción caseta de relés donde estarán ubicados los tableros de control, protecciones y comunicaciones.	La caseta de control es un compartimiento en donde se instalan los relés (reguladores), tableros de control de i) protección y comunicación, ii) interrupción iii) protección de salida de línea, iv) registro de fallas y v) medidas. Estos equipos están diseñados para la conducción de la energía eléctrica, constan de mandos de comunicación, sistemas de posicionamiento global, dispositivos de control redundante, dispositivos de corte, medición entre otros, los cuales permiten integrar las conexiones del sistema de automatización de la subestación con el fin de realizar supervisión de las señales y enviar registros al centro de control.

<b>B</b>	<b>Actividad</b>	<b>Instalación de la línea eléctrica</b>
<b>Ítem</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Localización y replanteo	Esta fase corresponde a plasmar sobre el terreno el eje en planta del trazado definitivo para la construcción de la línea eléctrica de acuerdo con los planos planta – perfil, elaborados durante el diseño de la línea. El replanteo del eje del corredor se realiza con equipos de topografía, que toman como amarre o base del trabajo las referencias topográficas instaladas en campo durante la fase de diseño, las cuales generalmente son mojones en concreto debidamente georeferenciados con coordenadas y cotas reales, colocados en sitios estratégicos próximos al trazado e identificados en los planos de diseño del proyecto. Adicionalmente, al eje del proyecto el replanteo debe identificar y señalar adecuadamente (estacas o banderolas) los sitios definidos para la ubicación de cada torre y el área a ocupar por cada una, datos que deben estar referenciados con coordenadas y cotas obtenidas de los planos de diseño de la línea. En esta etapa y si es necesario se podrá optimizar localmente la ruta y la ubicación de los sitios de torre, en procura siempre de logra correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño.

B	Actividad	Instalación de la línea eléctrica
Ítem	Actividad	Descripción
2	Adecuación de accesos	<p>En esa etapa se realizarán las labores de adecuación necesarias para permitir el acceso de maquinaria, equipo, herramienta y personal necesarios para las labores de construcción.</p> <p>La adecuación de las vías de acceso (carreteables) y caminos peatonales, será la estrictamente necesaria para permitir el tránsito de vehículos pesados en periodos de tiempo cortos y el mejoramiento de los caminos peatonales para permitir el paso de personal y mulas con las cargas necesarias para el armado de las torres.</p> <p>Para la elaboración del Estudio se ejecutó recorrido de toda la línea y su corredor para la determinación de las vías del sector y las que dan acceso a la Línea de Transmisión Eléctrica, estableciendo tramos en los que no existen acceso y dando soluciones de accesibilidad para sitios de torre, plazas de tendido y centros de acopio y en general para el desarrollo de todas las actividades de la construcción y donde se requiera llegar o salir con materiales, equipos, personal, por medio de diferentes medios de locomoción; incluyendo carreteras, caminos carreteables, caminos para mulas, de ser necesario en sitios especiales helicóptero, etc. Se da prioridad al uso de accesos peatonales (caminos de herradura) y carreteras existentes, con el fin de causar el menor impacto posible.</p> <p>No se construirá ningún tipo de vía, ni se realizará ninguna modificación a las ya existentes, sólo se efectuará el mejoramiento que se requiera para garantizar el acceso al área. Como accesos principales al trazado se utilizarán las vías existentes en la región, a través de las cuales se podrá llegar a los patios de acopio de materiales y oficinas en toda clase de vehículos. Desde las vías principales de acceso se derivan carreteables, trochas de acceso a fincas, senderos peatonales y caminos que serán utilizados para la distribución de los materiales de construcción, equipos y herramientas necesarias para los trabajos locales sobre cada sector de la línea, estos accesos temporales serán definidos directamente con cada uno de los propietarios de los predios y se realizará la inspección previa a la realización de las actividades constructivas.</p>
3	Adecuación de zonas de uso temporal (instalaciones provisionales y almacenamiento de materiales)	<p>Durante esta fase se seleccionan los sitios en donde se instalarán oficinas de campo, así como los lotes adecuados para el almacenamiento de materiales (Patios de acopio), y las áreas de trabajo temporal durante la etapa de construcción.</p> <p>Teniendo en cuenta la longitud de la línea eléctrica y su relativa cercanía a los centros poblados de los municipios de Acacías, Villavicencio y Castilla La Nueva, no se proyecta tener sitios temporales para campamentos, si se aprovechará la oferta de servicios que existen en el área, para establecer los patios de acopio de materiales de construcción y áreas para oficinas y coordinación del proyecto.</p> <p>Adicionalmente, a lo largo del trazado y cerca del corredor de la línea se establecen sitios en donde es posible el acceso mediante vehículos, o cercanos a la servidumbre de la línea eléctrica, para la localización de bodegas de materiales, equipos y zonas de oficinas para la coordinación diaria de las actividades de construcción que tendrán actividad durante el día.</p>

B	Actividad	Instalación de la línea eléctrica
Ítem	Actividad	Descripción
4	Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	<p>Consiste en el traslado de los materiales necesarios para la construcción de las estructuras desde los sitios de acopio generales, hasta la zona de ubicación final de la torre, a través de las vías de acceso inicialmente adecuadas para tal fin. El transporte se realiza utilizando todos los medios posibles considerados en la planeación del proyecto, es decir, vehículos en los sectores donde haya acceso directo y transporte o traslado manual en los sectores donde por la ubicación de la torre solamente puede accederse mediante caminos peatonales.</p> <p>Para el transporte de los materiales de cada torre deben estar estos previamente clasificados y numerados de acuerdo con cada torre.</p> <p>En el sitio de montaje de cada torre se adecúa preliminarmente una zona de acopio temporal de dichos materiales.</p>
5	Captación de agua superficial	<p>La captación de agua se utiliza principalmente para la preparación del concreto el cual será usado en la cimentación, pero parte de este recurso se emplea en la humectación de vías y en el riego para zonas revegetalizadas como taludes. Para la mezcla en sitio de concreto se realizará en los sectores donde el acceso de maquinaria no sea posible, o las cantidades sean tan pequeñas que no amerite pedir el concreto preparado.</p> <p>Los puntos propuesta para captación se ubican en los ríos Guayuriba, Acacias y Caño Pescado</p>
6	Ocupación de cauce (Cuerpos de agua)	<p>Corresponde a la intervención del cauce por la construcción de estructuras para el montaje de torres de energía permanentes, esta intervención implica el tránsito e instalación temporal de la maquinaria requerida para la construcción de cimentación en el lecho del cuerpo de agua.</p> <p>Para el proyecto se requerirá intervenir el cauce del Río Guayuriba que separa la vereda La Concepción en Villavicencio y la vereda El Rosario en Acacias, esta ocupación de cauce plantea la intervención desde las dos orillas del río, teniendo en cuenta el ancho de este cuerpo de agua y el riesgo de socavaciones del terreno por los niveles máximos de inundación existentes en el río Guayuriba. También se intervendrá el cauce del río Acacias, donde se propone la construcción de una torre en la margen derecha del cauce.</p>
7	Remoción de cobertura vegetal	<p>Las labores de construcción en cada uno de los sitios de ubicación de las torres inician una vez esté definido y adecuadamente demarcado por el replanteo topográfico, el área necesaria para las diferentes actividades de excavación, acopio y manejo de materiales. La limpieza, remoción del material vegetal y el descapote se realizan sobre esta zona previamente demarcada. Los materiales obtenidos de estas labores se deben disponer de manera adecuada, en proximidades de la excavación de tal forma que no se mezclen con los materiales de corte y puedan ser utilizados posteriormente para labores de revegetalización del área intervenida. Para esta actividad se deberá consultar los programas de manejo ambiental del medio físico contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.</p>
8	Excavación para cimentación de torres	<p>La excavación se realiza sobre el área previamente demarcada de acuerdo con los planos de diseño de la línea. Esta labor puede realizarse a mano o con maquinaria, dependiendo del tipo de materiales presente; sin embargo, el terminado final en el fondo de la excavación debe ser manual. El material procedente de la excavación apto para el relleno de la misma una vez construida la cimentación de la torre se separa y se acumula al lado de la excavación utilizando trinchos en madera para la retención de los mismos. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la empedradización de la excavación.</p>

B	Actividad	Instalación de la línea eléctrica
Ítem	Actividad	Descripción
9	Cimentación, relleno y compactación de materiales	<p>En todos los casos, las torres se montan sobre cimentaciones construidas por debajo de la superficie del terreno (con una profundidad promedio de 2m), para lo cual se utiliza generalmente concreto reforzado ó parrilla metálica.</p> <p>La definición del tipo de cimentación para cada estructura de la línea se realiza durante la etapa de diseño del proyecto, para lo cual se analizan las características de los materiales de fundación de las torres y se establecen las generalidades y detalles específicos de la cimentación para cada estructura de soporte de la línea.</p> <p>El suministro de concreto se hará por medio de camiones, en los sitios a los cuales haya acceso directo de equipo, para el transporte de la mezcla previamente preparada. En los sectores que no hay acceso directo de camiones para el transporte de concreto, la mezcla se preparará en sitio con la utilización de herramienta y maquinaria menor.</p> <p>Una vez terminadas las obras de cimentación se procede al relleno de la excavación realizada, utilizando los materiales adecuados procedentes de la misma excavación. Para la conformación del relleno debe proveerse de agregados pétreos, finos y gruesos, los cuales deberán adquirirse en las fuentes de materiales de la zona autorizadas por la respectiva autoridad ambiental.</p>
10	Montaje y vestida de estructuras	<p>Dentro de esta actividad se incluye las siguientes acciones:</p> <p>Transporte y montaje de torres: Una vez construidas las cimentaciones, se procederá al montaje de las estructuras metálicas, actividad que se realizará con la utilización de herramientas menores y con mano de obra calificada. Cada torre está compuesta por una cantidad de piezas de menor tamaño que serán ensambladas en terreno. Con base en la clase de acceso y modalidad de transporte requeridos en cada sitio de torre para el acarreo adecuado de los materiales y equipos se organiza el programa de transporte.</p> <p>Se transportan desde el patio de acopio o almacén hasta el sitio de montaje todos los elementos constructivos requeridos para el montaje de la torre: superestructuras, extensiones de cuerpo, patas, ángulos de espera, parrillas, pernos, tuercas normales y de seguridad, arandelas, escalera de pernos, dispositivos antiescalatorios, señales, etc., y los elementos necesarios para la instalación de las suspensiones y amarres de los conductores y de los cables de guarda.</p> <p>Ensamblaje e Izado de torres: En el sitio de torre se realiza un pre-armado de estructuras, en el cual se arma la parte inferior de la torre y algunos ángulos antes de iniciar el montaje. Luego se realiza el montaje de estructuras iniciando por los ángulos de espera que han de quedar embebidos en concreto, se soportan en la posición apropiada, por medio de una plantilla de acero articulada rígida u otro medio adecuado que permita su instalación dentro de las tolerancias especificadas.</p> <p>Las torres deben ser erguidas por el método de "erección floja" con excepción de los paneles del conjunto inferior de la torre, que deben ser empernados y ajustados inmediatamente, después del ensamblaje y nivelación. Las diagonales principales deben ser empernadas en forma floja hasta que se realice el ajuste final de la torre.</p>

B	Actividad	Instalación de la línea eléctrica
Ítem	Actividad	Descripción
10	Montaje y vestida de estructuras	Al final de cada cruceta se instala una cadena de aisladores con sus respectivos herrajes y en cada cruceta se pone una polea para el tendido de conductores y cable de guardia. Se arman todas las partes componentes de los ensamblajes, se instalan todos los pasadores necesarios para completar las cadenas de aisladores y verificar que cada ensamblaje este correctamente instalado. Una vez terminado el levantamiento de cada estructura y antes de la instalación de los conductores e hilos de guarda, es necesario medir la resistencia del terreno en los sitios de colocación de las estructuras, de tal manera que se verifiquen los valores medidos en la etapa de diseño que son básicos para implementar las conexiones necesarias. Si en las mediciones efectuadas se obtienen valores de resistencia mayores que el que indiquen los planos, se instalarán conexiones a tierra adicionales para bajar la resistencia a tierra en la forma establecida en los planos.
11	Tendido y tensionado de los cables	Previo a la intervención del área se requiere el despeje de aquella vegetación presente en la franja de servidumbre que interfiera con la construcción u operación de la línea de transmisión, de forma que permita las labores de tendido del conductor y cable de guarda y no genere acercamientos (romper la distancia de seguridad) durante la etapa operativa, hecho que depende del tipo y altura de la vegetación. La trocha de despeje de vegetación está ubicada dentro de la franja de servidumbre y su ancho depende del tipo de vegetación, alto y ancho de copa, topografía del terreno, distancias de seguridad entre la copa de los árboles y el conductor más bajo.
12	Reconformación, revegetalización y limpieza final de áreas intervenidas.	Esta actividad consiste en el retiro de materiales pétreos de las áreas circundantes a las torres y la colocación del material de excavación y descapote sobre zonas aleatorias de forma tal que se integre con el paisaje y no genere montículos de material desprovistos de cobertura vegetal.
13	Energización de la línea	La operación de la línea de transmisión "energización" es la puesta en marcha del sistema, esta puede realizarse en dos circunstancias, la primera cuando se pone en funcionamiento inicial al sistema y la segunda cuando hay un disparo de la línea (interrupción del flujo). Esta actividad se realiza desde los tableros de control automatizados ubicados en la subestación.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Tabla 5 Actividades del proyecto "Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando", Etapa Operativa y de Mantenimiento**

C	Sub-etapa:	Operación y Mantenimiento de la línea eléctrica
Ítem	Actividad	Descripción
1	Transmisión de energía eléctrica	Es la puesta en marcha del sistema, esta se realiza cuando se pone en funcionamiento inicial la línea de transmisión. Una vez terminadas las actividades de construcción y montaje de la línea de transmisión se deberá hacer la conexión de la línea en las subestaciones correspondientes.
2	Mantenimiento preventivo	El mantenimiento de la línea de transmisión está a cargo de los "linieros", los cuales realizan reconocimientos visuales de campo para verificar el estado de los componentes de la línea de transmisión: torres, cimentaciones, obras de arte, conductores, entre otros. Con base en estos reconocimientos visuales se realizarán programas de limpieza, reparaciones y mantenimiento.

C	Sub-etapa:	Operación y Mantenimiento de la línea eléctrica
Ítem	Actividad	Descripción
3	Control de la vegetación en la servidumbre	Corresponde a un control periódico sobre la vegetación de tipo arbustiva y arbórea que pueda crecer y afectar los conductores de la línea, de tal manera, que durante la operación de la línea debe mantenerse un corredor abierto y limpio no solo de los árboles que estén debajo de la línea si no de aquellos que se encuentren en los costados de la misma y que por alguna razón puedan caerse y afectar los conductores y las torres.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Tabla 6 Actividades del proyecto “Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando”, Etapa Desmantelamiento**

D	Sub-etapa:	Desmantelamiento de la línea eléctrica
Ítem	Actividad	Descripción
1	Desmante de equipo electromecánico y obras civiles	Consiste en desmontar y retirar del sitio los elementos de la línea de transmisión teniendo en cuenta la adecuada disposición ambiental de los elementos. Los elementos a retirar como aisladores, herrajes y otros accesorios, se desarman de la estructura de la torre para designar el destino final. Para las estructuras de concreto superficial se realizará la demolición y se llevarán a escombreras; para elementos de relleno se podrán compactar y empradizar posteriormente.
2	Reconformación y recuperación de áreas intervenidas	Consiste en el retiro de las instalaciones provisionales del área y gestión de material sobrante. Se realizará limpieza, recuperación y reparación de daños en los alrededores de la línea producto de las obras. Además, se realizará la restauración de las áreas para usos posteriores.
3	Cierre de compromisos sociales	Corresponde al cumplimiento de compromisos y acuerdos establecidos con las comunidades.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 5.4 Descripción del Trazado de la línea eléctrica

El diseño del recorrido de la línea eléctrica inicia en la subestación La Reforma, atraviesa 16 unidades territoriales pertenecientes a los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva, posteriormente llega a la subestación San Fernando. A continuación, se describen las características y adecuaciones a realizar de los sitios de salida y llegada de la línea eléctrica, así como las características del corredor de la línea.

### 5.4.1 Subestación La Reforma – sitio de salida

La subestación se ubica en la vereda de Servitá, municipio de Villavicencio (Departamento del Meta), a un costado de la vía que comunica a Villavicencio y Bogotá. En la **Tabla 7** se presentan los vértices del polígono correspondiente de la subestación La Reforma (**Imagen 2**).

Las actividades requeridas para la conexión al Sistema de Transmisión Nacional (STN), en la Subestación La Reforma 230 kV, consiste en: completar el diámetro existente construyendo 1/3 de diámetro para una bahía de línea, con la instalación de los equipos de control, protección y comunicaciones requeridos para la correcta operación de la conexión.

**Tabla 7 Área de intervención dentro de la subestación La Reforma 230 kV**

Vértice N°	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá	
	Este	Norte
1	1.041.266,00	953.932,86
2	1.041.319,11	953.911,91
3	1.041.310,95	953.893,34
4	1.041.294,67	953.900,80
5	1.041.298,23	953.909,45
6	1.041.263,12	953.925,39

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Las obras correspondientes a la adecuación se realizarán dentro del patio de conexiones de la Subestación La Reforma 230 kV, existente, en un área que actualmente ya cuenta con la plataforma conformada, con la malla de puesta a tierra, con los filtros y drenajes construidos, es decir el espacio a utilizar ya se encuentra completamente adecuado por la actividad de transmisión de energía eléctrica, sin que sea necesario utilizar áreas adicionales a las actualmente autorizadas.

