

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) LÍNEA DE TRANSMISIÓN 230 KV.
TESALIA – ALFÉREZ Y SUS MÓDULOS DE CONEXIÓN ASOCIADOS, OBRAS QUE
HACEN PARTE DE LA CONVOCATORIA UPME 05 DE 2009**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
2.1 ANTECEDENTES GENERALES	1
2.1.1 Identificación del Proyecto	1
2.1.2 Objetivo del Proyecto	1
2.1.3 Justificación del Proyecto	1
2.1.4 Localización Geográfica	2
2.1.5 Características Generales del Proyecto	4
2.1.6 Etapas del Proyecto	4
2.1.7 Cronograma de ejecución	5
2.1.8 Monto Estimado de la Inversión	7
2.1.9 Estructura Organizacional de la EEB	7
2.2 COMPONENTES DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN	9
2.2.1 Resumen de la Obras	9
2.2.2 Obras Principales	9
2.2.2.1 Estructuras de apoyo	10
2.2.2.2 Fundaciones	20
2.2.2.3 Cables conductores	20
2.2.2.4 Cables de guarda	21
2.2.2.5 Cadenas de aisladores	21
2.2.2.6 Puesta a tierra de las estructuras	22
2.2.2.7 Señalización	22
2.2.3 Obras Complementarias – Vías de acceso	23
2.2.3.1 Acceso 01. Vía Cruce – Tesalia	25
2.2.3.2 Acceso 02. Vía Tesalia – Iquira	25
2.2.3.3 Acceso 03. Vía Iquira – Teruel	26
2.2.3.4 Acceso 04. Vía Teruel – Palermo	27
2.2.3.5 Acceso 05. Vía Palermo – Santa María	28
2.2.3.6 Acceso 06. Vía Santa María – Planadas	28
2.2.3.7 Acceso 07. Vía Planadas – Rioblanco	29
2.2.3.8 Acceso 08. Vía Pradera – Potrerito – Bolo Azul	30
2.2.3.9 Acceso 09. Vía Florida – Candelaria	31
2.2.3.10 Acceso 10. Vía Candelaria – Puerto Tejada	31
2.2.3.11 Acceso 11. Vía Cali – Puerto Tejada	32
2.2.3.12 Acceso 12. Vía sector subestación Alférez	33
2.2.4 Trazado y Características Geométricas de la línea	34
2.2.4.1 Descripción de vértices	34
2.2.4.2 Estudio de Suelos – Selección de Fundaciones	84
2.2.4.3 Sistema de Protección y Control	100
2.2.5 Instalaciones Temporales	101
2.2.5.1 Campamentos	103

2.2.5.2	Plazas de tendido	111
2.2.5.3	Helipuertos	131
2.2.5.4	Bodegas y Patios de Acopio	142
2.2.6	Infraestructura existente	146
2.2.6.1	Áreas intervenidas por otros proyectos licenciados/ en ejecución/ cierre	146
2.2.6.2	Descripción de obras en zonas urbanas	147
2.3	ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA ETAPA DE PRE-CONSTRUCCIÓN	148
2.3.1	Selección de Ruta	148
2.3.2	Trazado, plantillado y replanteo	148
2.3.3	Compra de Bienes y Contratación de Servicios	149
2.3.4	Adquisición de Servidumbres	149
2.4	ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	149
2.4.1	Organización y Planificación	149
2.4.2	Demanda de Bienes y Servicios - Contratación de Mano de Obra Temporal	149
2.4.3	Transporte de Personal	150
2.4.4	Adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales	151
2.4.5	Replanteo de construcción	151
2.4.6	Obtención de Materiales de Construcción	151
2.4.7	Preparación y Despeje de las Zonas de Emplazamiento	151
2.4.7.1	Habilitación de sitios de estructuras	151
2.4.7.2	Adecuación de accesos para mulas, vehículos, helicópteros y/o teleféricos	152
2.4.8	Fundaciones de las Estructuras	153
2.4.8.1	Excavaciones, concretos y rellenos	153
2.4.8.2	Disposición de material sobrante de las excavaciones	154
2.4.8.3	Obtención de materiales de construcción	154
2.4.9	Sistema de Puesta a Tierra de las Estructuras	154
2.4.10	Transporte y Montaje de Estructuras	155
2.4.11	Despeje de la Franja de Servidumbre	155
2.4.12	Instalación de Conductores y Cables de Guarda	157
2.4.13	Montaje de Señales de Identificación y Protección	157
2.4.14	Desmontaje y Limpieza de las Instalaciones Temporales	158
2.4.15	Pruebas y Puesta en Servicio	159
2.5	ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA ETAPA DE OPERACIÓN	159
2.5.1	Transporte de Energía	159
2.5.2	Mantenimiento Electromecánico	160
2.5.3	Control de Estabilidad de Sitios de Torre	160
2.5.4	Mantenimiento de Zona de Servidumbre	160
2.5.5	Reparaciones de Emergencia	160
2.6	ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA ETAPA DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	161
2.7	Infraestructura y Servicios Interceptados	161
2.8	Asentamientos Humanos e Infraestructuras Sociales, Culturales y Económicas a intervenir	162
2.9	Requerimiento de uso y aprovechamiento de recursos naturales	164
2.10	Maquinaria y Equipo a Utilizar	181

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) LÍNEA DE TRANSMISIÓN 230 KV.
TESALIA – ALFÉREZ Y SUS MÓDULOS DE CONEXIÓN ASOCIADOS, OBRAS QUE
HACEN PARTE DE LA CONVOCATORIA UPME 05 DE 2009**

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Características técnicas principales del proyecto	4
Tabla 2 Costo del proyecto	7
Tabla 3 Tipo de estructuras a emplear en el Proyecto	11
Tabla 4 Estructuras requeridas en la Línea Tesalia – Alférez 230 kV	13
Tabla 5 Parámetros del conductor de fase.....	21
Tabla 6 Parámetros para los cables de guarda.....	21
Tabla 7 Selección del tipo de cimentación	86
Tabla 8 Tipos de cimentación	88
Tabla 9 Resumen del tipo de cimentación recomendado solo en los sitios explorados..	100
Tabla 10 Localización de instalaciones temporales	102
Tabla 11 Ubicación campamentos.....	107
Tabla 12 Características generales de los distintos tipos de plazas de tendido	113
Tabla 13 Ubicación plazas de tendido	115
Tabla 14 Consideraciones para los tipos de helipuertos en el Proyecto.....	134
Tabla 15 Ubicación Helipuertos / heliacopios.....	136
Tabla 16 Bodegas y Patios de Acopio	144
Tabla 17 Pozos operados por HOCOL en Tesalia Huila	147
Tabla 18 Requerimientos de personal para la construcción de las líneas	150
Tabla 19 Asentamientos poblacionales.....	163
Tabla 20 Áreas y volúmenes a intervenir	165
Tabla 21 Volúmenes de materiales pétreos requeridos en las líneas asociadas.....	167
Tabla 22 Volúmenes de agua y materiales pétreos requeridos en las líneas asociadas	167
Tabla 23 Inventario de las fuentes de agua interceptados por LT Tesalia – Alférez.....	169

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) LÍNEA DE TRANSMISIÓN 230 KV.
TESALIA – ALFÉREZ Y SUS MÓDULOS DE CONEXIÓN ASOCIADOS, OBRAS QUE
HACEN PARTE DE LA CONVOCATORIA UPME 05 DE 2009**

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Localización político administrativa y geográfica del área del Proyecto.....	3
Figura 2 Cronograma detallado para las líneas de transmisión eléctrica.....	6
Figura 3 Estructura Organizacional de la EEB	7
Figura 4 Esquema general de la disposición de los componentes de las líneas de transmisión	10
Figura 5 Silueta general estructura circuito doble a 230 kV	12
Figura 6 Esquema típico de cadenas de aisladores.....	22
Figura 7 Vías de acceso al Proyecto.....	24
Figura 8 Áreas típicas para campamentos mayores	105
Figura 9 Indicaciones para la instalación de la letra H en el centro de FATO.....	135
Figura 10 Detalles de la localización de la bodega y/o patio de acopio BP16 ubicada en dirección del sitio de torre T127	145
Figura 11 Ancho de la franja de servidumbre.....	156

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

2.1.1 Identificación del Proyecto

En concordancia con lo establecido en el Capítulo 2 de los Términos de Referencia LI-TER-1-01 (Tendido de las Líneas de Transmisión del Sistema Nacional de Interconexión Eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (Subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores A 220 kV) emitidos por la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se desarrolla en esta sección la descripción de las principales características técnicas del Proyecto, el cual contempla la construcción de la línea de transmisión Tesalia - Alférez 230 kV y sus módulos de conexión asociados, obras que hacen parte de la convocatoria UPME 05 - 2009.