Las obras que se requieren realizar en la Subestación La Reforma 230kV son las siguientes:

- Construcción de las cimentaciones para los equipos de patio.
- Montaje de las estructuras para el soporte de los equipos de patio.
- Construcción de una caseta de relés, en donde estarán ubicados los tableros de control, protecciones y comunicaciones.

#### 5.4.2 Descripción Corredor línea eléctrica

El corredor establecido para la línea subestación la Reforma – San Fernando está caracterizado por un perfil longitudinal de morfología montañosa con geoformas de planicies aluviales y terrazas en el primer tramo de 3,03 km desde la subestación la Reforma hasta Caño Pescado, un siguiente tramo de 3,09 km, hasta el Caño Colorado con geoformas de filas y vigas, posteriormente un tramo de 7,34 km hasta Caño La Unión, donde se observan crestas, crestones y espinazos y un tramo final de 19,98 km hasta la subestación San Fernando donde el paisaje muestra un relieve constituido por abanicos y planicies aluviales sobre un sector levemente plano. La descripción y principales características de cada uno de los sectores del trazado se muestran en la **Tabla 8**.

**Tabla 8 Descripción fisiográfica del corredor**

Zona	Sector Inicio	Sector Fin	Longitud sobre Línea (Km)	Tipo de Relieve	Unidad Geológica - Litología
Z1	Subestación La Reforma	Caño Pescado	2,8	Planicie Aluvial - Terrazas	Depósitos de Terraza (Qt1)
Z2	Caño Pescado	Caño Colorado	4	Filas y Vigas	Lutitas y Lodolitas grises con intercalaciones de litoarenitas y esporadicos niveles de conglomerados; pertenecientes a la Formación Lutitas de Macanal (Kilm)

Zona	Sector Inicio	Sector Fin	Longitud sobre Línea (Km)	Tipo de Relieve	Unidad Geológica - Litología
Z3	Caño Colorado	Caño La Unión	7,8	Crestas, Crestones y Espinazos	Arenitas cuarzosas, Arcillolitas pardas, lodolitas grises claras a oscuras, litoarenitas; pertenecientes a las Formaciones Fómeque (Kif), Une (Kiu), Chipaque (Ksc), Palmichal (Kpgp) y Arcillas del Limbo (Pgal)
Z4	Caño La Unión	Subestación San Fernando	20,4	Abanico y Planicie Aluvial	Depósitos de Terraza Bajas y Medias (Qt1 - Qt2), Depósitos Aluviales Antiguos (Qal), Subrecientes (Qal-2) y Cauce Activo (Qal-1)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

### 5.4.3 Subestación San Fernando

La línea llegará a la subestación San Fernando, la cual se ubicará en la vereda de Betania, municipio de Castilla La Nueva (Departamento del Meta), aproximadamente a 3 km por la vía que de San Isidro de Chichimene, conduce a Castilla La Nueva. En la **Tabla 9** se presentan las coordenadas de la subestación San Fernando y en la **Imagen 3** se muestra los vértices del polígono. La Subestación San Fernando, se encuentra en construcción y se aclara que la misma no hace parte del alcance del presente estudio.

**Tabla 9 Localización de la subestación San Fernando**

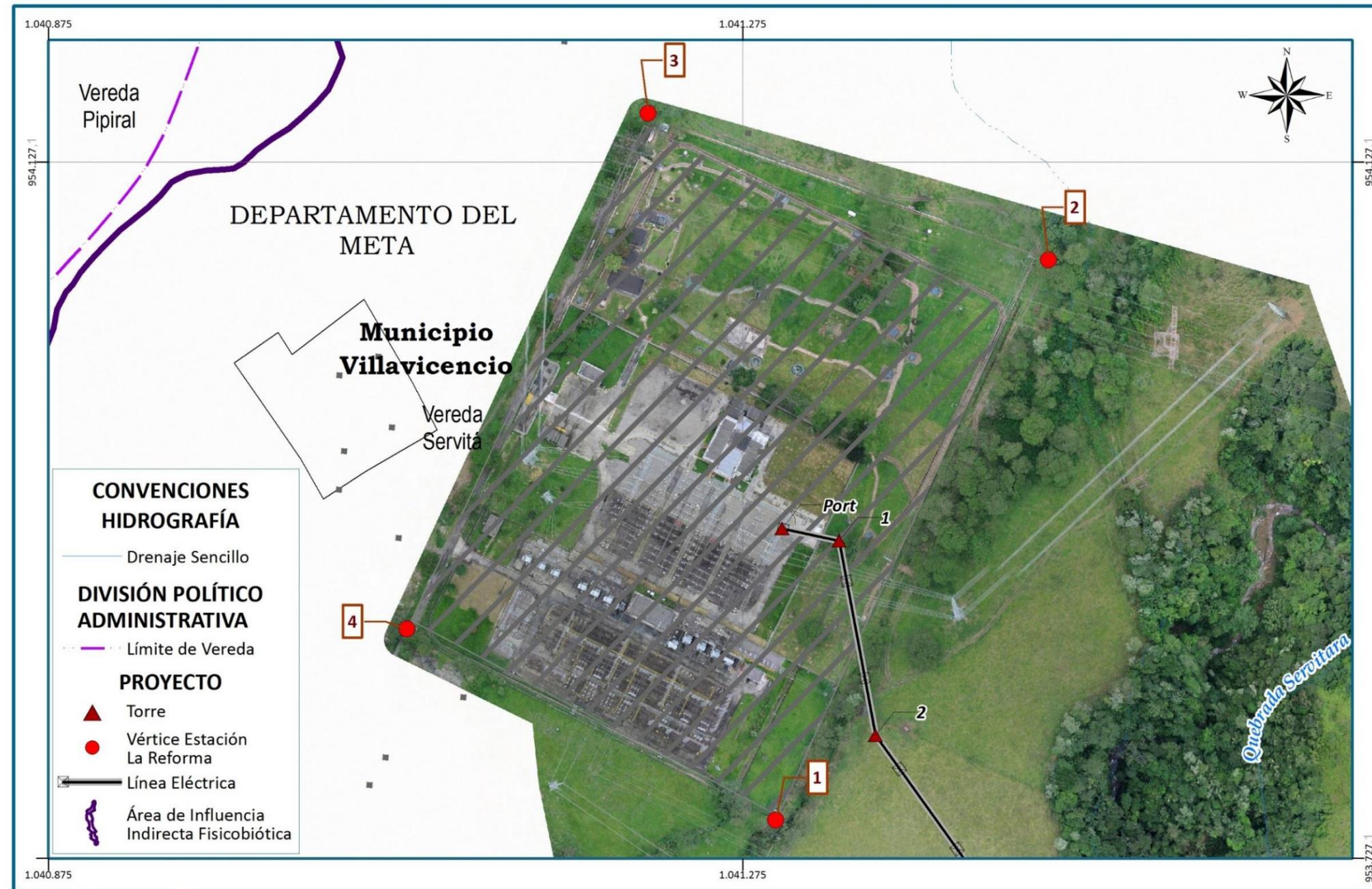
Vértice N°	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá	
	Este	Norte
1	1.043.412,45	922.153,89
2	1.043.489,60	922.282,29
3	1.043.610,03	922.209,94
4	1.043.532,88	922.081,53

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

La Subestación San Fernando será de tipo convencional, conformada por:

- Portería.
- Edificación de control.
- Vías internas de la sub estación.
- Sistemas de drenaje.
- Filtros.
- Cunetas.
- Redes de acueducto y alcantarillado.
- Sistemas de alumbrado externo y apantallamiento.
- Malla de puesta a tierra,
- Cerramiento externos.
- Sistemas centralizados de control, protección y comunicaciones.
- Servicios auxiliares y supervisión de la sub estación.
- Patio de conexiones a 230 kV.
- Caseta de control.

Imagen 2 Ubicación geográfica de la subestación La Reforma



EstacionLaReforma.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Imagen 3 Ubicación geográfica de la subestación San Fernando



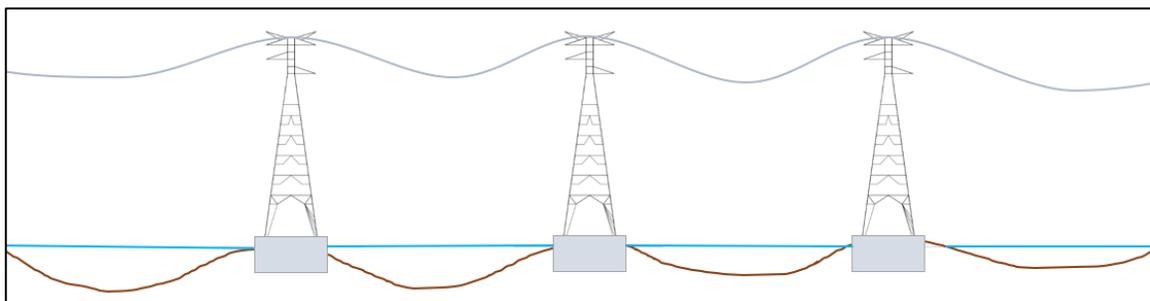
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO,

#### 5.4.4 Descripción de cruces especiales

El proyecto cruzará corrientes de aguas secundarias y principales, los cruces de corrientes principales planteados con la línea eléctrica proyectada entre la subestación La Reforma y la subestación San Fernando son: Cruce sobre el río Guayuriba, Cruce sobre el río Acacias y cruce sobre el río Orotoy.

Para el proyecto la distancia entre torres esta entre 400 y 500 metros, garantizando que no se intervenga el cauce, este es el caso del río Orotoy, mientras que para las corrientes de agua principales que poseen un ancho considerable (superiores a 500 metros) y que la condición de construir las torres fuera de la zona de inundación no se puede cumplir, y se requiere intervenir el cauce (ocupación de cauce), como se muestra en la **Imagen 4** se requiere la instalación de torres dentro del lecho del río o en la zona de inundación del cuerpo de agua; este es el caso de las torres a instalar en el río Guayuriba (con 3 torres dentro de su cauce) y el Río Acacias (con una torre dentro de su cauce).

Imagen 4 Cruce sobre cuerpo de agua con intervención



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

#### 5.5 Selección estructuras de soporte en la línea

La línea de transmisión eléctrica será construida con base a estructuras metálicas en acero galvanizado, de tipo suspensión y retención de tipo auto portante, conformadas por perfiles y ángulos, vinculados directamente entre sí o a través de chapas o uniones, la cual tendrá variaciones respecto a los ángulos y perfiles dependiendo las fuerzas de tensión que se calculan para cada torre, estas variaciones (tipo de torre) se relacionan en la **Tabla 10** donde también se muestran el numero designado para cada torre, las coordenadas de ubicación, la altura total de cada torre y la altura al conductor inferior.

Tabla 10 Relación de estructuras para la línea eléctrica

N° estructura	Abscisa (m)	Cota	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá		Tipo de torre	Altura al conductor inferior (m)	Altura total estructura (m)
			Este	Norte			
Portico	0,00	831,47	1.041.297,42	953.916,50	Pórtico 1	NA	NA
Torre 1	33,73	830,44	1.041.330,42	953.909,52	DT cuerpo 5	31,99	41,54

N° estructura	Abscisa (m)	Cota	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá		Tipo de torre	Altura al conductor inferior (m)	Altura total estructura (m)
			Este	Norte			
Torre 2	147,50	830,07	1.041.351,25	953.797,67	B cuerpo 5	32,85	42,35
Torre 3N	247,49	830,59	1.041.409,65	953.716,51	A cuerpo 7	42,53	53,89
Torre 4N	634,84	849,08	1.041.635,82	953.402,04	C6	48,95	59,20
Torre 6	1.235,61	816,78	1.041.517,65	952.813,01	B cuerpo 4	25,00	34,50
Torre 7	1.511,15	811,24	1.041.536,30	952.538,10	B cuerpo 4	28,00	37,50
Torre 8	2.011,22	791,92	1.041.356,42	952.071,50	B cuerpo 6	37,00	46,50
Torre 9	2.477,11	761,99	1.041.070,96	951.703,31	AA cuerpo 7	44,16	55,52
Torre 10	2.914,15	775,08	1.040.803,18	951.357,91	C cuerpo 6	39,00	48,55
Torre 12	3.899,61	879,74	1.040.594,59	950.394,79	C cuerpo 6	34,42	43,97
Torre 13	4.744,74	963,74	1.040.601,80	949.549,69	B cuerpo 5	29,85	39,35
Torre 14N	5.486,47	945,07	1.040.665,92	948.810,73	D cuerpo 3	20,77	30,32
Torre 15	6.469,34	870,02	1.039.844,72	948.270,68	B cuerpo 3	20,35	29,85
Torre 16	6.722,43	925,63	1.039.655,78	948.102,29	B cuerpo 6	35,76	45,26
Torre 17	7.742,05	917,31	1.038.894,59	947.423,90	B cuerpo 6	36,30	45,80
Torre 18	8.035,98	989,43	1.038.675,16	947.228,33	AA cuerpo 4	25,41	36,77
Torre 19	8.489,24	1.049,37	1.038.338,43	946.924,92	B cuerpo 4	26,72	36,22
Torre 20	9.240,63	1.160,20	1.037.777,29	946.425,22	AA cuerpo 6	35,08	46,44
Torre 21	9.508,84	1.170,28	1.037.576,98	946.246,85	C cuerpo 4	23,80	33,35
Torre 22	9.657,95	1.232,26	1.037.607,68	946.100,93	A cuerpo 3	20,37	31,73
Torre 23	9.910,32	1.202,64	1.037.659,63	945.853,97	AA cuerpo 7	39,23	50,59
Torre 24	10.517,90	1.186,39	1.037.791,94	945.260,97	B cuerpo 6	36,08	45,58
Torre 26	11.266,48	958,84	1.037.944,32	944.528,06	B cuerpo 6	37,30	46,80
Torre 27	11.768,11	822,13	1.038.046,44	944.036,93	AA cuerpo 2	15,39	26,75
Torre 28	12.093,88	735,08	1.038.112,75	943.717,99	B cuerpo 3	21,86	31,36
Torre 29	12.747,89	718,43	1.038.276,32	943.084,77	B cuerpo 3	20,73	30,23
Torre 30	12.941,83	725,04	1.038.284,85	942.891,01	B cuerpo 1	12,75	22,25
Torre 31	13.492,44	702,53	1.038.396,79	942.351,90	A cuerpo 4	25,51	36,87
Torre 32N	13.625,24	673,40	1.038.434,36	942.170,96	B cuerpo 2	15,65	25,15
Torre 33	13.909,55	675,96	1.038.534,84	941.960,15	AA cuerpo 4	23,99	35,35
Torre 34	14.452,03	591,65	1.038.741,40	941.458,53	B cuerpo 4	27,14	36,64
Torre 35N	15.127,29	510,38	1.038.867,81	940.795,22	AA cuerpo 4	24,16	35,52
Torre 36N	15.599,96	504,27	1.038.956,29	940.330,90	AA cuerpo 5	31,66	43,02
Torre 37N	16.070,64	496,92	1.039.044,41	939.868,54	B cuerpo 4	25,20	34,70
Torre 38N	16.532,41	492,79	1.039.084,42	939.408,51	B cuerpo 5	29,59	39,09
Torre 39	17.029,90	484,97	1.038.982,41	938.921,59	B cuerpo 5	31,42	40,92
Torre 40	17.450,29	484,37	1.039.021,99	938.503,06	AA cuerpo 3	21,36	32,72
Torre 41	17.939,38	482,44	1.039.068,04	938.016,15	AA7	52,23	64,32
Torre 42	18.591,29	482,70	1.039.129,40	937.367,13	AA7	52,42	64,51
Torre 43	19.022,35	480,62	1.039.170,03	936.937,99	AA cuerpo 4	25,26	36,62
Torre 44	19.343,54	494,28	1.039.202,76	936.618,47	B cuerpo 3	22,00	31,50
Torre 45	19.692,13	493,34	1.039.313,13	936.287,82	A cuerpo 3	21,16	32,52
Torre 46	20.103,62	493,90	1.039.443,42	935.897,50	B cuerpo 3	20,72	30,22

N° estructura	Abscisa (m)	Cota	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá		Tipo de torre	Altura al conductor inferior (m)	Altura total estructura (m)
			Este	Norte			
Torre 47N	20.385,91	492,44	1.039.572,48	935.646,44	A cuerpo 3	21,38	32,74
Torre 48	20.724,21	489,88	1.039.727,13	935.345,55	A cuerpo 3	21,32	32,68
Torre 49	21.035,43	489,41	1.039.869,41	935.068,76	A cuerpo 3	19,82	31,18
Torre 50	21.304,52	489,06	1.039.992,42	934.829,44	A cuerpo 2	15,30	26,66
Torre 51	21.551,41	488,08	1.040.098,55	934.606,52	A cuerpo 2	15,16	26,52
Torre 52	21.904,73	485,35	1.040.250,42	934.287,50	AA cuerpo 5	30,16	41,52
Torre 53	22.398,97	481,84	1.040.486,39	933.853,24	AA cuerpo 6	34,58	45,94
Torre 54	22.847,16	478,47	1.040.700,43	933.459,45	C cuerpo 6	39,77	49,32
Torre 56	23.458,89	476,59	1.040.760,38	932.850,67	B cuerpo 6	40,00	49,50
Torre 57	23.818,72	473,67	1.040.864,83	932.506,34	A cuerpo 3	19,84	31,20
Torre 58	24.179,13	472,47	1.040.969,45	932.161,45	B cuerpo 4	25,15	34,65
Torre 59	24.589,39	470,06	1.040.976,92	931.751,25	A cuerpo 3	21,06	32,42
Torre 60	24.932,90	470,59	1.040.983,17	931.407,80	AA cuerpo 3	19,58	30,94
Torre 61	25.443,51	451,77	1.040.992,47	930.897,28	AA cuerpo 5	29,98	41,34
Torre 62	26.007,98	486,65	1.041.002,71	930.332,89	AA cuerpo 6	34,66	46,02
Torre 63	26.498,90	490,60	1.041.011,62	929.842,05	A cuerpo 2	18,16	29,52
Torre 64	26.763,49	491,59	1.041.016,42	929.577,50	B cuerpo 2	16,00	25,50
Torre 65	27.097,19	493,04	1.041.036,88	929.244,44	A cuerpo 4	24,16	35,52
Torre 66	27.526,09	492,63	1.041.063,18	928.816,34	AA cuerpo 5	28,66	40,02
Torre 67	28.007,11	491,61	1.041.092,67	928.336,23	AA cuerpo 5	30,16	41,52
Torre 68	28.458,81	490,66	1.041.120,37	927.885,38	AA cuerpo 4	24,16	35,52
Torre 69	28.880,08	490,99	1.041.146,20	927.464,90	C cuerpo 4	24,95	34,50
Torre 70	29.375,30	489,42	1.041.488,82	927.107,34	AA cuerpo 7	37,66	49,02
Torre 71	29.873,40	487,00	1.041.833,44	926.747,69	AA cuerpo 4	24,16	35,52
Torre 72	30.323,25	484,76	1.042.144,67	926.422,88	AA cuerpo 5	28,81	40,17
Torre 73N	30.818,55	483,09	1.042.487,32	926.065,24	AA cuerpo 6	33,44	44,80
Torre 74N	31.135,54	479,86	1.042.706,58	925.836,30	A cuerpo 4	25,83	37,19
Torre 75	31.464,83	476,96	1.042.934,42	925.598,56	C cuerpo 4	25,25	34,80
Torre 76	31.903,27	471,83	1.042.961,74	925.160,98	AA cuerpo 4	25,57	36,93
Torre 77	32.262,77	466,28	1.042.983,11	924.802,11	AA cuerpo 7	37,90	49,26
Torre 78	32.844,80	452,38	1.043.017,69	924.221,11	AA cuerpo 5	30,04	41,40
Torre 79	33.370,26	450,34	1.043.048,92	923.696,58	B cuerpo 6	39,65	49,15
Torre 80	33.938,57	446,48	1.043.101,00	923.130,66	B cuerpo 6	38,99	48,49
Torre 81N	34.480,92	451,46	1.043.115,42	922.588,50	C cuerpo 6	39,00	48,55
Torre 82	34.939,65	438,38	1.043.387,88	922.219,45	DT cuerpo 5	32,69	42,24
Pórtico	35.003,81	437,67	1.043.442,88	922.186,41	Pórtico 1	NA	NA

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## 5.6 Obras transitorias - Plaza o patio de tendido

Las plazas de tendido se ubicarán aproximadamente cada 5 km a lo largo de la línea y con una dimensión de 70 x 35 metros aproximadamente, área en la cual se ubicarán los carretes

de conductor, el porta bobinas, el equipo de tensión controlada o freno y la mesa de empalmes.

Las zonas de plazas de tendido se proyectan sobre un área aproxima de 0,15 Ha, donde no se requieren adecuaciones, ya que son zonas cubiertas por cobertura vegetal de pastos. En la **Tabla 11** se presentan los sitios propuestos a lo largo de la línea de transmisión eléctrica, para ser usados como plazas de tendido.

**Tabla 11 Plazas de tendido**

NOMBRE	PLAZA DE TENDIDO	VÉRTICE	DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
			ESTE	NORTE
Plazas de Tendido	1	1	1041349,720	953852,823
		2	1041324,729	953849,213
		3	1041317,185	953892,593
		4	1041340,886	953897,233
	2	1	1040633,610	950313,615
		2	1040608,103	950297,109
		3	1040580,153	950338,399
		4	1040605,594	950353,952
	3	1	1038557,935	946984,326
		2	1038548,235	947013,321
		3	1038594,605	947033,392
		4	1038604,525	947002,363
	4	1	1038407,438	942369,454
		2	1038379,616	942363,222
		3	1038369,538	942411,560
		4	1038397,701	942418,698
	5	1	1039056,268	938285,741
		2	1039027,418	938282,305
		3	1039021,507	938332,919
		4	1039050,277	938336,532
	6	1	1040249,399	934317,176
		2	1040223,003	934303,807
		3	1040200,765	934347,065
		4	1040227,172	934360,445
	7	1	1041017,028	930240,015
		2	1040988,701	930238,669
		3	1040986,347	930287,981
		4	1040986,32	930288,536
		5	1041014,611	930291,567
	8	1	1042245,524	926337,431
		2	1042224,544	926317,777
		3	1042188,741	926353,520
		4	1042209,640	926373,865
	9	1	1043172,045	922516,456
		2	1043150,815	922495,931
		3	1043112,443	922544,224
		4	1043134,184	922564,056

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 5.7 Vías existentes - accesos al proyecto

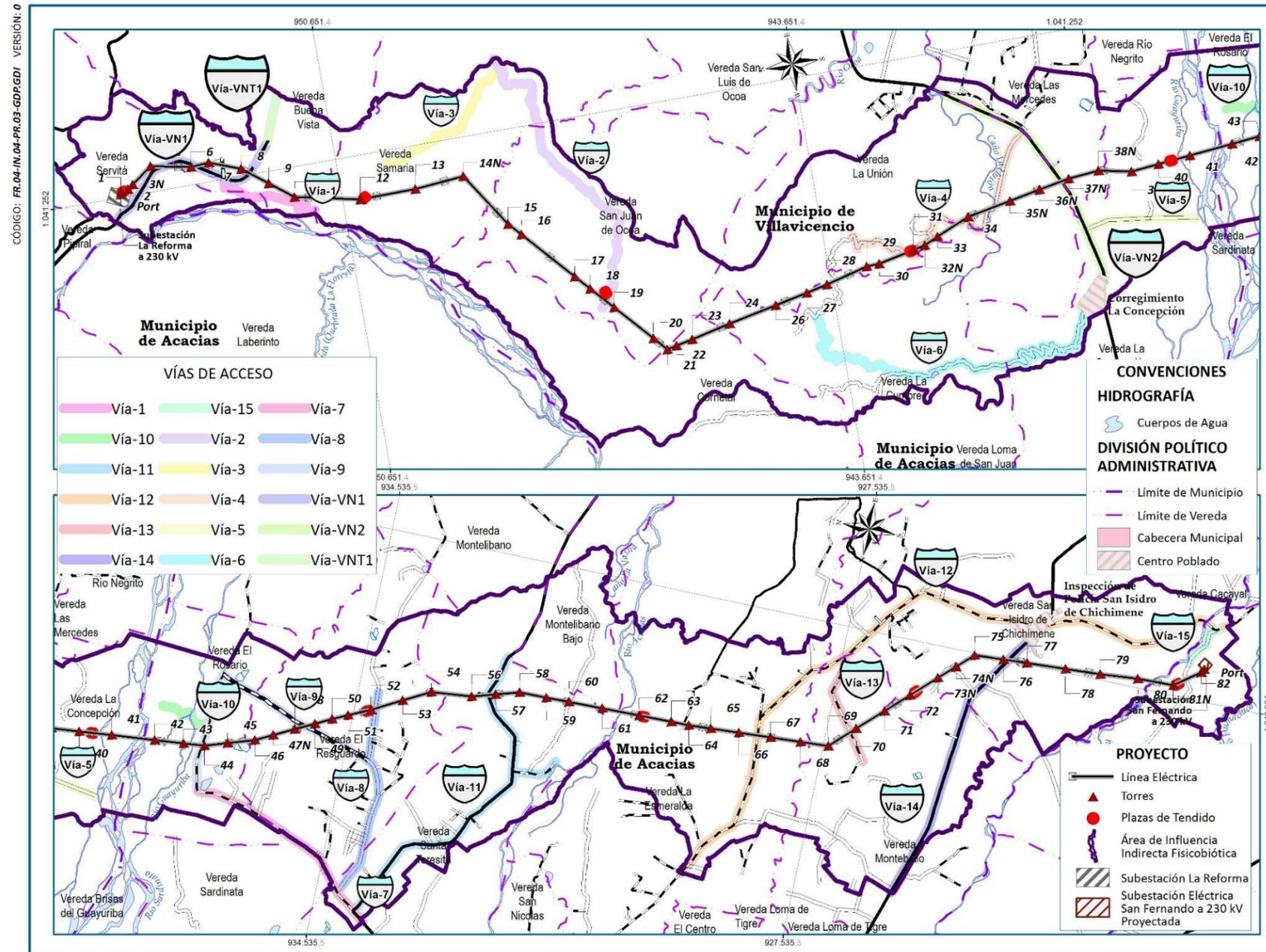
Se identificaron 15 vías para el acceso al área, 6 de ellas localizadas en el municipio de Villavicencio, 7 en el municipio de Acacias y 1 en el municipio de Castilla La Nueva, las cuales por su ubicación y por sus características técnicas y ambientales son las más recomendadas para ser usadas durante el desarrollo del proyecto. En la **Tabla 12** se muestra las vías que dan acceso a cada sitio de torre y en la **Imagen 5** se muestran las vías identificadas para acceder al área de intervención de la línea eléctrica.

**Tabla 12 Vías que dan acceso a cada sitio de torre**

NOMENCLATURA DE LA VÍA DE ACCESO	TORRE	LONGITUD (m)	TIPO DE VÍA IGAC
Vía 1	9, 10 y Captación 01	1.856,61	Tipo 7
Vía 2	15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24 por derecho de vía	5.393,15	Tipo 6
Vía 3	12, 13, 14N y 15 (Derecho de vía)	2.593,75	Tipo 7
Vía 4	29, 30, 31, 32N, 33, 34 y 35N	4.673,47	Tipo 5
Vía 5	Acceso al punto de captación Cap-02-Izq -Río Guayuriba, torres 39,40 y 41	1.719,18	Tipo 5
Vía 6	26, 27 y 28 Por derecho de vía	7.383,36	Tipo 5
Vía 7	Vía de acceso a vía 11 y vía 9	3.280,82	Tipo 4
Vía 8	51, 52, 53 y 54	3.219,51	Tipo 5
Vía 9	44, 45, 46, 47N, 48, 49 y 50	4.349,98	Tipo 2
Vía 10	Acceso al punto de captación Cap-02- Der -Río Guayuriba, torres 42, 43 y 44	887,96	Tipo 6
Vía 11	56, 57, 58, 59, 60, 61 y Captación 3 en el Río Acacias	6.065,14	Tipo 1 y tipo 4
Vía 12	62,63, 64, 65, 66, 67 y 68	10.809,31	Tipo 4
Vía 13	69, 70, 71 y 72	1.749,34	Tipo 4
Vía 14	73N, 74N, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81N, 82 y Port	4.676,74	Tipo 1
Vía 15	81N, 82 y Port	708,51	Tipo 5
Vía nacional VN1 Y VNT1	Port, 1, 2, 3N, 4N, 6, 7, 8, 9	3.823,35	Tipo 1
Vía nacional VN2	35N, 36N, 37N y 38N por derecho de vía	4.571,49	Tipo 1

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Imagen 5 Vías identificadas para el acceso al trazado de la línea eléctrica**



ViasAcceso.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 6 CARACTERISTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

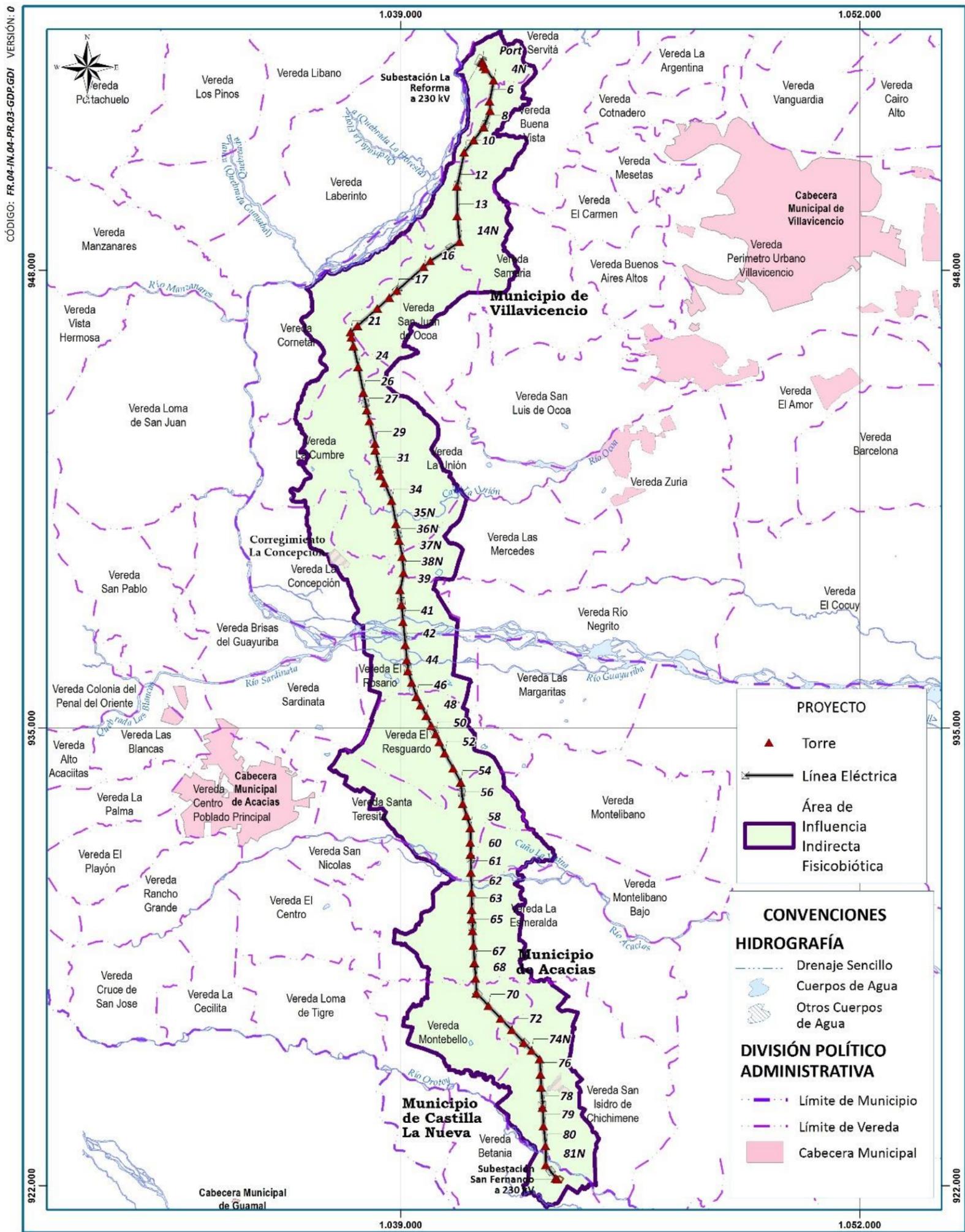
### 6.1 Área de influencia

La determinación del área de influencia directa e indirecta del proyecto, están referidas al entorno físico, biótico y socioeconómico y cultural donde se puedan manifestar los impactos causados por la realización de las actividades consideradas dentro del desarrollo de las etapas (pre-constructiva, constructiva, operativa y de mantenimiento y desmantelamiento) de la línea de transmisión eléctrica a 230 kV La Reforma - San Fernando.

De otra parte, el área de influencia indirecta se determinó como las zonas donde los impactos ambientales pueden llegar a trascender por el desarrollo de cualquiera de las actividades ejecutadas durante la construcción, operación y mantenimiento y desmantelamiento del corredor, sus áreas de apoyo, los sitios previstos para la captación de aguas superficiales y los accesos a estos, en el caso de los medios físico y biótico (**Imagen 6**); para el medio socioeconómico los impactos podrán trascender hasta la unidad territorial que para este caso son los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva.

El área de influencia directa del proyecto, es aquella donde se manifiestan los impactos generados directamente por las actividades del proyecto dentro del corredor seleccionado, esto incluye para los medios físico y biótico, los sitios que serán intervenidos directamente durante la construcción, operación y mantenimiento y desmantelamiento (áreas de servidumbre, plazas de tendido, ocupaciones de cauce y vías de acceso) y desde el punto de vista socioeconómico se plantean dos áreas de influencia directa local (veredas) y puntual (predios), como se muestra en la **Imagen 7**.