Este proyecto comprende la ejecución de todas las actividades involucradas en el diseño, adquisición de suministros, construcción, montaje, operación y mantenimiento de la infraestructura necesaria para permitir evacuar la energía que se generará en la futura Hidroeléctrica El Quimbo, la cual se encuentra en la actualidad en proceso de construcción, e incorporarla al Sistema de Transmisión Nacional para atender las necesidades detectadas en el Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2009 - 2023, para lo cual se contempla la siguiente infraestructura de transmisión:

2.1.2 Objetivo del Proyecto

El objeto del Proyecto es el diseño, adquisición de los suministros, construcción, operación y mantenimiento de las obras que hacen parte de la Convocatoria UPME 05 de 2009; objeto que contempla las siguientes actividades específicas:

Construcción de un doble circuito 230 kV con una longitud aproximada de 200 km, desde la subestación Tesalia 230 kV localizada en el departamento del Huila y que está en proceso de construcción, hasta la subestación existente Alférez 230 kV localizada al sur de la ciudad de Santiago de Cali en el departamento del Valle del Cauca.

2.1.3 Justificación del Proyecto

El sector eléctrico colombiano propició un importante cambio en la actividad de generación, en donde se dio el proceso de consolidación a la expansión futura del sistema a través de la aplicación del cargo por confiabilidad, con el cual se garantiza parte de la atención de la demanda de energía del país en el corto, mediano y largo plazo.

En lo que ha Colombia se refiere, el cambio ha implicado en repensar y mejorar aspectos del planeamiento y operación así como dar un mayor impulso al desarrollo del mercado,

propiciar cambios en los mecanismos regulatorios e incorporar en su desarrollo, aspectos financieros.

Si bien el país con la entrada en vigencia de la ley 143 de 1994 impulsó gran cantidad de proyectos hasta finales de los noventa, la recesión económica producida en dichos años, entre otras, condujo a un estancamiento para el desarrollo e instalación de nuevos proyectos de gran capacidad. Indudablemente, la recuperación del crecimiento económico del país presentado a mediados de ésta década, así como la apertura e integraciones energéticas, han conllevado a que el sistema demande mayor cantidad de energía eléctrica y por ende éste se vea en la necesidad de incorporar capacidad adicional a la actualmente disponible.

El objetivo del Plan de Expansión de Referencia Generación – Trasmisión 2009 – 2023, es determinar las necesidades de la red del Sistema de Trasmisión Nacional – STN, y orientar la expansión en el corto, mediano y largo plazo. Se identifican necesidades por voltaje, transformación, transporte y evacuación de energía. De estas necesidades identificadas, se establece como alternativa las obras que hacen parte de la Convocatoria UPME 05 de 2009, que se describen a continuación.

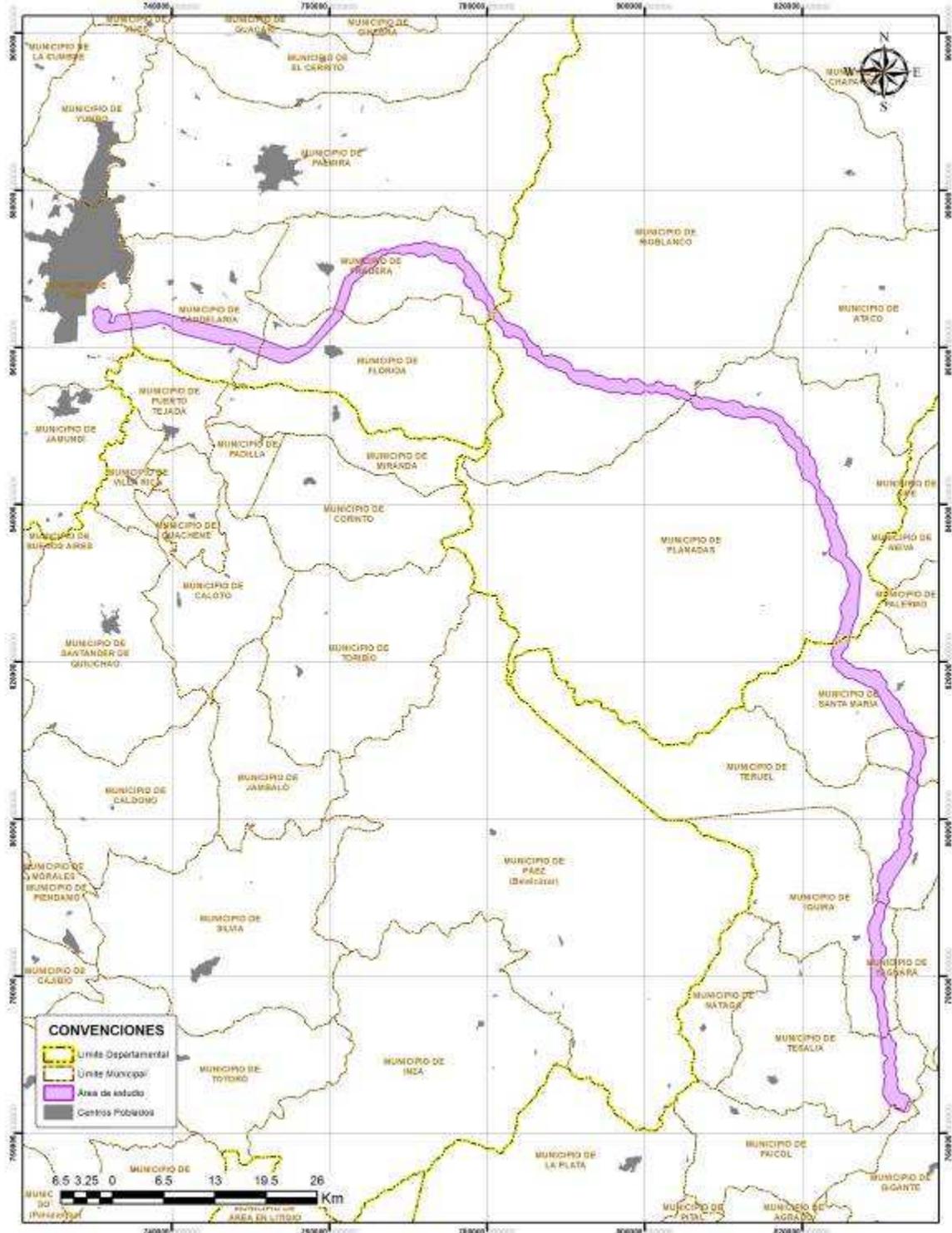
Las líneas de transmisión de 230 kV que hacen parte del objeto de este proyecto de interconexión eléctrica están programadas dentro de la expansión del sistema de transmisión nacional, para reforzar el servicio de energía eléctrica al sur-occidente del país. Con este proyecto se aumentará la capacidad de transporte de energía y la confiabilidad del sistema eléctrico de los departamentos de Huila, Putumayo, Cauca y Valle del Cauca.

2.1.4 Localización Geográfica

El Proyecto denominado “Línea de transmisión Tesalia - Alférez 230 kV y sus módulos de conexión asociados, obras que hacen parte de la convocatoria UPME 05 – 2009”, se localiza en el sur-occidente de Colombia, en los departamentos de Huila, Tolima y Valle del Cauca, en jurisdicción ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA y de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC.

La línea de transmisión Tesalia - Alférez 230 kV inicia en la subestación Tesalia, donde se ubicaran los módulos de conexión, la cual está en proceso de construcción y fue licenciada mediante Resolución 942 de 2013, localizada al Norte de la hidroeléctrica El Quimbo, continua su recorrido dentro del macizo colombiano, bordeando la cordillera central y pasando por los municipios de Tesalia, Iquira, Teruel, Palermo, Santa María, en el departamento del Huila, de Planadas y Rio Blanco en el departamento del Tolima y Pradera, Florida, Candelaria y Santiago de Cali en el departamento del Valle del Cauca (Figura 1).

Figura 1 Localización político administrativa y geográfica del área del Proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

La localización general del Proyecto y la identificación de las áreas de influencia se representa en los mapas temáticos codificados 9-EEB-TES-AMB-CONCOL-5040-1-EBB y 9-EEB-TES-AMB-CONCOL-5041-1-EEB respectivamente, los cuales se encuentran en el anexo cartográfico del estudio.

2.1.5 Características Generales del Proyecto

Las características técnicas de la línea de transmisión a 230 kV Tesalia – Alférez se describen a lo largo de este Capítulo. En la Tabla 1 se presenta un resumen de las características generales de la línea de transmisión.