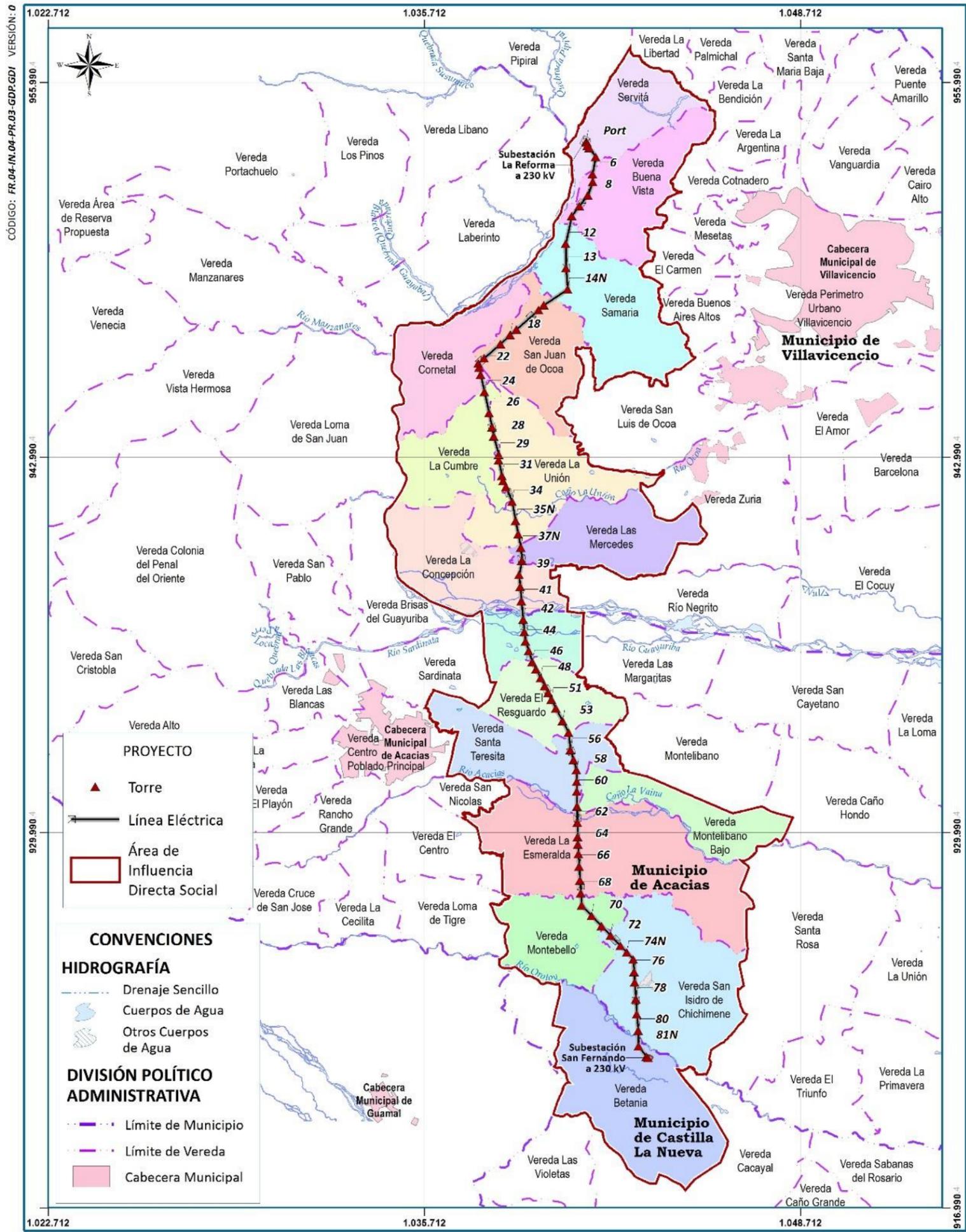
Imagen 6 Área de influencia indirecta (All) físico – biótica del proyecto



AreaInfluencia.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Imagen 7 Área de influencia directa socioeconómica (AID)



AreaInfluenciaDirectaSocial.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## 6.2 Medio físico

### 6.2.1 Geología

#### 6.2.1.1 Geología del área de influencia indirecta (AII)

Dentro del área de influencia indirecta afloran rocas con edades que van desde el Cretácico Inferior, hasta el Cuaternario. Por el costado NW afloran las unidades más antiguas en el flanco Este de la cordillera oriental, y por su parte la llanura aluvial está conformada por unidades depositadas desde el Terciario al Cuaternario, que han sido cortadas y evaluadas por una serie de proyectos científicos y de infraestructura, a partir de los cuales se han generado algunas columnas estratigráficas que permitan correlacionar los diferentes niveles.

#### 6.2.1.2 Geología del área de influencia directa (AID)

En términos generales, la región presenta una morfografía irregular con gradientes que van desde planos a moderadamente escarpados, lo que se refleja en el desarrollo de 3 tipos de paisajes: el primero definido como montañosos donde predominan laderas estructurales, contrapendientes, filos, crestas, crestones vigas y espinazos; el segundo de piedemonte en el que predominan terrazas, abanicos antiguos y vallecitos de piedemonte y finalmente el tercero, agrupa las planicies y valles aluviales, los cuales en conjunto reúnen las terrazas agradacionales, los planos de inundación y los valles aluviales y coluvio - aluviales. En forma general, los llanos orientales fueron configurados y modelados a partir de rellenos aluviales graduales, provenientes de la cordillera oriental y del escudo guayanés, formando un valle primario que sirvió de asiento a explayamientos de avalanchas fluvio-torrencales o abanicos aluviales localizados en el piedemonte llanero y a los socavamientos sectorizados de oeste-este, de los principales ríos de la región llanera, configurando llanuras aluviales bajas, que comprenden la terraza aluvial baja y las franjas de divagación lateral de ríos trenzados.

Hacia el suroriente se aprecia una gran influencia de depósitos aluviales datados como del cuaternario, los mismos enmascaran el valle pretérito y conforman acumulaciones a manera de terrazas aluviales bajas y franjas de divagación lateral asociados a los ríos Guayuriba y Acacias, los depósitos referidos están constituidos principalmente por sedimentos provenientes de la alteración, degradación, erosión y transporte de las rocas pre-existentes en la parte alta de la cordillera oriental.

### 6.2.2 Geomorfología

#### 6.2.2.1 Geomorfología del área de influencia indirecta (AII)

La geomorfología regional del sector donde se desarrolla la línea de transmisión La Reforma – San Fernando 360 kV, está enmarcada en la región geográfica del borde llanero, abarcando dos grandes provincias fisiográficas, como lo son la vertiente oriental de la Cordillera Oriental y a la megacuenca de sedimentación de la Orinoquía. La primera de ellas

se localiza hacia el noroeste del área, y corresponde al sector de relieve montañoso asociado a un cinturón deformado por afectación tectónica, de morfología abrupta que se corresponden con la génesis diferenciable entre los materiales que le conforman; la segunda provincia se asocia a la cuenca sedimentaria activa de los llanos orientales.

El paisaje predominante en el área de influencia indirecta (AII) es el de piedemonte (P) con un 46,49%, seguido del paisaje de montaña (M) con un 35,92% y en una menor proporción el de valle aluvial (V) con un 3,13%. Igualmente, la principal unidad de paisaje que se observa en el área de influencia directa (AID) es el de piedemonte con un 46,49%, seguido del paisaje de montaña con un 35,92% y la menor representación es la unidad de valle con 2,93%.

### 6.2.2.2 Geomorfología del área de influencia directa (AID)

El área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) de Interconexión La Reforma – San Fernando 230 kV, es el resultado de procesos tanto morfoestructurales, denudativos y acumulativos que han dado como resultado una variedad de ambientes morfogenéticos, entre los que encontramos el de montaña, pasando por piedemonte hasta el de planicie fluvial en la zona de los Llanos Orientales; y tipos de relieves representado por filas y vigas (MPFfv1), crestas - crestones y espinazos (MPFfv2), filas – vigas –crestas y crestones (MPFv) y vallecitos (MPFva), terrazas de piedemonte (PMT), Abanicos antiguos (PMA), vallecitos coluviales (PMv), entre otras.

Estos tipos de relieve antes descritos se caracterizan por presentar pendientes desde a nivel (0-1%) hasta totalmente escarpados (>100%) y por estar afectados por movimientos en masa, procesos erosivos de diverso tipo y grado y por procesos principalmente de socavación lateral y en menor grado de fondo en las principales corrientes (río Guayuriba, Acacias y Orotoy).

### 6.2.3 Intervalo de Pendientes o inclinación de la ladera

El grado de inclinación del terreno es un factor que limita el desarrollo de actividades sobre el suelo y es además un insumo para la determinación de susceptibilidad a erosión e inundaciones. Morfométricamente en el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) se presentan intervalos desde a nivel (0-1%) hasta totalmente escarpada (>100%), tal y como se muestra en la **Tabla 13**.

**Tabla 13 Intervalos de pendientes obtenidas para el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto**

PENDIENTE					
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
		ha.	%	ha.	%
0-1%	A nivel, 0-1%	14,37	13,48	1.135,77	11,45
1-3%	Ligeramente plana, 1-3%	29,43	27,61	2.588,91	26,10

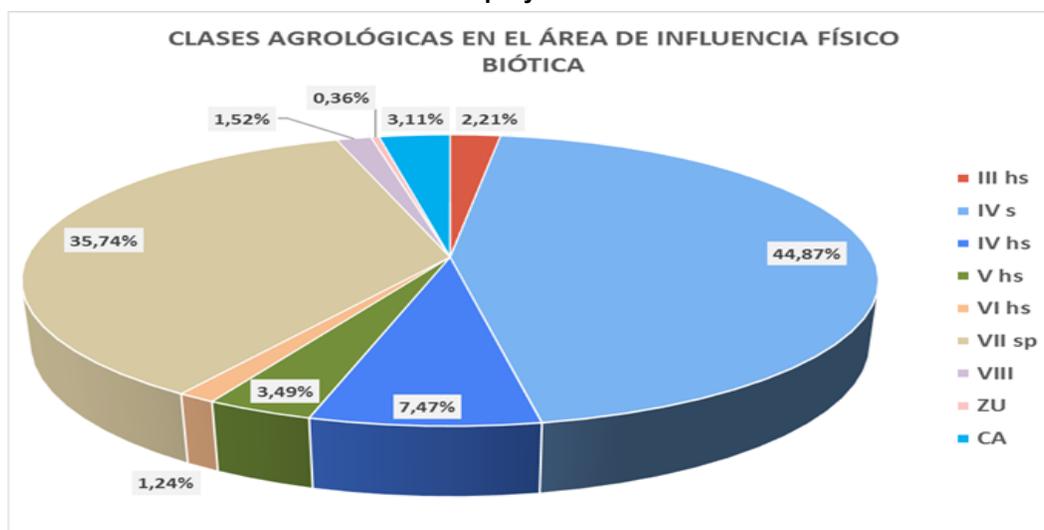
3-7%	Ligeramente inclinada, 3-7%	14,19	13,31	1.731,94	17,46
7-12%	Moderadamente inclinada, 7-12%	2,63	2,47	380,11	3,83
12-25%	Fuertemente inclinada, 12-25%	13,02	12,21	1.073,27	10,82
25-50%	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50%	24,14	22,66	2.070,88	20,87
50-75%	Moderadamente escarpada o moderadamente empinada, 50-75%	7,95	7,46	753,62	7,60
75-100%	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada, 75-100%	0,62	0,58	103,18	1,04
>100%	Totalmente escarpada, >100%	0,23	0,22	83,26	0,84
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>106,56</b>	<b>100,00</b>	<b>9.920,93</b>	<b>100,00</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

## 6.2.4 Suelos

El 52.34 % del área de influencia físico biótica de la Línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando pertenece a la clase agrológica IV (Subclase IVs y IVhs), con uso del suelo recomendado con alguna actividad agrícola de tipo Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos, el 35.74% del área, está definido en la clase VII se debe destinar por vocación a usos forestales de tipo producción protección. El área restante lo cubren áreas con vocación agroforestal, conservación de tipo recursos hídricos, cuerpos de agua y zonas urbanas (**Imagen 8**).

**Imagen 8** Distribución de las clases agrológicas en el área de influencia físico biótica del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## 6.2.5 Hidrología

La red de drenaje principal del proyecto, se localiza en el área hidrográfica del Orinoco (3), en la zona hidrográfica del Meta (35), entre las Sub-zonas hidrográficas del río Metica (Guamal – Humadea) (3501), río Guayuriba (3502), río Guacavía (3504) y río Negro (3510). La distribución hidrográfica correspondiente, se presenta en la **Tabla 14**,

**Tabla 14 Codificación de cuencas hidrográficas para el área de estudio de la línea de transmisión 230 kV. La Reforma – San Fernando**

CORRIENTE										
ORDEN										
0	1		2		3		4	5	6	7
	Área Hidrográfica		Zona Hidrográfica		Sub-Zona Hidrográfica		Microcuenca	Microcuenca	Microcuenca	Microcuenca
NOMBRE OCEANO	NOMBRE	Código (IDEAM)	NOMBRE	Código (IDEAM)	NOMBRE	Código (IDEAM)	NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE
Océano Atlántico	Río Orinoco	3	Río Meta	35	Río Metica (Guamal - Humadea)	3501	Río Acacias	Río Orotoy	Caño San Francisco	
								Caño Unión	Caño Siete Vueltas	Caño La Verraquera
									Caño Lejía	Caño Los Laureles
								Caño Hondo		
								Caño La Esmeralda		
								Caño Mojaculo		
								Caño NN1		
								Caño La Vaina		
								Caño Chocho	Caño Palmaquemada	
								Río Humeada	Caño Grande	
					Río Negrito					
					Caño San Luciano					
					Caño Tolima					
					Caño NN2					
					Caño Colorado					
					Caño Carbón					
Océano Atlántico	Río Orinoco	3	Río Meta	35	Río Guayuriba	3502	Caño Pescado	Caño Danta		
								Quebrada Aguas Claras		

CORRIENTE										
ORDEN										
0	1		2		3		4	5	6	7
	Área Hidrográfica		Zona Hidrográfica		Sub-Zona Hidrográfica		Microcuena	Microcuena	Microcuena	Microcuena
NOMBRE OCÉANO	NOMBRE	Código (IDEAM)	NOMBRE	Código (IDEAM)	NOMBRE	Código (IDEAM)	NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE
								Caño Vijagual	Caño Vega Grande	
							Quebrada Negra			
							Quebrada Servita			
Océano Atlántico	Río Orinoco	3	Río Meta	35	Río Guatiquia	3503	Rio Ocoa	Caño La Unión	Caño Blanco	
								Quebrada Blanca	Caño Corrales	
								Caño Corovada		
								Caño NN3		
					Río Negro	3505	Caño La Candelaria			

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## 6.2.6 Hidrogeología

Con respecto a la zonificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas del IDEAM<sup>1</sup>, el proyecto se encuentra ubicado en la provincia hidrogeológica de los Llanos Orientales, en el sistema acuífero denominado “Villavicencio – Granada- Puerto López, donde se presentan unidades hidrogeológicas de Acuíferos Cuaternario y Terciario los cuales se caracterizan por ser libres a confinados.

Localmente, las unidades geológicas que se encuentran relacionadas en la zona de planicie y valle, son sedimentos principalmente de edad cuaternaria formada bajo ambientes aluviales y coluvioaluviales que presentan porosidad primaria, los cuales enmascaran las diferentes unidades geológicas del cretácico y terciario augurantes en la zona.

En la zona de montaña se presentan unidades de edad cretácica de origen marino, cuyas litologías van desde arenas hasta lodolitas y lutitas; la secuencia descrita se encuentra plegada y en algunos sectores fracturada por efecto de actividad tectónica asociada al levantamiento de la cordillera oriental, ocurrida en el cretácico y a principios del terciario. Estas unidades presentan porosidad secundaria por sus características de fracturamiento y en algunos casos porosidad primaria por la presencia de capas arenosas. En la **Tabla 15**, se presentan las unidades hidrogeológicas definidas para el área de influencia de la línea eléctrica.

<sup>1</sup> IDEAM, MINAMBIENTE, 2015. Estudio Nacional del Agua. P136

**Tabla 15 Unidades hidrogeológicas del área de estudio**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	CARACTERÍSTICAS	
<b>A1</b>	Sedimentos y Rocas con Flujo Intergranular (Porosidad Primaria)	Acuíferos de Mediana Productividad, capacidad específica entre 1,0 y 2,0 l/s/m. La geología corresponde a las unidades de Depósitos de Terraza Medias
<b>A2</b>	Sedimentos y Rocas con Flujo Intergranular (Porosidad Primaria)	Acuíferos de Baja productividad, capacidad específica entre 0,05 y 1,0 l/s/m. La geología corresponde a las unidades Depósitos Coluvioaluviales, Depósitos de Terrazas Altas y Bajas, Depósitos Aluviales Subcrecientes y de Cauce Activo de ríos trezados y menores.
<b>B1</b>	Rocas con Flujo a través de Fracturas o Porosidad Secundaria (Rocas Fracturadas y/o Carstificadas)	Acuíferos de mediana productividad, capacidad específica entre 1,0 y 2,0 l/s/m. La geología corresponde a las unidades Formación Arenisca de Cáqueza, Grupo Palmichal y Formación Une.
<b>B2</b>	Rocas con Flujo a través de Fracturas o Porosidad Secundaria (Rocas Fracturadas y/o Carstificadas)	Acuíferos de baja productividad, capacidad específica entre 0,05 y 1,0 l/s/m. La geología corresponde a las unidades Formación Lutitas de Macanal, Formación Chipaque y Formación Fomeque.
<b>C1</b>	Sedimentos y Rocas con Limitados Recursos de Aguas Subterráneas	Acuíferos con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor de 0,05 l/s/m. Acuitardos. La geología corresponde a las unidades de la Formación Arcilla del limbo.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## 6.3 Medio biótico

### 6.3.1 Flora

#### 6.3.1.1 Área de influencia indirecta (All)

En un contexto regional, el Área de Influencia Indirecta –All-, se ubica sobre el piso isomegatérmico de los llanos orientales, de la región cisandina (Hernández *et al.*, 1990). En general, se caracteriza por presentar un relieve plano, cubierto por sabanas naturales que son atravesadas por selvas de galería y que son continuos con los llanos de la Orinoquia venezolana.

De acuerdo con las unidades biogeográficas de Colombia (Hernández *et al.*, 1990), el All pertenece a las provincias biogeográficas NorAndina y Orinoquia. También se presentan dos distritos biogeográficos, uno en cada provincia, es así que en el All se presenta en el sector sur el Distrito Piedemonte Meta la provincia de la Orinoquia y en el sector norte el Distrito Este Cordillera Oriental de la provincia NorAndina (**Tabla 16**).