Tabla 1 Características técnicas principales del proyecto

Descripción	Unidad o Identificación	Cantidad
Longitud	Km	≈ 200
Nivel de tensión	kV	230
Corriente de diseño	Amp	1040
Número de circuitos	U	2
Tipo de torres		5
Cantidad de torres	U	415
Torres por kilómetro	Torre/km	2.1
Cable conductor	ACAR 18/19-1250 kc mil	
Subconductores por fase		1
Cable de guarda	Acero 3/8" y OPGW 24 fibras	
Distancia mínima del conductor al suelo		6,8

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.1.6 Etapas del Proyecto

La construcción, montaje y operación de las líneas de transmisión eléctrica Tesalia – Alférez demanda las siguientes etapas y actividades principales:

Etapa de pre-construcción

- Selección de ruta y trazado, plantillado y replanteo.
- Estudio de suelos, medidas de resistividad etc.
- Adquisición de servidumbre.
- Determinación de sitios de uso temporal (plazas de tendido, campamentos, patios de acopio, helipuertos), con base a los sitios planteados en el PMA.

Etapa de construcción

- Organización y planificación de la fase de construcción.
- Contratación de mano de obra temporal.
- Transporte de personal.
- Instalación y habilitación de instalaciones temporales.
- Topografía.
- Preparación y despeje de las zonas de emplazamiento del proyecto.

- Adecuación de nuevos accesos.
- Despeje de la franja de servidumbre.
- Construcción de fundaciones para las estructuras.
- Montaje de estructuras.
- Instalación de cables conductores, cables de guarda y aisladores.
- Instalación de sistema de puesta a tierra.
- Montaje de señalización y protecciones.
- Pruebas y puesta en servicio.
- Desmontaje de instalaciones temporales y limpieza de los frentes de trabajo.

Etapa de operación y mantenimiento

- Transporte de energía.
- Mantenimiento electromecánico.
- Control de estabilidad de sitios de torre.
- Mantenimiento zona de servidumbre.
- Reparaciones de emergencia.

Etapa de desmantelamiento y abandono

- Desmonte del conductor.
- Desvestida y desarme de torre.
- Demolición de las fundaciones que sobrepasen el nivel del suelo.
- Clasificación, empaque y transporte del material.

2.1.7 Cronograma de ejecución

Para la construcción y puesta en operación de la línea de transmisión Tesalia – Alférez 230 kV se estima una duración de 18 meses. En la Figura 2 se presenta el cronograma detallado para la construcción.

Figura 2 Cronograma detallado para las líneas de transmisión eléctrica

FASE	ACTIVIDAD CONSTRUCCIÓN LT TESALIA - ALFÉREZ 230 Kv	DURACIÓN (meses)																
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	17
PRE- CONSTRUCTIVA	Información de inicio del actividades a las Autoridades Locales y comunidades	■																
	Contratación y capacitación al personal	■	■															
	Movilización de personal y equipos para replanteo		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Trabajos de topografía, plantillado y replanteo		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Adquisición de Servidumbres			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Levantamiento de croquis de accesos existentes y requerimientos de adecuación			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CONSTRUCCIÓN	Diseño de mezclas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Material puesto en sitio (Movilización de personal y equipos; Instalaciones provisionales, adecuación de patios e ingreso de materiales para las obras civiles)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Adecuación de accesos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Planillado de patas y marcación de excavaciones					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Cimentaciones (Descapote, excavaciones, formateado, fundaciones, rellenos, puesta a tierra)						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Montaje (Ingreso de materiales, perm eado, montaje, estructuras vestidas con aisladores y herrajes, revisión de estructuras)							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Tendido (Material puesto en sitio, despeje, riega, tendido, empalmes, regulación, amarr y Obras complementarias)								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PRUEBAS	Revisión de estructuras																	
	Recepción																	
	Pruebas (Energización inicial)																	

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá - EEB, 2014

2.1.8 Monto Estimado de la Inversión

El costo estimado para la ejecución del Proyecto se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2 Costo del proyecto

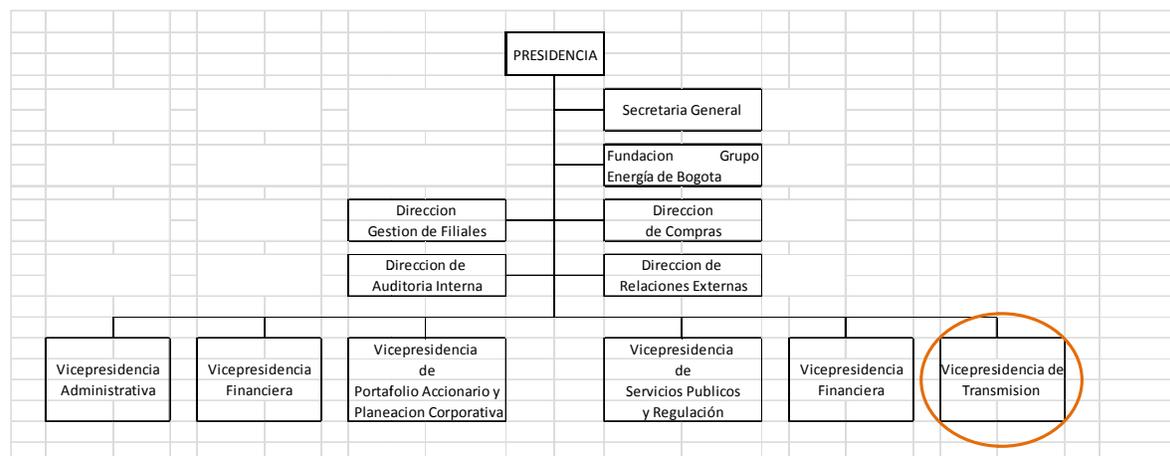
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$ USD)	Costo Total (\$ USD)
Estructura	ton	4200	1.616,0	6.787.200,00
Conductor	Km	1320	4.900,0	6.468.000,00
Guarda	Km	220	689,1	151.600,00
OPGW	Km	220	2.389,6	525.712,00
Herrajes	Global	1	440.000,0	440.000,00
Aisladores	Pieza	96000	14,0	1.344.000,00
Total suministros				15.716.512,00
Construcción y montaje				24.550.742,85
Servidumbres				8.235.960,26
Costo total				48.503.215,11
Costo total COP				COP \$ 94.227.195.993,07

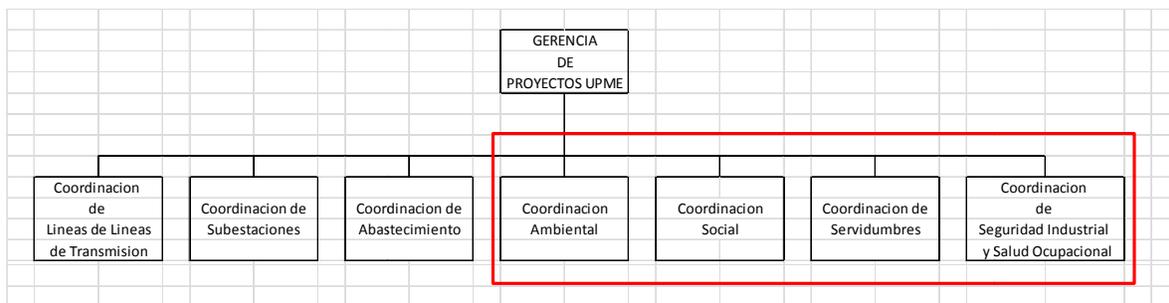
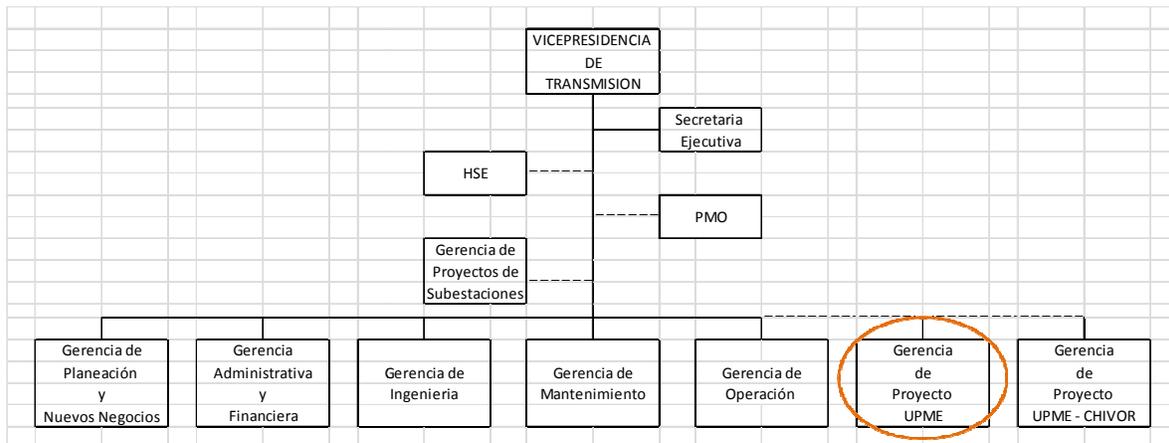
Fuente: Empresa de Energía de Bogotá - EEB, 2014

2.1.9 Estructura Organizacional de la EEB

Dentro de la estructura organizacional de la Empresa de Energía de Bogotá (Figura 3), la Vicepresidencia de Transmisión es la Unidad de Negocio encargada de la prestación del servicio de transmisión de energía eléctrica a través de la construcción, operación, mantenimiento y administración de las diferentes líneas y subestaciones de su sistema de transmisión de energía. Además presta servicios a terceros a través de un esquema organizacional diferenciado que recoge la experiencia en el campo operativo y administrativo.