**Tabla 16 Provincias y distritos biogeográficos en el Área de Influencia Indirecta**

PROVINCIA BIOGEOGRAFICA	DISTRITO BIOGEOGRAFICO	DISTRITO BIOGEOGRAFICO CON BIOMA	AREA (HA)	AREA (%)
NorAndina	Este Cordillera Oriental	NorAndina E_Cordillera Oriental Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	256,7	2,6%
		NorAndina E_Cordillera Oriental Orobiomas bajos de los Andes	2144,9	21,6%
Orinoquia	Piedemonte Meta	Orinoquia Piedemonte Meta Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	1434,5	14,5%
		Orinoquia Piedemonte_Meta Orobiomas bajos de los Andes	1439,1	14,5%
		Orinoquia Piedemonte_Meta Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	4645,8	46,8%
<b>Total</b>			<b>9920,9</b>	<b>100%</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017. Adaptado de Hernández et al., 1990

- **Zonas de vida**

De acuerdo al sistema de clasificación propuesto por Holdridge, el cual determina zonas de vida como unidad central, tomando en cuenta factores bioclimáticos como temperatura, precipitación, evapotranspiración y pisos altitudinales, en el AI se presentan tres unidades: bosque húmedo tropical (bh-T), bosque muy húmedo tropical (bmh-T) y bosque pluvial premontano (bp-PM).

- **Biomás**

La consulta de biomás se basó en la plancha 25 del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM et al., 2007<sup>2</sup>), cuyos polígonos fueron ajustados con los mapas de geomorfología y de cobertura de la tierra, teniendo en cuenta que presentan un mayor detalle correspondiente a una escala de 1:25.000. Como muestra la

<sup>2</sup> IDEAM, IGAC, IAvH, Invermar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 276 p. + 37 hojas cartográficas

**Tabla 17** se identificaron tres biomas en el All: Helobioma de la Amazonia y Orinoquia, Orobiomas bajos de los Andes y Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia Piedemonte Meta. La

**Tabla 17** presenta la ocupación del AII por cada uno de los tres biomas, donde se aprecia que el bioma más extenso es el Orobioma Bajo de los Andes, que ocupa el 46,8% del total del área.

**Tabla 17 Biomias en el Área de Influencia Indirecta**

BIOMA	AREA (HA)	AREA (%)
Helobioma Amazonia - Orinoquia	1689,3	17,0%
Orobioma bajo de los Andes	4645,8	46,8%
Peinobioma de la Amazonia -Orinoquia	3585,8	36,1%
<b>TOTAL</b>	<b>9920,9</b>	<b>100%</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017. Adaptado de IDEAM et al., 2007

- **Ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas protegidas en el Área de Influencia Indirecta**

Tal y como se aprecia en la **Imagen 9**, de las categorías de áreas protegidas establecidas para Colombia, no se presenta ninguna categoría en el AI, ni públicas ni privadas.

- **Otros instrumentos de ordenamiento y/o planificación o áreas de reglamentación especial**

Se encontraron declarados dos (2) Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT), un (1) Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) y dos (2) Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCH) conforme se presentan en la **Tabla 18**.

**Tabla 18 Instrumentos de ordenamiento y/o planificación identificados en los municipios del Área de Influencia Indirecta áreas de interés ambiental**

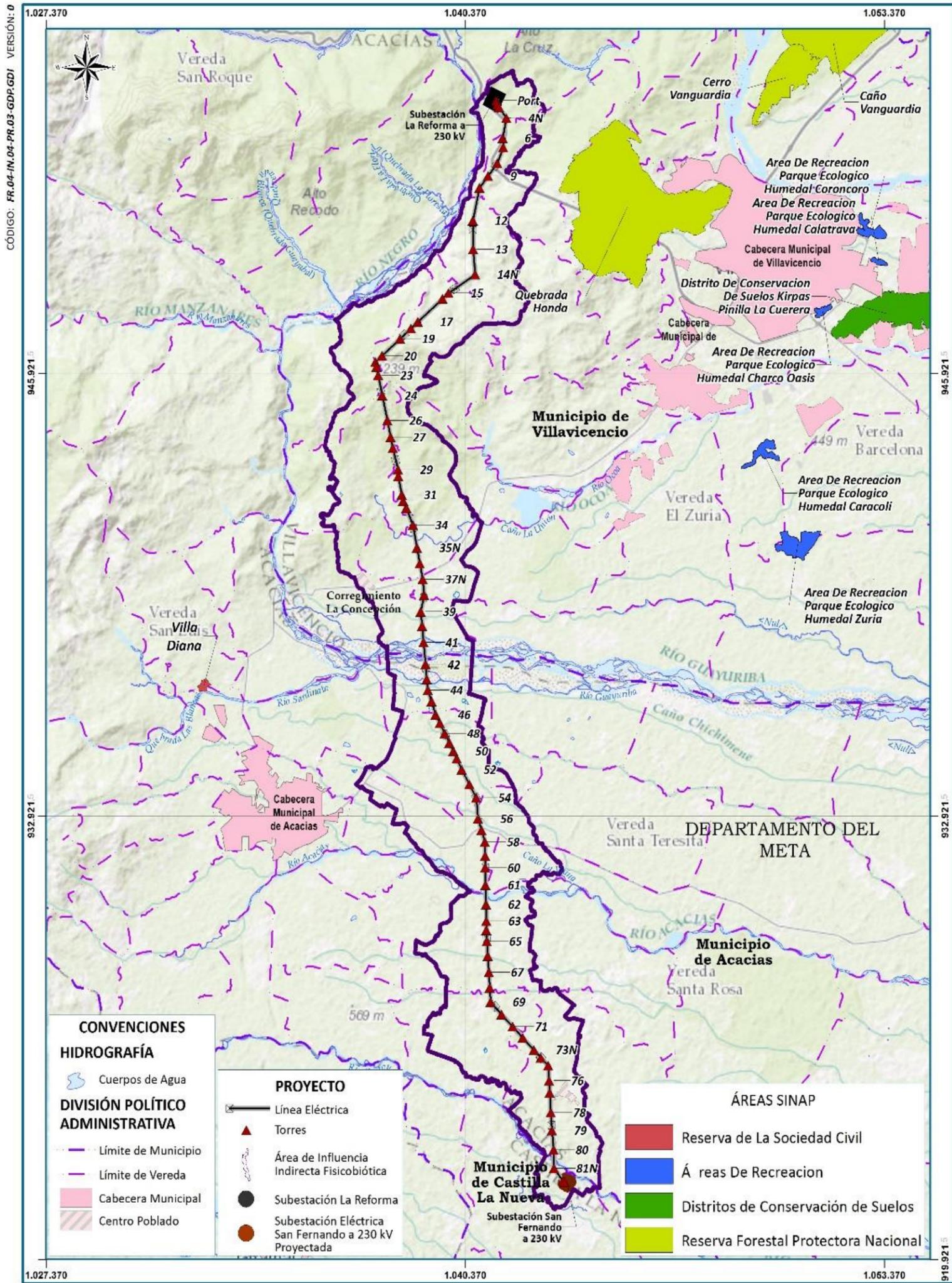
FIGURA DE ORDENAMIENTO O CATEGORÍA	MUNICIPIO (S)	ACTO ADMINISTRATIVO / OBSERVACIONES
POMCH río Acacias-Pajure (Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Acacias-Pajure)	Acacias, San Carlos de Guaroa, Guamal y Castilla La Nueva	Resolución 1635 del 22 de septiembre de 2010 Área: 93.100 ha con un total de 51 veredas
POMCH río Blanco-Negro-Guayuriba (Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Blanco-Negro-Guayuriba)	Acacias, San Carlos de Guaroa, Puerto López, Villavicencio, Gutiérrez, Guayabetal, Fosca, Quetame, Ubaque, Chipaque, Une, Fómeque, Choachí, Guasca, la Calera, Cárquez y Bogotá D.C.	Resolución conjunta 02 de 16 de mayo de 2012. Área: 353.166,83 ha.
Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Acacias	Acacias	Acuerdo 021 de diciembre 11 de 2000 modificado por el Acuerdo 184 de diciembre de 2011. Área: 785 Km <sup>2</sup> .
Esquema de Ordenamiento Territorial de Castilla la Nueva	Castilla la Nueva	Acuerdo 005 febrero 29 de 2016 Área: 100643 ha
Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Villavicencio	Villavicencio	Acuerdo No 287 de diciembre 29 de 2015.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

#### - **Áreas prioritarias de conservación**

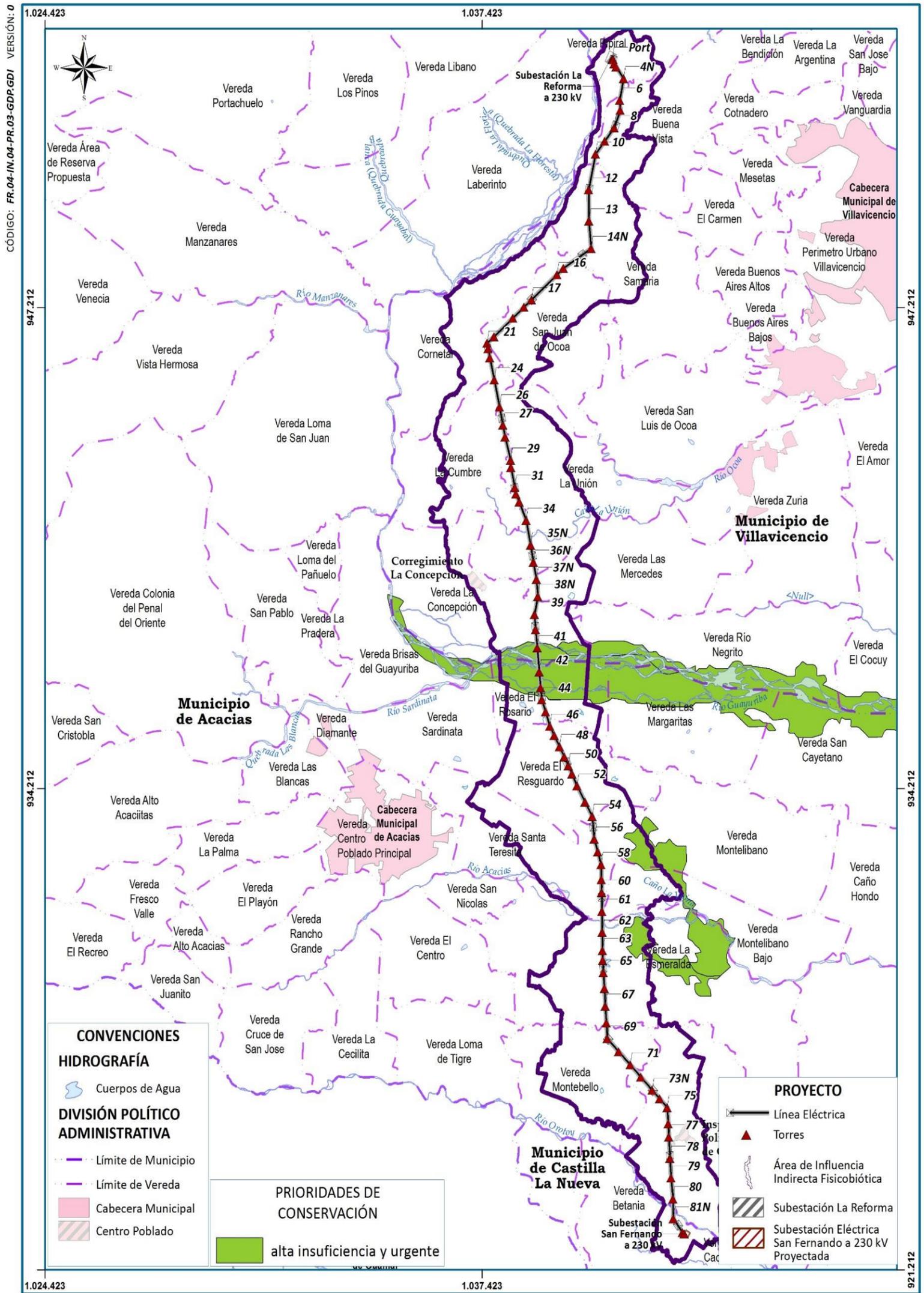
Como se aprecia en la **Imagen 10**, de áreas prioritarias de conservación del SINAP, en el All los ecosistemas Aguas continentales naturales del helobioma Amazonia y Orinoquia, Zonas desnudas del helobioma Amazonia y Orinoquia, Bosques naturales del helobioma Amazonia y Orinoquia y Bosques naturales del peinobioma de la Amazonia y Orinoquia, conforman áreas catalogadas como “de alta insuficiencia y urgente” las cuales deben ser tenidas en cuenta a la hora de declarar áreas naturales de protección. En otras palabras, estas áreas se pueden utilizar en el proyecto de compensación por pérdida de la biodiversidad, bien sea para conservar o restaurar.

Imagen 9 Áreas SINAP



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Imagen 10 Áreas prioritarias conservación en el AII



PrioridadesConservacion.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017. Adaptado de Corso, G. 2008

### 6.3.2 Coberturas de la tierra

En el AII se delimitaron 23 unidades de cobertura de la tierra, las cuales están agrupadas en territorios artificiales, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua. Dichas unidades se presentan la **Tabla 19**.

**Tabla 19 Coberturas de la tierra en el área de influencia**

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Símbolo	AID		All		
						ha.	%	ha.	%	
1.Territorios artificializados	1.1 Zonas Urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo			Tuc	0,00	0,00	39,55	0,40	
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo			Tud	0,00	0,00	71,44	0,72	
	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.2.1.1. Zonas industriales	1.2.1.1. Zonas industriales		Zi	0,38	0,36	26,84	0,27	
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2. Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	1.2.2.1. Red vial y territorios asociados		Rv	0,32	0,30	20,31	0,20	
	1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera	1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos			Ehc	0,00	0,00	79,00	0,80
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción					Emc	0,00	0,00	23,65	0,24	
2.Territorios agrícolas	2.1 Cultivos transitorios				Ct	0,73	0,69	60,08	0,61	
	2.2 Cultivos permanentes	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.3.2. Palma de aceite		Pac	19,31	18,12	863,83	8,71	
	2.3 Pastos		2.2.3.3. Cítricos		Ctr	0,70	0,65	74,38	0,75	
			2.3.1. Pastos limpios			Pl	26,93	25,27	2.882,69	29,06
			2.3.2. Pastos arbolados			Pa	20,22	18,97	1.778,87	17,93
			2.3.3. Pastos enmalezados			Pe	3,94	3,70	681,14	6,87
3.Bosques y áreas seminaturales	3.1 Bosques	3.1.2. Bosque Abierto	3.1.2.1. Bosque Abierto Alto	3.1.2.1.1. Bosque Abierto Alto de Tierra Firme	Baaf	19,03	17,86	1.862,39	18,77	
		3.1.4. Bosque de galería y/o ripario			Bgr	4,97	4,66	570,40	5,75	
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación Secundaria Alta			Vsa	5,63	5,29	491,76	4,96
			3.2.3.2. Vegetación Secundaria Baja			Vsb	0,67	0,63	61,82	0,62
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.1. Zonas arenosas naturales	3.3.1.1. Playas			Ply	2,14	2,01	160,77	1,62
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas					Tdd	0,29	0,27	66,18	0,67	

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Símbolo	AID		All		
						ha.	%	ha.	%	
4. Áreas húmedas	4.1 Áreas Húmedas Continentales	4.1.1. Zonas Pantanosas			Zpn	0,44	0,41	8,62	0,09	
5. Superficies de agua	5.1 Aguas Continentales	5.1.1 Ríos			R	0,68	0,64	65,37	0,66	
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales			LI	0,18	0,17	19,32	0,19	
		5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	5.1.4.2. Lagunas de oxidación			Lo	0,00	0,00	9,39	0,09
			5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental			Eac	0,00	0,00	3,14	0,03
<b>ÁREA TOTAL</b>						<b>106,56</b>	<b>100,00</b>	<b>9.920,93</b>	<b>100,00</b>	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

### 6.3.3 Especies con categoría de amenaza en el área de influencia directa

Con base en los listados de especies vedadas, amenazadas y en el apéndice de CITES, se halló que una especie presenta veda nacional, en tanto que muestra que ocho (8) especies identificadas en el All aparecen en los libros rojos y tres (3) están reportadas en la resolución 192 y una en el apéndice de CITES **Tabla 20**.

**Tabla 20 Especies con categoría de amenaza**

Nombre científico	Uicn	Libros rojos				Resolución 192 de 2014	Apéndice cites	VEDA NACIONAL*
		Volumen 1 (2002)	Volumen 2 (2005)	Volumen 4 (2007)	Sinchi (2006)			
<i>Astrocaryum aculeatum</i> G.Mey			LC					
<i>Cariniana pyriformis</i> Miers	NT					CR		
<i>Cedrela odorata</i> L.	VU			EN	EN	EN	III	
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn				LC				
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.			LC					
<i>Licania apetala</i> (E.Mey.) Fritsch		LC						
<i>Licania hypoleuca</i> Benth.		LC						
<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S.Alverson				EN		EN		
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl			LC					
<i>Cyathea</i> sp								Res. ° 0801 del 24 junio 1977

\*La veda impuesta a una especie puede ser de tipo Regional o Nacional según la jurisdicción de la Autoridad Ambiental que la emite y como tal debe estar reglamentada por un Acto administrativo explícito sobre la restricción del uso y/o aprovechamiento de una especie. Para el proyecto sólo se identificaron vedas Nacionales y no Regionales

#### - Vedas

En el área de influencia directa del proyecto se identificaron dos categorías de veda de orden nacional, no se encontraron vedas regionales. Se encontró una especie en veda arbórea (*Cyathea* sp.) la cual fue declarada mediante la Resolución N° 0801 del 24 de junio

de 1977, expedida por el INDERENA. Y adicional se encontraron especies de flora epífita las cuales fueron declaradas por la Resolución 213 de 1977 del INDERENA. Como parte del trámite ambiental del proyecto paralelamente al licenciamiento se está realizando el trámite para el levantamiento de veda de estas especies ante la autoridad competente.