Figura 3 Estructura Organizacional de la EEB





Fuente: Empresa de Energía de Bogotá - EEB, 2014

Para la ejecución de las actividades de las convocatorias UPME adjudicadas a la EEB, la Vicepresidencia de Transmisión conformó la Gerencia de los proyectos UPME, bajo cuya dirección se encuentra la coordinación y control de la totalidad de dichas actividades. Esta a su vez, recibe el apoyo técnico y administrativo de las demás áreas de la Empresa.

Dentro de la Gerencia de Proyectos UPME, la gestión ambiental es responsabilidad de la Coordinación Ambiental, y de acuerdo con la normatividad ambiental vigente aplicable, se desarrollarán las acciones necesarias para enmarcar la gestión ambiental dentro del principio de desarrollo sostenible y de conservación y preservación de los recursos naturales.

La Coordinación de Gestión Ambiental del Proyecto será responsable de toda la gestión ambiental; el proceso de licenciamiento ambiental ante la ANLA y las actividades de seguimiento durante la construcción y entre sus funciones está:

- Gestionar ante el ANLA y/o las Corporaciones Autónomas Regionales la obtención de las licencias y/o de los permisos ambientales requeridos la construcción y operación que requiera el Proyecto.
- Supervisar el cumplimiento Ambiental del Proyecto en cada una de las etapas de ejecución.
- Ejecutar la Interventoría de las obras de prevención, control, mitigación y/o compensación ambiental definidas en el Plan de Manejo Ambiental - PMA.

- Coordinar la ejecución y/o ejecutar los programas, proyectos y actividades establecidas dentro del PMA o su documento equivalente.
- Coadyuvar en el cumplimiento del Plan de Calidad del Proyecto.
- Coordinar la elaboración de los Informes de Cumplimiento Ambiental -ICA, requeridos por la ANLA y radicarlos en la ANLA, previa aprobación del Gerente del Proyecto.

2.2 COMPONENTES DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

2.2.1 Resumen de la Obras

El proyecto para su ejecución considera obras principales, obras complementarias e instalaciones temporales. Las primeras de estas son todas aquellas obras de carácter permanente, indispensables para el funcionamiento del proyecto; mientras que las otras son requeridas para funciones de mantenimiento o construcción.

Como obras principales, este sistema eléctrico de transmisión considera la construcción de una línea de transmisión de doble circuito a 230 kV para conectar las subestaciones de Tesalia, en el departamento del Huila, y Alférez, ubicada al Sur de Cali.

2.2.2 Obras Principales

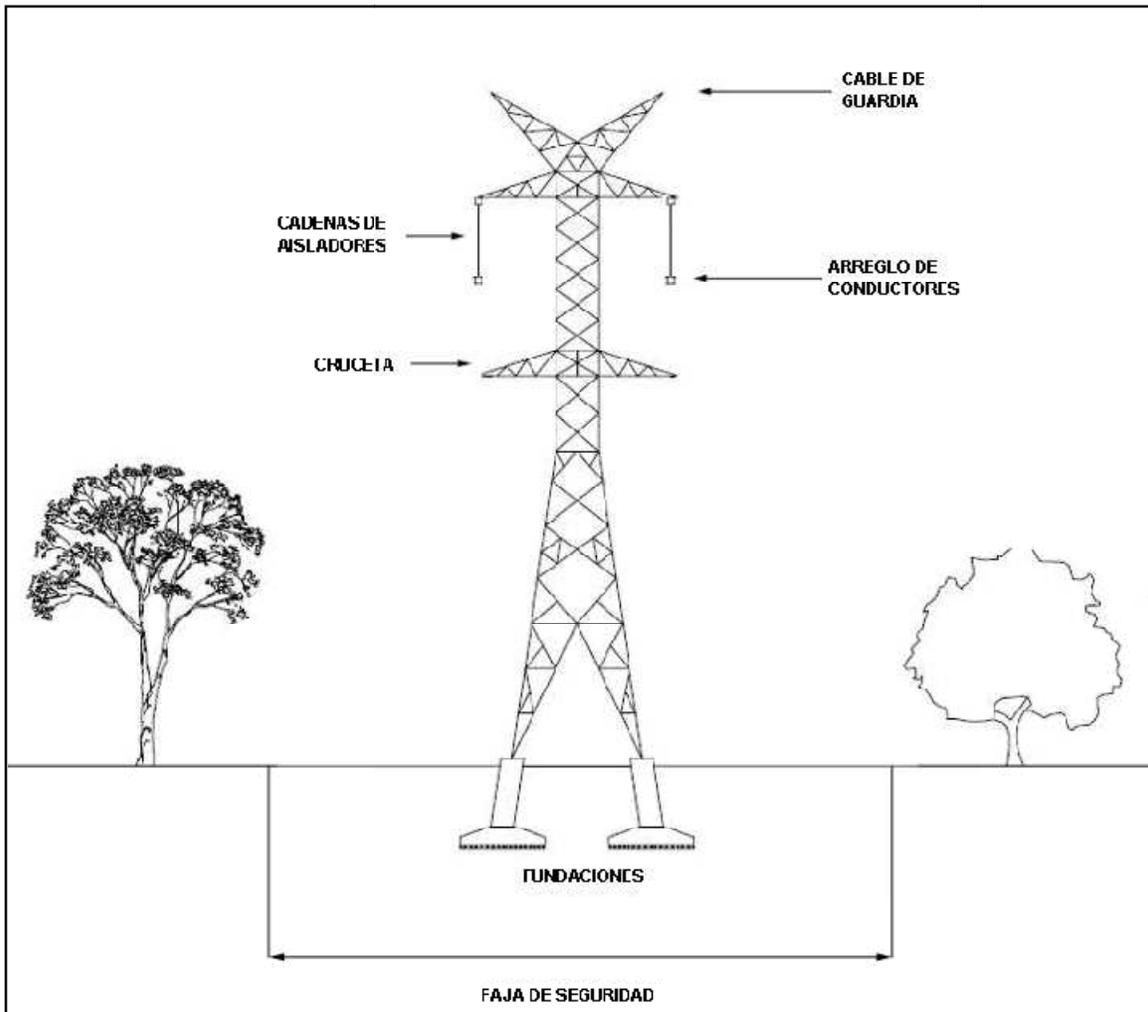
La línea de transmisión eléctrica estará formada principalmente por las siguientes partes:

- Fundaciones.
 - Estructuras de apoyo.
 - Conductores.
 - Cables de guardia.
 - Cadenas de aisladores.
 - Herrajes.
 - Accesorios.
 - Malla de puesta a tierra de las estructuras.
 - Franja de seguridad.
 - Módulos de conexión:
- Subestación Alférez: Está constituido por un interruptor y tres seccionadores como equipos de corte, transformadores de tensión y de corriente para alimentación del sistema de medida y protección, descargadores de sobretensión como elementos de protección contra sobretensiones, además de las cuchillas de puesta a tierra para garantizar las zonas de seguridad en actividades de mantenimiento. Todos los anteriores instalados en módulo de subestación aislada en gas (GIS).
 - Subestación Tesalia: Está constituido por un interruptor y tres seccionadores como equipos de corte, transformadores de tensión y de corriente para alimentación del

sistema de medida y protección, descargadores de sobretensión como elementos de protección contra sobretensiones, además de las cuchillas de puesta a tierra para garantizar las zonas de seguridad en actividades de mantenimiento. Todos los anteriores instalados en módulo de subestación aislada en aire (AIS).

La Figura 4 presenta un esquema general de los componentes de las líneas de transmisión eléctrica.

Figura 4 Esquema general de la disposición de los componentes de las líneas de transmisión



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.2.1 Estructuras de apoyo

Las estructuras que soportarán los conductores de las líneas de transmisión serán del tipo metálicas de acero galvanizado, reticuladas, auto soportantes, doble circuito y de

disposición vertical de conductores. Constan de cuatro (4) patas, que van firmemente unidas a las fundaciones por medio de perfiles metálicos de anclaje.

El diseño de las estructuras ha considerado criterios específicos, en atención a sus diferencias geográficas, generando tipos de estructuras adecuadas a cada uno de estos tramos pero que tendrán la misma silueta.

Dependiendo de su función, las estructuras se clasifican, básicamente, en estructuras de suspensión y retención o anclaje:

- Estructuras de suspensión: son estructuras metálicas, de acero galvanizado, reticuladas, auto soportantes, cuya función principal es soportar a los conductores, la tensión de los conductores y el peso vertical de los conductores y la cadena de aisladores. Su uso está limitado a aquellos sectores donde el trazado presenta pequeñas deflexiones.
- Estructuras de retención: son estructuras metálicas, de acero galvanizado, reticuladas, auto soportantes, las que serán ubicadas cada cierta cantidad de kilómetros y especialmente en los puntos donde el trazado presenta deflexiones o quiebres (vértices), con la finalidad de contener los esfuerzos ocasionados por los conductores y cables de guarda. Su función principal es resistir los esfuerzos provenientes de la tensión longitudinal del conductor.

En la Tabla 3 se indican los tipos de estructuras que se utilizarán en el proyecto.

Tabla 3 Tipo de estructuras a emplear en el Proyecto

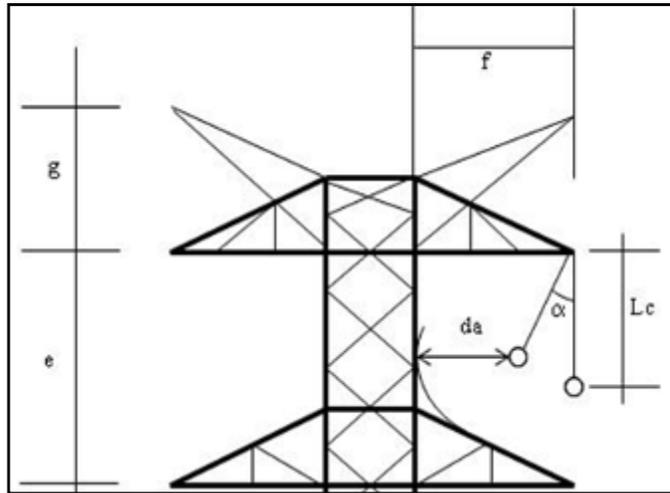
Tipo	Denominación
Suspensión liviana	A
Suspensión pesada	AA
Retención liviana	B
Retención intermedia	C
Retención pesada / Terminal	D / DT

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Para definir el número y tipo de estructuras a utilizar, se realizó el plantillado de la línea de acuerdo con el modelo digital del terreno; adicionalmente se realizó un análisis preliminar comparando desde el punto de vista técnico las diferentes configuraciones de estructuras posibles a partir de los pre-diseños realizados para las torres de suspensión más representativas de tal forma que se pudieran establecer las comparaciones de peso, cargas a nivel de cimentación y comportamiento ante la topografía del proyecto.

En la Figura 9 se presenta la silueta general que se recomienda utilizar para la línea que comprende el uso de estructuras circuito doble.

Figura 5 Silueta general estructura circuito doble a 230 kV



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El número de estructuras requeridas para cada una de las líneas asociadas y su respectiva localización en planta se presenta en anexo cartográfico con el nombre 9-EEB-TES-AMB-CONCOL-5041-1-EEB, que corresponde a las Áreas de Influencia del presente estudio. Como se observa en la Tabla 4 la conexión Tesalia – Alférez 230 kV requiere en total 415 torres.

Tabla 4 Estructuras requeridas en la Línea Tesalia – Alférez 230 kV

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG Magna - Sirgas 3116 Bogotá		Tipo de torre
			Este	Norte	
T2ALF2	0,00	618,48	832.596,18	763.879,37	D
T1	175,97	624,30	832.488,77	764.101,22	D
T2	477,85	670,31	832.187,23	764.086,88	D
T3N	1.137,94	804,42	831.649,00	764.469,00	D
T4N	1.280,74	838,80	831.584,92	764.596,62	AA
T5	2.098,69	762,10	831.217,90	765.327,60	D
T6	3.066,78	943,12	831.145,20	766.292,96	A
T7	3.212,93	993,21	831.134,22	766.438,70	A
T8	3.595,76	1.087,92	831.105,47	766.820,45	B
T9	3.957,66	1.161,56	831.102,31	767.182,33	A
T10	4.266,12	1.232,82	831.099,62	767.490,78	B
T11	4.502,40	1.256,80	831.084,35	767.726,57	A
T12	4.720,42	1.248,63	831.070,26	767.944,13	A
T13	4.982,66	1.196,69	831.053,32	768.205,82	A
T14	5.439,34	1.112,83	831.023,80	768.661,55	A
T15	6.121,88	1.151,29	830.979,69	769.342,66	A
T16	6.641,43	1.149,32	830.946,12	769.861,13	A
T17	7.233,70	1.195,59	830.907,84	770.452,16	B
T18	7.797,77	1.130,15	830.799,67	771.005,76	A
T19	8.205,99	1.065,65	830.721,39	771.406,40	A
T20	8.643,79	1.000,97	830.637,44	771.836,08	B
T21	9.517,27	1.069,52	830.388,37	772.673,30	C
T22	9.868,46	1.103,78	830.348,56	773.022,22	AA
T23	10.851,90	1.107,40	830.237,06	773.999,32	B
T24	11.304,39	1.102,35	830.148,12	774.442,99	A
T25	11.948,56	1.034,48	830.021,51	775.074,59	C
T26	12.480,80	1.163,73	829.916,91	775.596,45	AA
T27	12.701,73	1.120,95	829.873,48	775.813,07	A
T28	13.505,42	1.062,52	829.715,52	776.601,09	B
T29N	13.935,86	1.070,84	829.694,20	777.031,00	A
T30	14.377,33	1.002,53	829.672,33	777.471,92	A
T31	14.955,38	979,29	829.643,70	778.049,26	AA
T32	15.731,25	999,34	829.605,27	778.824,18	A
T33	16.096,90	1.013,83	829.587,16	779.189,38	B
T34	16.365,23	987,17	829.608,96	779.456,83	A
T35	16.710,84	989,93	829.637,04	779.801,29	A
T36	17.307,23	1.041,32	829.685,49	780.395,71	B
T37	17.691,59	941,96	829.669,20	780.779,73	D
T38	17.971,32	895,32	829.657,34	781.059,21	D
T39	18.440,78	871,90	829.637,44	781.528,24	AA
T40	19.223,20	692,78	829.604,27	782.309,96	AA
T41	20.026,21	737,67	829.570,23	783.112,25	B
T42	20.590,69	727,72	829.506,89	783.673,16	AA
T43	21.286,83	764,30	829.428,78	784.364,91	AA
T44	21.812,14	795,47	829.369,84	784.886,90	A
T45	22.182,12	851,25	829.328,32	785.254,54	A
T46	22.648,69	860,01	829.275,97	785.718,17	A
T47	23.267,02	853,67	829.206,59	786.332,59	A
T48	23.632,42	854,58	829.165,59	786.695,68	D
T49N	24.121,55	853,36	829.343,51	787.151,31	A
T50	24.674,06	891,03	829.544,49	787.665,97	A
T51	25.118,40	934,41	829.706,11	788.079,87	A
T52	25.850,41	1.051,29	829.972,38	788.761,74	AA
T53	26.360,50	1.052,57	830.157,92	789.236,88	A
T54	26.673,59	1.036,14	830.271,81	789.528,53	A
T55	27.100,32	1.019,80	830.427,03	789.926,02	C