### 6.3.4 Fauna

La heterogeneidad de los paisajes en la Orinoquia colombiana, sus condiciones biogeográficas y la dinámica de ocupación del territorio de sus habitantes, son aspectos que aseguran una importante riqueza natural. No obstante, en la actualidad esta rica biodiversidad continúa enfrentando amenazas que ponen en peligro su integridad y permanencia. La transformación de las coberturas vegetales naturales con fines productivos y en consecuencia, la aparición de cambios en los regímenes de propiedad, son factores preponderantes que suponen una aceleración en la pérdida de especies (Restrepo-Calle *et al.* 2010). Cambios específicos en el territorio tales como la extensión de cultivos para la agroindustria de biocombustibles, la proliferación de enclaves mineros y de extracción de hidrocarburos, así como los procesos de transformación de la estructura agraria y los patrones de tenencia de la tierra, son entendidos como los motores más importantes de transformación del paisaje y en consecuencia de la degradación de procesos ecológicos (Restrepo-Calle *et al.* 2010).

Á continuación se realiza una breve descripción de las condiciones de cada uno de los grupos de fauna silvestre en el área de influencia indirecta del proyecto.

#### 6.3.4.1 Anfibios

En el Área de Influencia Directa, para la clase Amphibia se reportan 22 especies, contenidas en seis familias y únicamente del Orden Anura (ranas y sapos), todas registradas de forma directa por captura u observación. Este número de especies representa el 37% del potencial regional de especies y el 46% de familias, además corresponde al 22% de las especies conocidas para el departamento del Meta y el 3% para el país (Acosta 2017). Ruiz *et al.* (1996) sugiere además que esta diversidad de anfibios es una respuesta ante factores como la posición geográfica, la pluviosidad y la complejidad orográfica del país, y los cuales han generado una amplia gama de hábitats óptimos para su desarrollo, donde la principal amenaza de este grupo se debe a la fragmentación y pérdida de hábitat, asociado a diferentes factores como son la caza, deforestación y la sobreutilización de los recursos naturales.

Ninguna de las especies de anfibios registradas en el AID se encuentra amenazada a nivel nacional, ya que no están en el Libro Rojo de los anfibios de Colombia (Rueda-Almonacid *et al.* 2004) ni en la Resolución 0192 de 2014 (MADS). Respecto a las restricciones para el comercio por sus amenazas, no se registran especies en el apéndice I del convenio CITES (2017), (

Tabla 21).

**Tabla 21 Anfibios de importancia ecológica y sociocultural en el AID**

Orden	Familia	Especie	Categoría de Amenaza			Endemismo
			Libro Rojo	Res. 0192	CITES	
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus mathiassoni</i>	-	-	-	End local
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i>	-	-	-	C-End
	Strabomantidae	<i>Pristimantis medemi</i>	-	-	-	End local
		<i>Pristimantis cf. Frater</i>	-	-	-	End local
		<i>Pristimantis savagei</i>	-	-	-	End local

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

#### 6.3.4.2 Reptiles

Para la fauna reptiliana registrada en el Área de influencia Directa, se confirmó la ocurrencia de 30 especies y 16 familias, este relativamente alto número de registros corresponde al 39% del potencial regional registrado para el AII, el 21% de lo que se conoce para el Meta y el 5% para el país (Uetz & Jiri 2017). Con excepción de dos especies de tortugas (Orden Testudines), de la babilla (Orden Crocodylia) y la Tatacoa (Orden Squamata, Suborden Amphisbaenia), todas las demás especies pertenecen al orden Squamata y a sus dos subórdenes, Sauria con 13 especies (45% del total de especies registradas) y Serpentes con la presencia de 12 especies (41%), todas ellas caracterizadas por ser comunes y de gran adaptabilidad ecológica.

De las especies de reptiles registradas de manera directa, la especie de tortuga terrestre o Morrocoy, *Chelonoidis carbonarius*, se encuentran como vulnerable (VU) de acuerdo al libro rojo de anfibios de Colombia (Morales-Betancourt et al. 2015) y está catalogada como en Peligro crítico (CR) según la Resolución 0192 (MADS 2014). Si bien no está catalogada en el CITES (2017), se considera como la cuarta especie de tortuga en el país, sometida a tráfico de fauna y consumo indiscriminado por diferentes comunidades (Páez et al. 2012, Ceballos 2000) (**Tabla 22**).

**Tabla 22 Reptiles de importancia ecológica y sociocultural en el AID**

Orden / Suborden	Familia	Especie	Categoría de Amenaza			Endemismo	Usos locales
			Libro Rojo	Res. 0192	CITES		
Crocodylidae	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	-	-	-	-	Consumo
Squamata/Serpentes	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	-	-	-	-	Peligro
Squamata/Serpentes		<i>Eunectes murinus</i>	-	-	-	-	Peligro
Squamata/Serpentes	Elapidae	<i>Micrurus sp.</i>	-	-	-	-	Peligro
Squamata/Serpentes	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	-	-	-	-	Peligro
Squamata/Sauria	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	-	-	-	-	Consumo
Squamata/Sauria	Sphaerodatyliidae	<i>Gonatodes cf. riveroi</i>	-	-	-	End local	-
Testudines/Cryptodira	Testudinae	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	VU	CR	-	-	Consumo

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Con carácter endémico (End) se reporta solamente la especie de salamaqueja, *Gonatodes cf. riveroi*, recientemente reportada para Colombia como especie nova, basada en estudios morfológicos sobre el complejo *Anolis conccinatus* y definida exclusivamente para el pie de monte del departamento del Meta (Stutaro & Avila-Pires 2011). Para este se reportaron seis individuos registrados únicamente en una vivienda abandonada en medio del hábitat de Vegetación secundaria en el Orobioma (OBA).

#### 6.3.4.3 Aves

Para el área de influencia directa se registraron 134 especies de aves, que corresponden a 46 familias y 21 órdenes. Frente al total de especies que se pueden encontrar en el AII (414 especies), la riqueza para el AID alcanza el 32,36%, es decir una tercera parte del total de especies reportadas.

A nivel regional, la cantidad de especies del AID llega a un 17,6% de lo registrado en la Orinoquía (Acevedo et al, 2014) y a un 7% de la riqueza de todo el país, (1921 especies, SIB 2017). Por familias, la mayor riqueza se presenta en la familia Thraupidae con 14 especies, seguida de las familias Tyrannidae y Trochilidae con 11 y 8 especies respectivamente. Con 5 o más especies se presentan además las familias Columbidae, Ardeidae, Icteridae y Furnariidae. En estas 7 familias está representado el 42,5% de la riqueza a nivel específico del AID del proyecto de la línea eléctrica a 230 kV La Reforma – San Fernando.

De las 134 especies registradas para el Área de Influencia Directa, ninguna se encuentra en los listados de Categoría de Amenaza (CITES, Resolución 0192/2014, Libro Rojo de Aves de Colombia). Tampoco hay especies consideradas endémicas.

Para el caso de las especies migratorias, se consideran aquí aquellas que se reproducen en las zonas templadas del sur o del norte del continente y llegan a Colombia por la época de invierno de sus lugares de origen. Denominadas migraciones latitudinales por Naranjo et al (2012) o Australes-Boreales por Hilty (2001). La época del muestreo (julio 2017) no coincidió con la principal y más grande migración de aves, las boreales o de latitud norte, pues estas especies empiezan a llegar entre septiembre y octubre. Las posibles especies

migratorias en el AID son las de la latitud sur o australes, pero dada la baja cantidad que llega en este flujo, tampoco se registraron este tipo de especies.

#### 6.3.4.4 Mamíferos

Para el Área de Influencia Directa (AID) se reportan 50 especies de mamíferos, pertenecientes a ocho (8) Órdenes y 21 Familias. Esto equivale al 35% de las especies que pueden encontrarse en el Área de Influencia Indirecta (AII), y aproximadamente al 10% del total nacional. Aunque el piedemonte llanero ha sido considerado una de las regiones geográficas con mayor diversidad de mamíferos en Colombia, la realidad actual indica que la alta intervención antrópica y procesos de colonización que se han presentado en la Orinoquia, han transformado y fragmentado los hábitats originales (bosques y sabanas naturales) y con ello se ha diezmado la diversidad original de mamíferos.

De las 50 especies de mamíferos reportadas en el AID, 20 tienen alguna importancia ecológica o social, 6 especies están en categorías de amenaza (VU o CITES I), dos especies son endémicas, tres especies son migratorias, y 14 especies demuestran algún tipo de uso por parte de los pobladores locales.

El oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*), el mico nocturno (*Aotus brumbacki*), el socay (*Callicebus ornatus*), la nutria (*Lontra longicaudis*), y los tigrillos (*Leopardus pardalis*, *L. wiedii*), son las especies en categoría de amenaza.

## 7 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Teniendo en cuenta las características del área y la sensibilidad que presentan los elementos del medio, se definieron cuatro criterios desde el punto de vista abiótico, biótico, sociocultural y legal. Los criterios utilizados están sujetos a los establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), los cuales considera entre otros:

- Áreas de especial significado ambiental como áreas naturales protegidas, ecosistemas sensibles (dentro de los cuales se tiene en cuenta la presencia de especies sensibles, endémicas y migratorias que se desarrollan dentro de ellos), rondas y corredores biológicos, áreas de recuperación ambiental, áreas de riesgo y amenazas, áreas de producción económica y áreas de importancia social (MADS, 2010).
- También se tuvieron en cuenta las restricciones definidas en los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCH o POMCA) de los ríos Acacias y Guayuriba, el Esquema de Ordenación Territorial (EOT) del municipio de Castilla La Nueva y el Plan Básico de Ordenamiento Territorial de los Municipios de Acacias y Villavicencio.
- De igual forma se incluyeron criterios de exclusión por áreas protegidas, reservas naturales, franjas de protección hídrica y áreas de expansión urbana definidas por la Corporación Autónoma Regional (CORMACARENA - Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena) y EOT.

- Así como las áreas prioritarias de conservación del SINAP, dentro de las cuales se consideran zonas propuestas para ser incluidas dentro de alguna categoría de manejo como lo son las Áreas CONPES.

El área donde se desarrollará el proyecto de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando, presenta sensibilidad alta a moderada, donde la realización de las actividades, requerirá la implementación de medidas de manejo para el control de los impactos que se puedan generar durante las mismas. En la **Tabla 23** y la **Imagen 11**, se describe las tres unidades de sensibilidad obtenidas para el área.

**Tabla 23 Zonificación Ambiental**

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
		Área ha	%	Área ha	%
<b>Muy Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas donde existe una tendencia al conflicto con una marcada presencia</li> <li>• Predios de menos de 3 ha considerados minifundios.</li> <li>• Unidad geomorfológica tipo de relieve de plano de inundación, asociados a la cobertura denominada ríos, Playas y Lagos, Lagunas y ciénagas Naturales.</li> <li>• Depósitos fluviales formados por el río Acacias, en los cuales se mezclan aportes de materiales que provienen de zonas montañosas, y que en época de altas precipitaciones presentan una susceptibilidad Muy Alta a la inundación.</li> <li>• Son áreas donde la dinámica del río genera procesos de socavación lateral y donde se evidencia migración lateral del río (meandros o madrevejas), y/o procesos de divagación del cauce principal para ríos trezados.</li> </ul>	6,22	5,83	402,32	4,06
<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas donde la tendencia al conflicto social es alta.</li> <li>• Áreas donde existen mini fundíos.</li> <li>• Zonas de interés cultural importantes para la comunidad.</li> <li>• Presencia amplia de actividad de hidrocarburos.</li> <li>• Los bosques de galería.</li> <li>• Los bosques abiertos altos de tierra firme.</li> <li>• Los ríos y las lagunas, lagos y ciénagas naturales.</li> <li>• Unidades geológicas denominadas depósitos aluviales constituidos por una acumulación consolidada de materiales arcillosos limosos y Depósitos de Derrubios, localizados sobre las laderas del piedemonte.</li> <li>• Formaciones cuyos materiales predominantemente arcillo-limosos susceptibles a la generación y/o activación de</li> </ul>	86,65	81,34	7.590,20	76,51

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
		Área ha	%	Área ha	%
	<p>procesos erosivos como respuesta a la poca consolidación de los materiales aflorantes y al fallamiento geológico existente en la zona.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geomorfológicamente se asocia al paisaje de montaña fluvio-gravitacional, y montañas plegadas fluvio-gravitacionales, donde se presentan pendientes establecidas entre el 7 y el 25%.</li> <li>• Procesos morfodinámicos representados por áreas afectadas por deslizamientos, procesos de reptación, flujo de detritos y caída de rocas.</li> <li>• Áreas donde existe un cruce entre tipo de relieve identificadas con alto potencial para la ocurrencia de inundaciones como son los Vallecitos Coluvio Aluviales.</li> <li>• Áreas donde la dinámica del río genera procesos de divagación lateral, y que en época de altas precipitaciones aumenta la lámina de agua ocasionan desbordamientos del cauce hacia las llanuras, como es el caso del río Guayuriba, Acacias y la quebrada Sardinata.</li> <li>• Sistemas acuíferos de moderada productividad, con flujo primario y secundario de extensión regional a local, conformados por rocas neógenas de ambiente continental y rocas sedimentarias de edad Cretácica, que conforman acuíferos de tipo confinado.</li> <li>• Incluye áreas de protección de los drenajes definidas por los POT y los POMCA.</li> </ul>				

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
		Área ha	%	Área ha	%
<b>Moderada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas cuyo uso actual del suelo es la ganadería extensiva, principal fuente de empleo y de ingresos.</li> <li>• La Tendencia al conflicto social es baja.</li> <li>• Coberturas vegetales cuya comunidad vegetal se encuentra en las etapas pionera y secundaria joven de la sucesión secundaria.</li> <li>• La vegetación secundaria en transición y las playas.</li> <li>• Unidades geológicas que conforman una morfología de laderas inclinadas y en menor densidad de laderas escarpadas con pendientes establecidas entre el 12 y el 50%.</li> <li>• Unidades geológicas con contenido lodolítico y afectación por fallamiento geológico.</li> <li>• Zonas de topografía escarpada y unidades cuya litología arcillosa con intercalaciones de arenisca desarrollan un relieve de serranías con cimas agudas y laderas de longitud corta y a las unidades geomorfológicas denominadas Montañas Plegadas donde se presentan procesos morfodinámicos puntuales y el relieve de Vega donde se presentan procesos de erosión laminar y erosión en surcos.</li> <li>• Las pendientes establecidas son moderadamente inclinadas y se encuentran entre el 7 y el 12%.</li> <li>• Relieves de vega baja del paisaje de planicie y los relieves de vega y vallecitos coluvioaluviales del paisaje de Valle, los cuales son susceptibles de inundaciones y/o encharcamientos y al desarrollo de procesos de socavación lateral y de fondo.</li> <li>• Áreas del paisaje de la planicie aluvial, donde existen tipos de relieve, corresponden a franjas de terreno plano que bordea a los cauces y/o meandros de los ríos con categoría Alta.</li> <li>• Zonas contiguas a los cuerpos de agua de orden mayor que son de tipo trenzado.</li> <li>• La cuenca del río Orotoy identificada con una alta demanda hídrica,</li> <li>• Las cuencas de los ríos Negro, Humada y La Unión clasificados como demanda baja a partir del Índice de escasez, la cual indica que la presión sobre el recurso no genera conflictos sobre el uso del agua con relación a las actividades del proyecto.</li> </ul>	13,70	12,84	1.928,41	19,44

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
		Área ha	%	Área ha	%
<b>Moderada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corresponde a acuíferos de baja productividad de porosidad primaria y secundaria de extensión local conformados por sedimentos Cuaternarios no consolidados, y rocas sedimentarias de edad Cretácica.</li> <li>Playas y las áreas identificadas dentro del CONPES como de alta insuficiencia y urgentes, así como los nacimientos de los Caños Grande, Pendejo, San Luis y San Juan de Ocoa, identificada en Tremarctos</li> </ul>				
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>106,56</b>	<b>100,00</b>	<b>9.920,93</b>	<b>100,00</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



## 8 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

La zonificación de manejo establecida determina el grado de vulnerabilidad del entorno frente a la implementación de las diferentes obras y actividades, consideradas para la construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando, teniendo como fin último, la definición de los siguientes aspectos:

- La aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades previstas, identificando las restricciones que se presentan a lo largo del área de influencia Indirecta y Directa de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando.
- El tipo o medida de manejo a realizar, durante la ejecución de las actividades del proyecto.
- Tener un punto de referencia para la planificación y localización de la infraestructura propuesta para el proyecto, con base en la aptitud del territorio para recibir el proyecto.

Las categorías de manejo ambiental en las cuales se clasificó el área de influencia de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando, establecidas en los Términos de Referencia LI- TER-1- 01 son las siguientes: áreas de exclusión (AE), áreas de intervención con restricciones (AIR) y áreas de intervención (AI). Dichas categorías se determinaron a partir del cruce de la información mencionada anteriormente, utilizando el software ArcGis. En la **Tabla 24**, se aprecia que las unidades de manejo ambiental establecidas y en la **Imagen 12**, se muestra espacialmente los subgrupos identificados.

**Tabla 24 Identificación de Restricciones Ambientales**

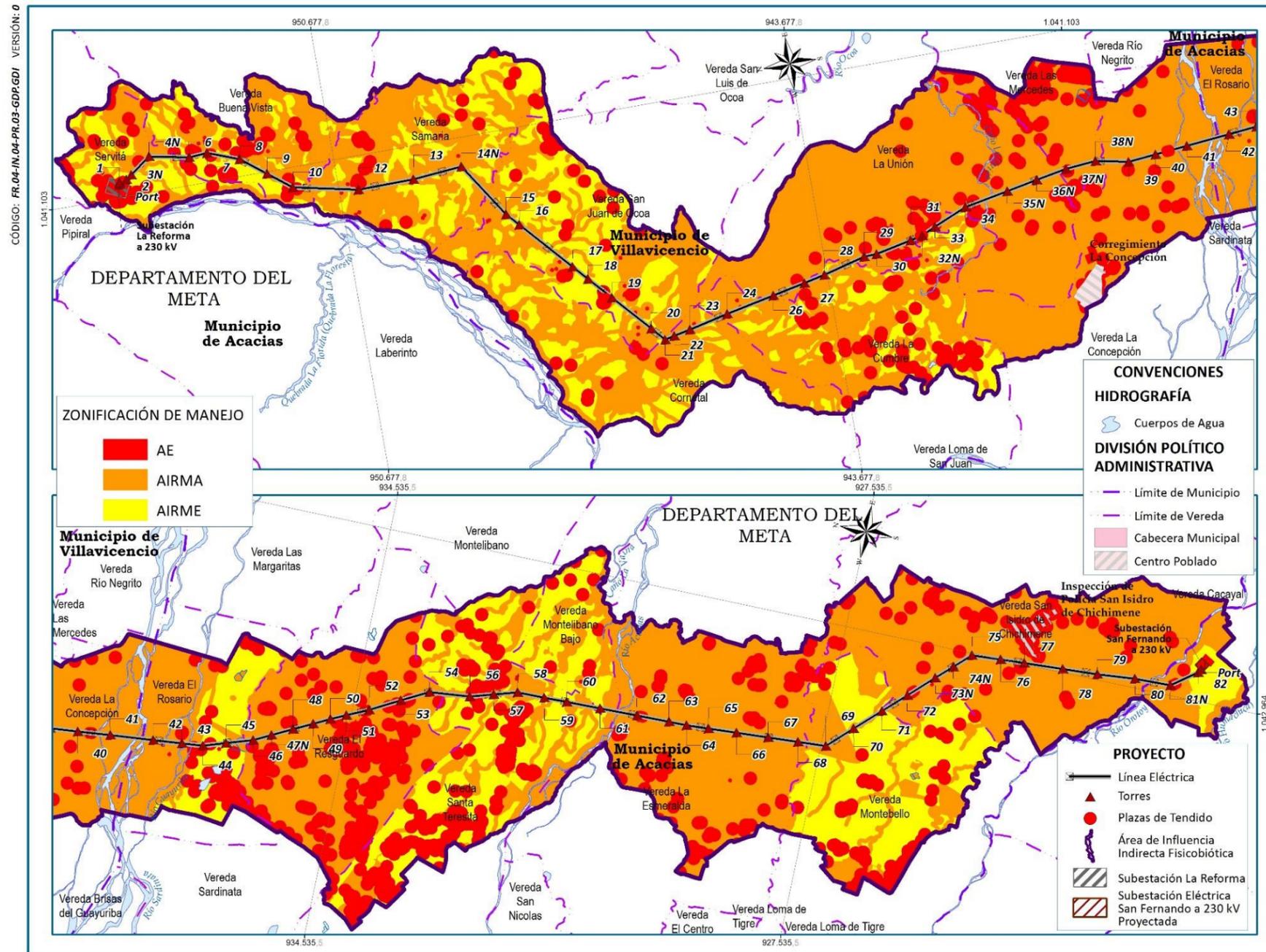
ÁREA DE MANEJO	NOMBRE DE LA CATEGORÍA	TIPO DE RESTRICCIÓN IDENTIFICADA			DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN
		Biótico	Físico	Social	
AIR - Alta	Áreas de intervención con restricciones altas por aspectos bióticos	Alta	Muy Alta y Moderado	De Bajo hasta alta	<p>*Restricción definida por la presencia de coberturas vegetales de porte alto (Bosque Abierto bajo de Tierra Firme y Bosque de galería y ripario y Vegetación Secundaria en transición), cuya función ecológica está relacionada con la regulación de caudales, control de erosión, mejoran las condiciones microclimáticas.</p> <p>*Se incluyen también los ríos y demás cuerpos de agua naturales, debido a Su capacidad de resiliencia es baja, por ser eje central de la vida en la región. Presentan función ecológica importante, dado que es hábitat, sitios de anidación, alimento y corredores de transporte de la fauna silvestre acuática. Su sensibilidad biótica es alta.</p>

ÁREA DE MANEJO	NOMBRE DE LA CATEGORÍA	TIPO DE RESTRICCIÓN IDENTIFICADA			DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN
		Biótico	Físico	Social	
AIR - Alta	Áreas de intervención con restricciones altas por aspectos físicos	Muy bajo	Muy Alta y Alta	Desde Baja hasta Alta	<p>*Geológicamente se asocia con los depósitos aluviales de los principales ríos (río Guayuriba, Acacias y Orotoy) y de sus afluentes mayores.</p> <p>*Se incluyen las áreas donde se presentan procesos de inestabilidad como: flujos de detritos, deslizamientos rotacionales y traslacionales, caída de bloques, entre otros.</p> <p>*Así también se incluyen las áreas susceptibles a presentar de inundación (río Guayuriba y áreas aferentes).</p>
	Áreas de intervención con restricciones altas por aspectos físicos, bióticos y sociales	Alta	Alta	Alta	<p>Corresponde a sitios donde se encuentran coberturas boscosas, en sitios con marcados procesos de inestabilidad y además se encuentran en microfundio, donde la agricultura se desarrolla para la subsistencia. También se incluyen las comunidades con tendencia al conflicto.</p> <p>Se incluyen las rondas de protección de los manantiales, en donde las condiciones de recarga hidrogeológica local (por infiltración superficial) y regional, no se verán afectadas al momento de la construcción de la estructura (cimentación), ya que la cimentación de la misma no será superior a 2.0 metros, Se encuentra altimétricamente más elevada con respecto a los puntos de agua (manantiales) identificados en el área y solo involucrará la intervención de los perfiles de suelo residual superficiales o en su defecto la parte superior del afloramiento rocoso, sin llegar a interrumpir los niveles y condiciones de flujo subsuperficial del área.</p>
	Áreas de intervención con restricciones altas por aspectos sociales	Muy bajo a moderado	Moderado	Alta	<p>Las restricciones impuestas están relacionadas con:</p> <p>* Las áreas de uso residencial, comercial y de servicio, las cuales permiten el intercambio económico de las comunidades (Centros poblados).</p> <p>*Los sitios considerados por la comunidad como de importancia para el desarrollo de actividades de tipo turístico y ecoturismo.</p> <p>*De igual forma se incluyen las áreas de microfundio, donde la agricultura se desarrolla para la subsistencia, donde la relación de dependencia con respecto al uso del suelo, es significativamente alta.</p>

ÁREA DE MANEJO	NOMBRE DE LA CATEGORÍA	TIPO DE RESTRICCIÓN IDENTIFICADA			DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN
		Biótico	Físico	Social	
AIR- Moderada	Áreas de intervención con restricciones medias por aspectos físicos y sociales	Muy bajo a Bajo	Moderado	Moderado	Se relaciona con la existencia de predios de pequeña propiedad donde se encuentran cultivos transitorios de ciclos productivos menores a un año. Con respecto a las comunidades se clasifican las que presentan tendencia media al conflicto.
	Áreas de intervención con restricciones medias por aspectos físicos	Muy bajo a moderado	Moderado	Bajo	En el piedemonte llanero hace referencia a rocas fracturadas de porosidad secundaria, y en ocasiones de porosidad primaria relacionados a acuíferos de moderada productividad. Hidrogeológicamente en la parte de los llanos orientales representa la zona de planicie del municipio de Acacias, donde se presentan en su mayoría aljibes, pozos y en menor proporción manantiales correspondiente a un acuífero de moderada a Baja productividad, relacionado a las unidades de depósitos de Terrazas altas, moderadas y bajas, que conforman acuíferos de tipo libre.
	Áreas de intervención con restricciones medias por aspectos físicos, bióticos y sociales	Moderado	Moderado	Moderado	La restricción está determinada por las coberturas vegetales que se encuentra en las etapas pionera y secundaria joven de la sucesión secundaria, se incluyen en esta categoría la vegetación secundaria en transición. También se incluyen las playas y las áreas identificadas dentro del CONPES como de alta insuficiencia y urgentes, así como las áreas de protección de nacimientos de los Caños Grande, Pendejo, San Luis y San Juan de Ocoa, identificada en Tremarctos.
AE	Áreas de exclusión	Alta	Muy Alto	Muy Alto	Dentro de esta clasificación, se encuentran todas las áreas que presentan procesos morfodinámicos (inestabilidades del terreno), así sus rondas de protección, los cursos de agua con su cauce activo y toda la infraestructura social. Se incluyen todas las áreas que presentan alguna restricción legal, para las cuales se tramitarán los respectivos permisos.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

**Imagen 12 Zonificación de Manejo del Proyecto línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando**



ZonificacionManejo.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## 9 EVALUACIÓN AMBIENTAL

La evaluación de impacto ambiental incorpora los atributos cualitativos y escalas de calificación ordinal, basados en la metodología adaptada por Vicente CONESA FERNÁNDEZ entre los años 1993 y 1996, con las nuevas actualizaciones realizadas por el autor en su última versión del año 2010<sup>3</sup>; esta metodología se emplea con el fin, de determinar la importancia de las intervenciones sobre los factores ambientales en el área de influencia y la potencial alteración que podrían sufrir debido a las actividades de las etapas i.) Preconstructiva, ii) Constructiva, iii) Operativa y de Mantenimiento del proyecto y iv) Desmantelamiento.

Metodológicamente se plantearon los siguientes pasos para la evaluación de impacto ambiental:

- Identificación de sistemas, subsistemas, componentes e impactos ambientales susceptibles de experimentar cambios en el área de estudio.
- Identificación de los escenarios, (sin y con proyecto), así como las actividades impactantes en el área de influencia del Proyecto “Sin Proyecto”.
- Identificación de las actividades del proyecto potencialmente impactantes en el escenario “Con Proyecto”.
- A partir de la identificación de los impactos y de las actividades del proyecto se realiza un análisis de correlación con el fin de establecer las acciones que pueden generar un cambio potencial en cada uno de los componentes.
- Selección de criterios de evaluación y valoración de los atributos ambientales.
- Presentación de resultados y discusión de los mismos.
- Identificación y análisis de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales asociados a las actividades del Proyecto.

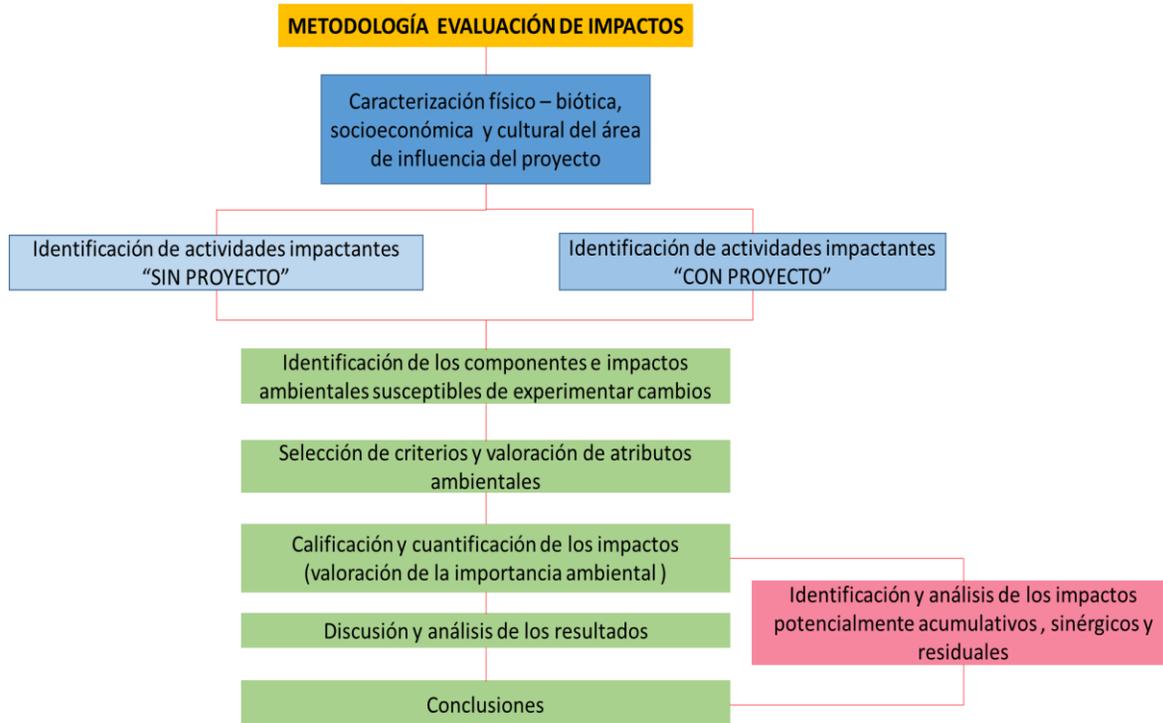
En la **Imagen 13**, se muestra el marco metodológico desarrollado para la evaluación ambiental Sin y Con Proyecto.

El resultado final de la evaluación de cada impacto corresponde a la clasificación de los impactos con base en los valores de importancia establecidos en las siguientes categorías: irrelevante o compatible, moderado, severo y crítico (**Tabla 25**).

---

<sup>3</sup> CONESA FERNÁNDEZ-VITORA, Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4ª ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2010. 864 p

**Imagen 13 Procedimiento de evaluación de impactos**



Fuente: Antea Group, 2017

**Tabla 25 Importancia de los impactos**

CARÁCTER	RANGO	CATEGORÍA DE IMPORTANCIA	MATIZ
* Negativo (-)	Superiores a -25	Irrelevante o Compatibles	Verde claro
	Entre -25 y -50	Moderado	Amarillo claro
	Entre -51 y -75	Severo	Anaranjado
	Inferiores a -75	Crítico	Púrpura
** Positivo (+)	Entre +11 y +30	Reducido	Azul claro
	Entre +31 y +55	Importante	Azul suave
	Mayor a +55	Muy importante	Azul fuerte

(\*): Cuando la acción causante del efecto tenga el atributo de beneficiosa (positiva), caso de las medidas correctoras, la intensidad se referirá al Grado de Construcción, regeneración o recuperación del medio afectado.

(\*\*): Aunque en la metodología de CONESA, solo se expresa el valor que toman los impactos positivos hasta un valor de importancia de +25, los cuales se denominan como Reducidos, para valores superiores se ha adoptado la denominación de importante y muy importante, para resaltar el efecto beneficioso de algunos impactos del Proyecto sobre los componentes ambientales.

Fuente: CONESA, V. (2010), adaptado por Antea Group 2017.

De acuerdo con los rangos determinados por la metodología empleada se reconoce que los impactos severos y críticos requieren de estrategias de manejo especializadas en el área concreta donde se presentan, mientras que los impactos irrelevantes y moderados exigirán la formulación y aplicación de medidas de manejo ambiental dirigidas a la prevención, corrección, mitigación o compensación de los impactos.

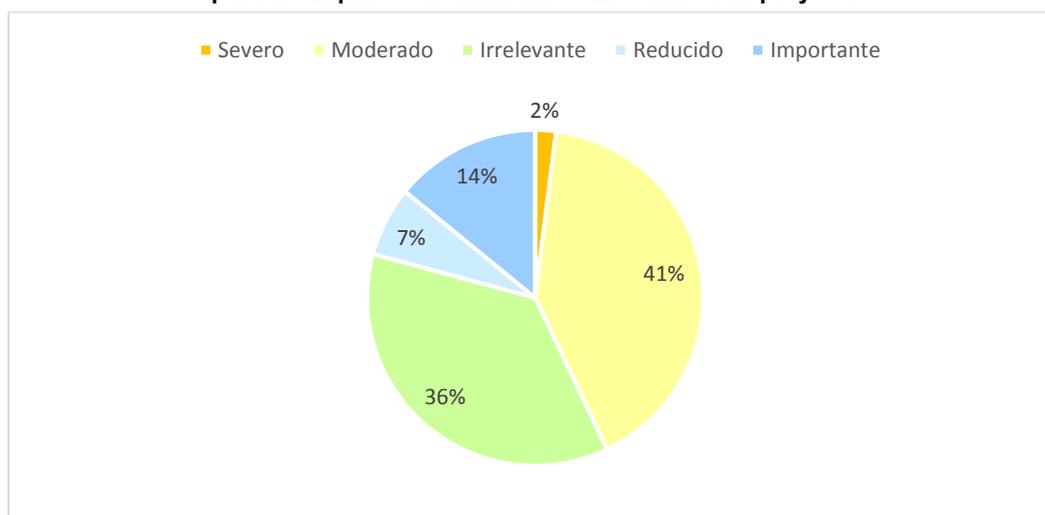
De las 149 interacciones identificadas en el escenario con proyecto (actividades-impactos), el 79,2 % corresponden a impactos de carácter negativo, mientras que el 20,8% restante fueron impactos de carácter positivo, distribuyéndose como se observa en la **Tabla 26** y la **Imagen 14**.

**Tabla 26** Tipo de importancia (carácter positivo y negativo) determinada para los impactos en el escenario con proyecto.

Impactos	Impactos de carácter negativo				Impactos de carácter positivo		
	Crítico	Severo	Moderado	Irrelevante	Reducido	Importante	Muy Importante
N° de impactos	0	3	61	54	10	21	0
	118				31		
	149						
Porcentaje importancia	0 %	2 %	41 %	36 %	7 %	14 %	0 %
	79,2 %				20,8 %		

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Imagen 14** Representatividad del tipo Importancia de carácter positivo y/o negativo determinada para los impactos identificados - Escenario con proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Como se observa en la figura anterior, los impactos de carácter negativo más representativos son los moderados (41%) y los irrelevantes (36%), seguido de los impactos severos (2%), mientras que los impactos críticos (0%) no se presentan para el proyecto.

Los impactos de carácter positivo más representativos son los importantes (14%) y los reducidos (7%), mientras que los muy importantes (0%) no se presentan para el proyecto.