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG Magna - Sirgas 3116 Bogotá		Tipo de torre
T56	27.399,09	961,80	830.446,31	790.224,17	A
T57N	27.705,82	911,54	830.466,09	790.530,26	A
T58	28.334,62	894,85	830.506,66	791.157,75	AA
T59	29.053,53	1.121,65	830.553,04	791.875,17	AA
T60	29.696,30	1.375,86	830.594,51	792.516,60	D
T61	30.094,87	1.344,41	830.800,99	792.857,52	AA
T62	30.902,76	1.251,00	831.219,52	793.548,54	AA
T63N	31.838,91	1.263,33	831.704,50	794.349,28	B
T64N	32.142,84	1.356,16	831.861,95	794.609,24	AA
T65N	32.339,56	1.411,79	831.963,87	794.777,51	B
T66N	32.832,87	1.300,98	832.211,44	795.204,19	AA
T67N	33.558,51	1.302,07	832.575,60	795.831,84	C
T68	34.103,03	1.346,97	832.697,30	796.362,58	A
T69	34.649,78	1.306,83	832.819,50	796.895,50	C
T70	35.766,73	1.204,77	832.949,07	798.004,91	B
T71	36.466,15	1.266,92	833.030,21	798.699,61	A
T72	36.735,86	1.269,48	833.061,50	798.967,50	C
T73	37.086,68	1.235,38	833.218,21	799.281,37	A
T74	37.507,89	1.230,71	833.406,36	799.658,23	C
T75	37.964,95	1.271,89	833.466,38	800.111,33	A
T76	38.393,94	1.293,29	833.522,71	800.536,60	A
T77	38.697,01	1.296,80	833.562,51	800.837,05	A
T78	39.509,50	1.457,87	833.669,21	801.642,50	AA
T79	39.983,51	1.680,30	833.725,39	802.113,17	B
T80	40.777,43	1.708,36	833.819,50	802.901,49	C
T81	42.227,90	1.484,96	834.187,50	804.304,50	C
T82	43.213,45	1.739,25	834.455,72	805.252,85	AA
T83	43.578,96	1.736,78	834.555,20	805.604,56	AA
T84	44.095,64	1.567,77	834.695,82	806.101,74	C
T85	44.851,45	1.585,22	834.757,67	806.855,02	C
T86	45.718,89	1.259,70	834.828,67	807.719,55	C
T87	46.214,40	1.211,37	834.714,30	808.201,68	AA
T88	47.429,08	1.422,61	834.433,96	809.383,57	B
T89	47.633,15	1.510,48	834.411,78	809.586,42	A
T90	47.989,86	1.609,82	834.373,00	809.941,02	A
T91	48.178,46	1.652,44	834.352,50	810.128,50	C
T92	48.355,35	1.686,99	834.265,12	810.282,30	A
T93	48.931,77	1.700,11	833.980,37	810.783,47	C
T94N	50.081,79	2.133,90	833.323,11	811.727,18	AA
T95N	50.270,72	2.194,32	833.215,14	811.882,21	AA
T96	51.417,01	2.418,89	832.560,02	812.822,85	C
T97	52.054,08	2.293,35	832.201,34	813.349,35	B
T98	52.736,45	1.963,62	831.817,16	813.913,30	A
T99	53.113,50	1.840,39	831.604,87	814.224,91	C
T100	53.950,39	1.596,98	831.247,30	814.981,57	C
T101	55.267,04	1.746,06	830.587,32	816.120,86	AA
T102	55.428,86	1.805,58	830.506,20	816.260,88	B
T103	55.573,35	1.746,87	830.428,39	816.382,63	A
T104N	55.964,34	1.613,08	830.217,82	816.712,07	B
T105	57.208,10	1.704,89	829.548,00	817.760,07	D
T106	57.572,85	1.692,99	829.189,05	817.824,80	AA
T107	58.482,64	1.736,39	828.293,71	817.986,28	B
T108	59.362,87	1.832,46	827.431,50	818.163,50	B
T109	59.623,30	1.815,51	827.182,86	818.240,98	A
T110	60.131,75	1.852,87	826.697,43	818.392,24	A
T111	60.500,35	1.867,16	826.345,52	818.501,89	A
T112	61.219,29	2.070,60	825.659,13	818.715,77	C
T113	61.495,44	2.152,63	825.449,26	818.895,26	A

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG Magna - Sirgas 3116 Bogotá		Tipo de torre
T114	61.676,60	2.185,79	825.311,59	819.013,00	B
T115	62.362,33	2.324,56	824.773,81	819.438,47	A
T116	62.635,29	2.416,62	824.559,75	819.607,84	A
T117	62.759,79	2.434,71	824.462,11	819.685,08	D
T118	62.974,06	2.427,14	824.481,25	819.898,50	A
T119	63.671,76	2.405,08	824.543,56	820.593,41	A
T120	64.122,07	2.456,87	824.583,78	821.041,92	A
T121	64.491,31	2.539,25	824.616,76	821.409,68	B
T122	64.948,52	2.522,51	824.722,89	821.854,41	A
T123	65.244,94	2.510,25	824.791,69	822.142,73	A
T124	65.653,74	2.506,25	824.886,58	822.540,36	A
T125	65.997,50	2.502,17	824.966,38	822.874,73	A
T126	66.537,37	2.485,07	825.091,69	823.399,86	A
T127	67.117,70	2.496,25	825.226,40	823.964,34	A
T128	67.341,52	2.482,34	825.278,35	824.182,05	A
T129	67.902,66	2.477,31	825.408,61	824.727,86	A
T130	68.186,32	2.499,22	825.474,45	825.003,77	B
T131	68.639,69	2.507,43	825.652,32	825.420,79	A
T132	69.211,48	2.550,80	825.876,65	825.946,74	A
T133	69.444,90	2.548,93	825.968,23	826.161,44	C
T134	69.808,38	2.493,46	825.989,13	826.524,32	A
T135	70.188,47	2.481,57	826.010,98	826.903,78	A
T136	70.544,09	2.461,73	826.031,43	827.258,82	A
T137	70.978,47	2.451,12	826.056,40	827.692,48	A
T138	71.351,94	2.427,62	826.077,88	828.065,33	A
T139	71.744,87	2.410,77	826.100,47	828.457,61	A
T140	72.313,24	2.362,59	826.133,15	829.025,04	A
T141	72.754,54	2.328,40	826.158,52	829.465,61	A
T142	73.267,63	2.314,59	826.188,03	829.977,85	A
T143	73.902,56	2.338,72	826.224,53	830.611,73	A
T144	74.103,14	2.363,39	826.236,07	830.811,98	D
T145	74.251,33	2.389,17	826.157,48	830.937,61	A
T146	75.265,75	2.427,56	825.619,51	831.797,64	B
T147	75.949,21	2.275,51	825.257,06	832.377,07	D
T148	77.736,90	2.136,56	824.854,19	834.118,78	C
T149	78.099,87	2.075,63	824.772,39	834.472,41	B
T150	78.505,76	1.963,35	824.602,40	834.840,99	A
T151	78.958,28	1.821,37	824.412,88	835.251,91	A
T152	79.206,72	1.691,03	824.308,83	835.477,51	C
T153	79.445,83	1.615,27	824.164,62	835.668,24	AA
T154	80.835,48	1.546,37	823.326,50	836.776,70	D
T155	81.751,04	1.496,84	823.206,94	837.684,42	AA
T156	82.115,10	1.599,81	823.159,40	838.045,36	A
T157	82.387,98	1.701,18	823.123,76	838.315,90	B
T158	82.687,31	1.730,73	823.018,71	838.596,19	A
T159	82.996,62	1.794,02	822.910,16	838.885,83	A
T160	83.479,04	1.935,44	822.740,85	839.337,56	A
T161	83.687,39	2.001,13	822.667,73	839.532,66	A
T162	83.912,94	2.004,41	822.588,57	839.743,86	B
T163	84.632,75	1.927,23	822.384,58	840.434,16	B
T164	85.458,04	2.183,84	822.150,70	841.225,62	A
T165	85.642,49	2.246,06	822.098,42	841.402,51	A
T166	85.786,37	2.262,95	822.057,65	841.540,49	B
T167	86.226,49	2.114,79	821.870,68	841.938,92	B
T168	87.835,62	1.980,16	821.187,09	843.395,63	C
T169	88.664,32	2.025,98	820.927,75	844.182,70	AA
T170	89.280,53	2.002,46	820.734,91	844.767,96	B
T171	89.907,14	2.190,26	820.538,82	845.363,10	A

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG Magna - Sirgas 3116 Bogotá		Tipo de torre
T172	90.043,80	2.218,43	820.496,05	845.492,89	AA
T173	90.747,33	2.212,74	820.275,89	846.161,09	A
T174	91.215,30	2.204,03	820.129,44	846.605,55	A
T175	91.510,00	2.164,33	820.037,21	846.885,45	C
T176	91.790,68	2.134,04	819.853,39	847.097,56	A
T177	92.077,44	2.075,36	819.665,58	847.314,27	AA
T178	93.143,32	2.065,88	818.967,52	848.119,75	B
T179	93.845,80	2.315,41	818.507,45	848.650,61	AA
T180	94.376,01	2.394,90	818.160,20	849.051,29	A
T181	94.635,99	2.376,87	817.989,94	849.247,76	A
T182	95.316,00	2.364,44	817.544,58	849.761,64	AA
T183	96.074,51	2.456,54	817.047,82	850.334,84	A
T184	96.246,75	2.488,10	816.935,02	850.465,00	A
T185	96.458,76	2.505,68	816.796,17	850.625,22	D
T187	97.699,22	2.257,20	815.666,95	851.138,64	B
T188	98.067,32	2.255,30	815.346,19	851.319,24	A
T189	98.173,63	2.245,85	815.253,56	851.371,39	D
T190	98.629,28	2.126,49	814.800,30	851.324,75	A
T191	99.100,44	1.950,74	814.331,62	851.276,53	B
T192	100.443,36	1.967,46	812.995,75	851.139,07	AA
T193	100.678,14	1.936,05	812.762,21	851.115,04	C
T194	101.249,68	1.938,23	812.197,11	851.200,62	A
T195	101.582,68	1.934,76	811.867,86	851.250,48	AA
T196	102.685,20	2.008,45	810.777,77	851.415,57	D
T197	102.957,46	2.057,22	810.558,83	851.577,41	A
T198	103.649,89	2.161,32	810.002,02	851.989,02	A
T199	104.089,48	2.297,57	809.648,53	852.250,33	A
T200	104.426,71	2.369,17	809.377,35	852.450,79	A
T201	104.927,87	2.412,43	808.974,35	852.748,70	D
T202	105.193,37	2.366,57	808.709,30	852.733,23	A
T203	105.644,02	2.223,96	808.259,41	852.706,98	AA
T204	106.797,40	2.082,04	807.107,99	852.639,78	D
T205	107.429,69	1.927,81	806.543,27	852.924,19	B
T206	107.779,27	1.841,73	806.242,65	853.102,59	B
T207N	109.124,98	1.924,65	805.085,38	853.789,38	C
T208N	110.284,24	1.779,91	804.058,88	854.328,06	AA
T209N	110.542,55	1.827,47	803.830,15	854.448,09	A
T210N	110.776,76	1.821,01	803.622,77	854.556,92	D
T211	111.855,02	2.074,06	802.550,86	854.673,81	AA
T212	112.268,46	2.176,50	802.139,85	854.718,63	AA
T213	112.981,46	2.196,58	801.431,06	854.795,93	AA
T214	113.222,82	2.115,78	801.191,12	854.822,10	AA
T215	114.488,56	2.125,51	799.932,84	854.959,32	B
T216	114.717,94	2.142,40	799.706,47	854.996,38	A
T217	115.266,78	2.158,88	799.164,85	855.085,07	AA
T218	115.953,08	2.261,67	798.487,57	855.195,98	A
T219	116.422,46	2.357,70	798.024,36	855.271,83	B
T220	116.618,79	2.396,41	797.828,03	855.270,87	A
T221	117.350,00	2.428,99	797.096,83	855.267,33	A
T222	117.777,94	2.480,54	796.668,89	855.265,25	A
T223	118.202,80	2.554,93	796.244,04	855.263,19	A
T224	118.467,85	2.603,99	795.979,00	855.261,90	B
T225	118.566,51	2.607,50	795.882,78	855.283,76	A
T226	119.192,71	2.637,47	795.272,14	855.422,47	A
T227	119.499,17	2.677,69	794.973,29	855.490,36	B
T228	119.583,51	2.692,25	794.891,56	855.511,19	A
T229	119.900,37	2.682,45	794.584,51	855.589,43	A
T230	120.503,65	2.755,99	793.999,91	855.738,39	A

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG Magna - Sirgas 3116 Bogotá		Tipo de torre
T231	120.649,05	2.769,20	793.859,60	855.776,52	A
T232	121.192,56	2.778,61	793.335,11	855.919,05	A
T233	121.563,43	2.777,07	792.977,22	856.016,30	A
T234	121.765,46	2.796,98	792.782,26	856.069,28	A
T235	122.161,23	2.809,70	792.399,72	856.170,74	A
T236	122.629,92	2.832,09	791.946,69	856.290,90	A
T237	122.908,41	2.868,94	791.677,51	856.362,29	A
T238	123.208,95	2.899,57	791.387,02	856.439,34	A
T239	123.457,48	2.927,40	791.146,78	856.503,05	A
T240	123.714,80	2.925,44	790.898,05	856.568,97	C
T241	124.054,58	2.923,73	790.607,86	856.745,71	A
T242	124.446,98	2.993,28	790.272,72	856.949,82	A
T243	125.319,74	3.076,23	789.527,32	857.403,79	B
T244	125.697,98	3.125,60	789.188,55	857.572,02	A
T245	126.177,97	3.170,83	788.758,66	857.785,51	B
T246	127.098,96	3.527,67	787.933,78	858.195,15	B
T247	128.132,53	3.664,36	787.008,07	858.654,86	B
T248	129.280,20	3.816,89	785.988,48	859.181,73	B
T249	129.510,77	3.904,54	785.779,75	859.279,65	D
T250	129.691,08	3.942,80	785.723,79	859.451,07	A
T260	130.245,48	4.034,68	785.551,74	859.978,09	C
T261	131.121,97	3.985,23	785.054,39	860.699,81	B
T262	131.527,32	4.089,74	784.779,62	860.997,83	B
T263	131.636,15	4.119,17	784.711,16	861.082,42	B
T264-V2	132.317,95	4.069,64	784.160,44	861.484,37	AA
T265-V2	133.317,48	3.863,21	783.353,09	862.073,63	B
T266-V2	133.740,48	3.947,93	783.011,41	862.323,01	A
T267-V2	133.852,41	3.957,87	782.921,00	862.389,00	B
T268-V2	134.037,48	3.921,64	782.780,88	862.509,89	A
T269-V2	134.641,48	3.726,80	782.323,56	862.904,45	C
T270-V2	135.634,48	3.978,14	781.571,71	863.553,11	A
T271-V2	135.909,23	4.069,53	781.363,67	863.732,60	AA
T272-V2	135.969,56	4.055,92	781.318,00	863.772,00	C
T273-V2	136.469,48	4.042,39	781.081,26	864.212,31	A
T274-V2	136.638,48	4.016,75	781.001,23	864.361,16	A
T275-V2	137.100,48	3.921,98	780.782,44	864.768,07	AA
T276-V2	138.099,48	3.887,40	780.309,35	865.647,95	A
T277-V2	138.299,48	3.921,97	780.214,64	865.824,10	A
T278-V2	138.516,22	3.905,31	780.112,00	866.015,00	B
T279-V2	138.589,06	3.879,93	780.068,63	866.073,52	A
T280-V2	139.219,48	3.631,35	779.693,25	866.580,00	A
T281-V2	139.379,48	3.569,75	779.597,98	866.708,54	A
T282-V2	140.193,48	3.248,92	779.113,28	867.362,50	C
T283-V2	140.593,65	3.263,49	778.875,00	867.684,00	C
T284-V2	141.106,48	3.156,56	778.701,21	868.166,48	AA
T285-V2	142.093,28	2.986,98	778.366,79	869.094,89	A
T286-V2	142.228,39	3.009,63	778.321,00	869.222,00	C
T287-V2	143.108,48	2.913,17	777.738,84	869.882,04	AA
T288-V2	144.059,14	2.756,00	777.110,00	870.595,00	B
T289-V2	144.279,48	2.688,06	776.985,45	870.776,76	A
T290-V2	145.279,48	2.707,34	776.420,16	871.601,65	C
T291-V2	145.599,48	2.890,00	776.239,27	871.865,62	A
T292-V2	145.777,20	2.945,09	776.138,81	872.012,22	D
T293-V2	145.897,48	2.885,64	776.018,71	872.018,92	A
T294-V2	146.117,48	2.733,56	775.799,05	872.031,17	C
T295-V2	147.115,48	2.612,67	774.802,60	872.086,74	A
T296-V2	147.306,59	2.660,62	774.611,79	872.097,38	A
T297-V2	148.302,48	2.715,80	773.617,44	872.152,84	A