Una vez desarrollada la evaluación de impactos del escenario sin proyecto y la del escenario con proyecto, se realizó el análisis global de la evaluación ambiental, comparando los resultados encontrados en los dos escenarios para los diferentes componentes/dimensiones que se consideran en los medios Físico, biótico y socioeconómico.

El componente paisaje será el que resulta más afectado negativamente con las actividades que se desarrollarán en el escenario con proyecto, en comparación a las alteraciones que se presentan en la actualidad. El suelo se ve afectado principalmente por las actividades gestión inmobiliaria y adquisición de servidumbre, adecuación de zonas de uso temporal, la remoción de cobertura vegetal, Cimentación, relleno y compactación de materiales, montaje y vestida de estructuras, montaje y vestida de estructuras, ya que deterioran las características físicas y químicas del recurso suelo, y con ello se modifica directamente el uso que actualmente se le da en el área de estudio.

Los componentes recurso hídrico superficial, atmósfera, ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos, presentan mayor importancia de carácter negativo en el escenario sin proyecto. El recurso hídrico superficial y los ecosistemas acuáticos son deteriorados por actividades como la disposición de aguas residuales domésticas, el tratamiento de aguas residuales domésticas, la ganadería y la agricultura, por aporte de vertimientos con altos contenidos de materia orgánica, microorganismos patógenos y algunos compuestos inorgánicos. En cuanto a los ecosistemas terrestres, se han visto afectados debido a la eliminación de las coberturas vegetales originales, para la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, ocasionando deterioro de hábitats y disminución en la belleza paisajística. Por otro lado, el escenario con proyecto registra mayor importancia de carácter positivo sobre los diferentes componentes en comparación con en el escenario sin proyecto. Es así como la geología, la geomorfología y el paisaje, en el escenario sin proyecto no presentan ninguna afectación positiva, la cual es evidente en el escenario con proyecto. Lo anterior, se debe principalmente a que la etapa de desmantelamiento, restauración y abandono, presenta actividades tales como la recuperación de áreas intervenidas que permiten iniciar el proceso de recuperación de los medios biótico y Físico que caracterizan el área de influencia, sin desconocer la influencia positiva de las actividades de revegetalización y construcción de obras geotécnicas y ambientales en las diferentes etapas del proyecto.

## **10 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES**

Para la evaluación de los recursos naturales a aprovechar se tiene para el proyecto un área con servidumbre de ancho de 30 metros a lo largo de la línea, de acuerdo con lo establecido por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), para una línea eléctrica de 230 kV. La determinación de la franja de seguridad se hace sobre la base del voltaje de la línea, la oscilación de los cables en el centro del vano, de los niveles de campos eléctricos y magnéticos definidos por las respectivas normas, así como los niveles de ruido exigible.

La franja de seguridad o servidumbre de la línea tiene por objeto cumplir dentro de su ámbito las distancias eléctricas y otros aspectos de seguridad exigidos, para evitar riesgos sobre las personas, animales, vehículos, edificaciones y propiedades. Dentro de esta franja no se pueden instalar construcciones de ningún tipo, sin embargo, la franja de seguridad o servidumbre es compatible con los usos agrícolas y ganaderos.

Para la ejecución del proyecto se plantea la instalación de 80 torres de energía en una longitud de 35,0 kilómetros, y la adecuación de algunos accesos. Para las anteriores actividades se prevé la utilización de los siguientes recursos naturales:

## 10.1 Aguas superficiales

Para la etapa constructiva de la línea eléctrica se requerirá del aprovechamiento del recurso hídrico para uso industrial, que será tomado de corrientes superficiales en el área y que cuentan con el caudal, accesibilidad y la no generación de conflictos por el uso del recurso con la comunidad. Se considera que se requerirá captación de agua de las fuentes hídricas para las siguientes actividades:

- Captación de agua para uso industrial en la preparación de mezclas necesarias en las actividades de cimentación de las torres (compactación de materiales de mejoramiento, estabilización, concretos y refuerzo, limpieza de áreas circundantes a las torres).
- Captación de agua para uso industrial en la compactación de materiales pétreos empleados durante la adecuación o mantenimiento de accesos viales a utilizar durante la fase de construcción de las torres y tendido de la línea eléctrica.
- Captación de agua para uso industrial en la fase de construcción y operación durante el riego de zonas verdes o áreas reforestadas como parte del mantenimiento periódico que se realiza a las áreas recuperadas, empradizadas o reforestadas.
- Será necesario el uso del recurso hídrico para actividades de riego en vías destapadas durante las fases de movilización de maquinaria y equipos, en sectores donde se encuentren centros poblados, escuelas, construcciones comunales y viviendas. Estas actividades se realizarán especialmente durante la época de estiaje, para evitar el aumento de material particulado.

Los sitios propuestos para la captación de agua, se presentan en la **Tabla 27**.

**Tabla 27 Sitios y franjas propuestas para la captación de aguas superficiales**

Captación	Corriente	Cuenca	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá		Dimensiones del rango de movilidad solicitada			Periodo de captación	Municipio	Vereda	Margen de captación
			Este	Norte	Aguas arriba (m)	Aguas abajo (m)	Franja (m)				
CAP-1	Caño Pescado	Río Guayuriba	1.040.566	951.084	100	100	200	Todo el año	Villavicencio	Samaria	Margen derecha
CAP-2 – Izq.	Río Guayuriba	Río Guayuriba	1.039.374	937.547	100	1000	1000	Todo el año	Villavicencio	La Concepción	Margen Izquierda
CAP-2 – Der.	Río Guayuriba	Río Guayuriba	1.038.125	938.015	1000	100	1000	Todo el año	Acacias	El Rosario	Margen derecha
CAP-3	Río Acacias	Río Acacias	1.040.019	931.408	100	100	500	Todo el año	Acacias	Santa Teresita	Ambas Márgenes

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

El volumen de agua industrial que se requiere durante la fase constructiva del proyecto se detalla en la **Tabla 28**.

**Tabla 28 Volumen de agua para uso industrial**

Consumo Estimado por torre (m <sup>3</sup> )	Longitud (Km)	Número de torres	Volumen de agua para la actividad	Tiempo de fase de construcción (días)	Caudal Requerido (l/s)	Factor de Seguridad (%)	Caudal Requerido (incluyendo factor de seguridad) (l/s)
13 m <sup>3</sup>	35,00	80	1.092 m <sup>3</sup> 1.092.000 litros	210	1,8	30	2,34

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 10.2 Aguas subterráneas

Para la construcción y operación de la línea de transmisión de energía eléctrica a 230 kV entre la subestación "La Reforma" y la subestación "San Fernando" no se prevé la necesidad de captar agua subterránea, por tal razón no se tendrá ninguna demanda de este recurso.

## 10.3 Vertimientos

No se realizará vertimiento por cuanto no se implementarán campamentos temporales para la construcción de la línea eléctrica, debido a que esta se encuentra cerca a los centros poblados de Villavicencio y Acacias, por tal motivo, se plantea que los trabajadores pernocten en estos centros poblados y el desplazamiento a las zonas de construcción de las líneas se haga diariamente.

Las aguas residuales domésticas se producirán como consecuencia de la operación de baños portátiles y serán recolectadas, transportadas y tratadas por empresas autorizadas por la autoridad ambiental para tal fin en la zona y contarán con los permisos ambientales para verter las aguas provenientes de los baños.

#### 10.4 Ocupación de cauces

Se estima que únicamente se realizará ocupación de cauce para las actividades de cimentación de torres y tendido de cables, que se requieren para los cuerpos de agua principales cuyo ancho supera la capacidad de realizar el cruce aéreo. En la **Tabla 29** se relacionan los puntos de ocupación de cauce asociados a la cimentación de las torres de energía.

**Tabla 29 Cruces de corrientes principales para la línea eléctrica**

Ocupación de cauce	Corriente	Coordenadas Magna Sirgas origen Bogotá		N° torre de energía
		Este	Norte	
OC-01	Río Guayuriba	1.039.068	938.016	41
OC-02	Río Guayuriba	1.039.129	937.367	42
OC-03	Río Guayuriba	1.039.170	936.937	43
OC-04	Río Acacias	1.040.992	930.897	61

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

#### 10.5 Aprovechamiento forestal

Para el desarrollo de las etapas de construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando, se solicita permiso de aprovechamiento forestal único en terrenos de dominio privado con un volumen total de aprovechamiento de **4.659,70 m<sup>3</sup>**. Los volúmenes totales de aprovechamiento forestal estimados para cada ecosistema, resultado del cruce del volumen por hectárea con el área estimada a intervenir se presentan en la **Tabla 30**.

**Tabla 30 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado**

Actividad	Bosque Abierto Alto de Tierra Firme del Orobioma bajo de los Andes	Bosque de galería y/o ripario del Peinobioma de la Amazonia y Orinoquia	Bosque de galería y/o ripario en Hellobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Vegetación Secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	Vegetación Secundaria alta del Peinobioma de la Amazonia y Orinoquia	Vegetación Secundaria alta Hellobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Pastos arbolados	Total
Área de intervención para	0,82	0,13	-	0,17	-	-	1,92	<b>3,04</b>

Actividad	Bosque Abierto Alto de Tierra Firme del Orobioma bajo de los Andes	Bosque de galería y/o ripario del Peinobioma de la Amazonia y Orinoquia	Bosque de galería y/o ripario en Helobionomas de la Amazonia y Orinoquia	Vegetación Secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	Vegetación Secundaria alta del Peinobioma de la Amazonia y Orinoquia	Vegetación Secundaria alta Helobionomas de la Amazonia y Orinoquia	Pastos arbolados	Total
<b>Construcción Torres</b>								
<b>Áreas de Intervención corredor línea de transmisión 30 m</b>	6,23	4,15	0,66	1,72	0,72	0,81	8,99	<b>23,28</b>
<b>Áreas de Intervención corredor línea de transmisión 5 m</b>	1,89	-	-	0,44	-	0,03	-	<b>2,36</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>8,94</b>	<b>4,28</b>	<b>0,66</b>	<b>2,33</b>	<b>0,72</b>	<b>0,84</b>	<b>10,91</b>	<b>28,68</b>
<b>Volumen Promedio (m<sup>3</sup>/ha)</b>	253,14	290,20	164,9	119,8	93,50	53,20	60,0	-
<b>Volumen de aprovechamiento para la construcción de torres (m<sup>3</sup>)</b>	207,57	37,73	0,00	20,37	0,00	0,00	115,20	<b>380,87</b>
<b>Volumen de aprovechamiento para las Áreas de intervención en corredor línea de transmisión (30m) (m<sup>3</sup>)</b>	1.577,06	1.204,33	108,83	206,06	67,32	43,09	539,40	<b>3.746,09</b>
<b>Volumen de aprovechamiento para las Áreas de intervención en corredor línea de transmisión (5m) (m<sup>3</sup>)</b>	478,43	0,00		52,71		1,60		<b>532,74</b>
<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.263,07</b>	<b>1.242,06</b>	<b>108,83</b>	<b>279,13</b>	<b>67,32</b>	<b>44,69</b>	<b>654,60</b>	<b>4.659,70</b>

Nota: Árboles aislados en Cultivos, pastos y otros ecosistemas antrópicos sólo contemplarán las medidas de manejo aprobadas por la licencia ambiental y tendrán un volumen máximo de aprovechamiento de 20 m<sup>3</sup>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 11 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental atiende en su estructura y contenido a los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia del MAVDT para la realización de Estudio de Impacto Ambiental para Proyectos de Tendidos 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, consignados en los Términos de Referencia LITER-1-01.

El Plan de Manejo Ambiental está compuesto por 3 programas, distribuidos por componentes del entorno, Físico, biótico y socioeconómico. De acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia se debe plantear un proyecto de compensación asociado al recurso hídrico, el cual no fue incluido en el presente Plan de Manejo Ambiental, debido a que, en el Plan de inversión, se incluyen las medidas concernientes a la inversión del 1% por aprovechamiento de aguas superficiales (**Tabla 31**).

**Tabla 31 Actividades en las que se implementarán los programas de manejo ambiental**

MEDIO	PROGRAMA	FICHA	PRE - CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	DESMANTELAMIENTO
FÍSICO	PMAF - 1 – PROGRAMA PARA EL MEDIO FÍSICO	PMAF 1.1 Señalización				
		PMAF 1.2 Manejo y conservación de la estabilidad geotécnica				
		PMAF 1.3 Manejo del cruce de cuerpos de agua principales (rio Guayuriba – rio Acacias)				
		PMAF 1.4 Manejo de Adecuación de accesos				
		PMAF 1.5 Manejo y disposición de material sobrante de excavación				
		PMAF 1.6 Manejo paisajístico				
		PMAF 1.7 Manejo de materiales de construcción				
		PMAF 1.8 Manejo de la captación de agua				
		PMAF 1.9 Manejo de emisión de material particulado gases y ruido				
		PMAF 1.10 Manejo de riesgo eléctrico y electromagnético				
		PMAF 1.11 Manejo de residuos sólidos				
		PMAF 1.12 Manejo de residuos líquidos				
		PMAF 1.13 Manejo de zonas de uso temporal				
		PMAF-1.14 Manejo de manantiales				
BIÓTICO	PMAB - 1 - PROGRAMA PARA EL MEDIO BIÓTICO	PMAB 1.1 Manejo silvicultural en sitios de intervención				
		PMAB 1.2 Prevención de colisión de avifauna contra los conductores y cables de guarda de las líneas de transmisión				
		PMAB 1.3 - Manejo de fauna				
		PMAB-1.4 - Manejo de aprovechamiento forestal				
		PMAB 1.5. Manejo de especies endémicas y amenazadas de flora				
		PMAB- 1.6 - Manejo de la compensación por pérdida de biodiversidad				
SOCIOECONÓMICO	PMAS - 1 - PROGRAMA PARA EL MEDIO SOCIOECONÓMICO	PMAS 1.1 Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto				
		PMAS. 1.2 información y participación comunitaria				
		PMAS 1.3 Capacitación y educación a la comunidad aledaña al proyecto				
		PMAS 1.4 Compensación socioeconómica				
		PMAS 1.5 Negociación y pagos de servidumbre				
		PMAS 1.6 Arqueología preventiva				

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 12 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Las medidas de seguimiento y monitoreo a implementar estarán dirigidas a las acciones planteadas a realizar para el medio Físico por las actividades de adecuación de accesos, construcción de torres y tendido de cables. Para el medio biótico, por las actividades de manejo de la flora, fauna silvestre y los recursos hidrobiológicos. En la **Tabla 32** se relacionan las actividades en las cuales se va a realizar la implementación de los programas de seguimiento y monitoreo ambiental.

**Tabla 32 Cronograma para la implementación del programa de seguimiento**

MEDIO	SEGUIMIENTO	FICHA	PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	
FÍSICO	PSMF - 1 – PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MEDIO FÍSICO	PMSF – 1.1 Monitoreo y Seguimiento de Señalización				
		PMSF – 1.2 Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica				
		PMSF-1.3 Monitoreo y Seguimiento del cruce de los ríos principales y secundarios				
		PMAF – 1.4 Monitoreo y Seguimiento de adecuación de accesos				
		PMSF 1.5 Monitoreo y Seguimiento de materiales de construcción				
		PMSF - 1.6 Monitoreo y Seguimiento paisajístico				
		PMAF - 1.7 Monitoreo y Seguimiento de zonas de uso temporal				
FÍSICO	PSMF - 1 – PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MEDIO FÍSICO	PMSF – 1.8 Monitoreo y Seguimiento de la captación				
		PMSF – 1.9 Seguimiento y monitoreo de emisión de material particulado gases y ruido				
		PMSF -1.10 Manejo del riesgo eléctrico y electromagnético				
		PMSF – 1.11 Manejo de residuos sólidos				
		PMSF – 1.12 Manejo de residuos líquidos				
BIOTICO	PSMF - 1 – PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MEDIO BIOTICO	PMAF – 1.13 Manejo manantiales				
		PMSB – 1.1 Seguimiento y monitoreo manejo silvicultural en sitios de intervención - aprovechamiento forestal.				
		PMSB – 1.2 Seguimiento y monitoreo al manejo de especies endémicas y amenaza de flora				
		PMSB – 1.3 Manejo de fauna				
SOCIOECONÓMICO	PSMS- 1 MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARA LA EDUCACIÓN PREVENTIVA PARA EL PERSONAL VINCULADO AL PROYECTO	PMSB – 1.3 Monitoreo y seguimiento a la compensación				
		PSMS 1.1 Educación preventiva para el personal vinculado al proyecto				
		PSMS- 2 MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL DE PARTICIPACIÓN COMUNITARIA	PSMS 2.1 Participación comunitaria			
		PSMS- 3 MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARA EL APOYO A LA CAPACIDAD DE GESTIÓN INSTITUCIONAL Y COMUNITARIA	PSMS 3.1 Apoyo a la capacidad de gestión institucional y comunitaria			
		PSMS- 4 MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIERTIZACIÓN A LA COMUNIDAD ALEDAÑA AL PROYECTO	PSMS 4.1 capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto			
		PSMS- 5 MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL DE NEGOCIACIÓN DE SERVIDUMBRE	PSMS 5.1 negociación de servidumbre			
	PSMS- 6 MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL PROGRAMA DE ARQUEOLOGÍA PREVENTIVA	PSMS 6.1 arqueología preventiva				

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.



## 14 COSTOS

En la **Tabla 34** se presentan los costos aproximados para la construcción de la línea de transmisión eléctrica a 230 kV La Reforma – San Fernando.

**Tabla 34 Presupuesto general**

Descripción		\$COP	\$USD
1	Adquisición de terrenos e inmuebles	N/A	
2	Obras civiles	5.268.586.380	
3	Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles		1.611.062
4	Constitución de servidumbres	5.697.546.369	
<b>Totales parciales</b>		10.966.132.749	3.104.242.593
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 14.070.375.342</b>	

Fuente: EMPRESA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE BOGOTÁ., 2017.