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG Magna - Sirgas 3116 Bogotá		Tipo de torre
T298-V2	148.542,48	2.781,80	773.377,82	872.166,20	A
T299-V2	148.648,91	2.791,45	773.271,55	872.172,13	C
T300-V2	149.029,07	2.560,78	772.922,34	872.322,39	A
T301-V2	149.538,20	2.345,90	772.454,68	872.523,62	B
T302-V2	150.617,45	2.382,64	771.463,31	872.950,20	C
T303-V2	150.737,89	2.445,42	771.352,67	872.997,81	D
T304-V2	150.878,20	2.376,14	771.216,51	872.963,95	A
T305-V2	151.318,20	2.181,01	770.789,51	872.857,78	AA
T306-V2	152.378,20	1.938,84	769.760,84	872.601,99	B
T307-V2	152.864,20	2.025,34	769.289,20	872.484,72	A
T308-V2	153.390,20	2.205,94	768.778,74	872.357,79	D
T309-V2	153.501,22	2.248,01	768.671,00	872.331,00	B
T310-V2	153.681,20	2.125,69	768.494,51	872.295,76	C
T311-V2	154.681,20	2.099,68	767.513,86	872.099,96	A
T312-V2	154.732,04	2.097,83	767.464,00	872.090,00	B
T313-V2	154.801,20	2.093,89	767.397,45	872.071,22	A
T314-V2	155.106,20	1.988,70	767.103,91	871.988,41	AA
T315-V2	156.098,38	1.790,75	766.149,00	871.719,00	D
T316-V2	156.438,20	1.657,27	765.890,02	871.498,99	A
T317-V2	157.244,20	1.463,28	765.275,76	870.977,15	AA
T318-V2	157.845,50	1.341,72	764.817,50	870.587,84	A
T319-V2	158.320,20	1.297,94	764.455,72	870.280,50	A
T320-V2	158.932,60	1.325,98	763.989,00	869.884,00	B
T321-V2	159.029,20	1.320,83	763.910,44	869.827,79	A
T322-V2	159.691,20	1.187,19	763.372,07	869.442,57	A
T323-V2	160.154,20	1.166,57	762.995,53	869.173,15	A
T324-V2	160.612,20	1.148,28	762.623,06	868.906,63	A
T325-V2	160.912,30	1.136,84	762.379,00	868.732,00	D
T326-V2	161.201,20	1.132,29	762.285,84	868.458,54	A
T327-V2	161.602,20	1.124,63	762.156,53	868.078,96	A
T328-V2	162.060,20	1.106,86	762.008,85	867.645,42	A
T329-V2	162.527,76	1.097,70	761.858,07	867.202,84	A
T330-V2	162.988,20	1.085,31	761.709,60	866.766,99	A
T331-V2	163.332,20	1.080,95	761.598,67	866.441,37	A
T332-V2	163.721,53	1.077,07	761.473,13	866.072,84	A
T333-V2	164.135,20	1.068,99	761.339,73	865.681,26	A
T334-V2	164.616,20	1.066,32	761.184,63	865.225,96	A
T335-V2	165.121,30	1.062,92	761.021,75	864.747,84	A
T336-V2	165.623,11	1.056,81	760.859,94	864.272,84	A
T337-V2	166.055,20	1.054,00	760.720,60	863.863,83	A
T338-V2	166.342,36	1.050,63	760.628,00	863.592,00	C
T339-V2	166.585,20	1.043,10	760.463,55	863.413,33	A
T340-V2	167.013,20	1.039,00	760.173,70	863.098,41	A
T341-V2	167.432,20	1.030,55	759.889,95	862.790,12	A
T342-V2	167.869,20	1.025,18	759.594,01	862.468,58	A
T343-V2	168.284,20	1.023,70	759.312,96	862.163,23	A
T344-V2	168.658,48	1.026,43	759.059,49	861.887,84	A
T345-V2	169.106,20	1.021,31	758.756,29	861.558,42	A
T346-V2	169.569,20	1.020,31	758.442,74	861.217,75	A
T347-V2	170.010,20	1.022,05	758.144,09	860.893,27	A
T348-V2	170.506,85	1.018,81	757.807,75	860.527,84	A
T349-V2	170.989,20	1.018,65	757.481,09	860.172,93	A
T350-V2	171.379,16	1.017,16	757.217,00	859.886,00	D
T351-V2	171.780,20	1.014,81	756.822,13	859.815,95	A
T352-V2	172.247,73	1.012,89	756.361,79	859.734,28	A
T353-V2	172.723,20	1.010,84	755.893,63	859.651,23	A
T354-V2	173.201,20	1.008,68	755.422,98	859.567,74	A
T355-V2	173.662,20	1.006,32	754.969,07	859.487,21	A

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG Magna - Sirgas 3116 Bogotá		Tipo de torre
T356-V2	174.103,20	1.005,13	754.534,85	859.410,18	A
T357-V2	174.557,20	1.003,51	754.087,83	859.330,88	A
T358-V2	175.010,20	1.001,28	753.641,79	859.251,75	A
Ec de Empalme: 166621.484 = 175352.246					
T342 = T359-V2	166.621,48	1.003,10	753.304,29	859.190,34	D
T343	167.048,91	1.001,37	752.903,96	859.340,13	A
T344	167.519,23	999,37	752.463,47	859.504,96	A
T345	167.920,78	997,66	752.087,39	859.645,68	A
T346	168.368,75	995,46	751.667,83	859.802,68	A
T347	168.803,31	994,44	751.260,83	859.954,97	A
T348	169.189,08	992,97	750.899,52	860.090,16	A
T349	169.601,65	991,71	750.513,12	860.234,75	A
T350	170.048,04	990,32	750.095,04	860.391,19	A
T351	170.360,74	988,58	749.802,17	860.500,78	C
T352	170.659,11	987,60	749.558,91	860.673,55	A
T353	170.924,94	987,06	749.342,18	860.827,48	A
T354	171.163,61	986,51	749.147,60	860.965,68	C
T355	171.380,90	985,93	748.932,29	860.994,95	A
T356	171.719,02	984,53	748.597,25	861.040,50	A
T357	172.049,80	982,89	748.269,49	861.085,07	A
T358	172.357,97	981,84	747.964,13	861.126,58	A
T359	172.676,22	980,64	747.648,78	861.169,46	A
T360	173.010,55	980,05	747.317,50	861.214,50	B
T361	173.350,08	979,84	746.994,02	861.317,64	A
T362	173.729,72	978,57	746.632,32	861.432,97	A
T363	174.108,92	976,17	746.271,04	861.548,16	A
T364	174.485,32	974,67	745.912,43	861.662,51	A
T365	174.838,21	973,62	745.576,21	861.769,71	A
T366	175.245,43	972,53	745.188,24	861.893,41	A
T367	175.659,07	971,12	744.794,15	862.019,07	A
T368	175.976,16	970,83	744.492,04	862.115,39	B
T369	176.283,67	969,86	744.192,78	862.186,16	A
T370	176.675,09	969,00	743.811,87	862.276,23	A
T371	177.101,60	967,91	743.396,80	862.374,37	A
T372	177.560,84	966,69	742.949,89	862.480,05	A
T373	178.054,68	965,27	742.469,30	862.593,69	A
T374	178.489,00	964,33	742.046,64	862.693,63	A
T375	178.912,31	963,72	741.634,69	862.791,04	A
T376	179.285,75	962,27	741.271,27	862.876,98	B
T377	179.733,64	960,69	740.835,40	862.980,04	A
T378	180.195,10	959,70	740.386,32	863.086,23	A
T379	180.690,04	959,15	739.904,67	863.200,12	A
T380	181.067,20	958,39	739.537,63	863.286,91	A
T381	181.517,05	957,00	739.099,85	863.390,43	A
T382	181.943,53	955,96	738.684,81	863.488,57	A
T383	182.334,51	954,99	738.304,33	863.578,54	A
T384	182.707,36	954,16	737.941,48	863.664,34	A
T385	183.090,59	953,78	737.568,53	863.752,52	C
T386	183.518,15	953,42	737.141,97	863.723,43	A
T387	183.962,12	953,25	736.699,03	863.693,22	A
T388	184.404,75	952,52	736.257,42	863.663,11	A
T389	184.838,84	951,94	735.824,34	863.633,57	A
T390	185.304,00	951,90	735.360,25	863.601,92	B
T391	185.705,59	951,73	734.967,44	863.518,44	A
T392	186.141,52	951,17	734.541,03	863.427,82	B
T393N	186.612,15	951,30	734.110,38	863.238,00	C
T394N	186.860,57	952,65	733.865,31	863.197,30	B
T395	187.283,31	951,92	733.442,59	863.194,38	B

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas		Tipo de torre
			EPSG Magna - Sirgas 3116 Bogotá		
T396	187.564,64	952,37	733.166,89	863.138,37	A
T397	187.951,88	951,92	732.787,41	863.061,26	A
T398	188.401,86	951,56	732.346,44	862.971,67	A
T399	188.886,24	950,79	731.871,75	862.875,22	A
T400N	189.356,91	953,36	731.410,50	862.781,50	D
T401N	189.459,77	953,71	731.316,86	862.824,05	D
T402N	189.557,56	954,16	731.227,83	862.864,50	D
T404	190.056,95	952,93	731.049,42	863.330,94	D
T405	190.443,38	951,79	731.075,93	863.716,45	A
T406	190.750,65	951,83	731.097,00	864.023,00	C
T407	191.054,83	953,38	731.036,00	864.321,00	B
T408	191.343,27	950,98	731.007,13	864.607,99	D
Pórtico Alférez	191.375,46	952,46	731.007,92	864.640,17	

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.2.2 Fundaciones

Corresponden al apoyo o estabilización de las estructuras en el terreno. Esta estabilización se realiza a través de fundaciones independientes para cada una de las patas de las estructuras. En general, pero sin limitar a estas, las fundaciones pueden ser de concreto, o parrillas metálicas, contra terreno o con necesidad de rellenos y llevan una armadura metálica en su interior; también es posible el uso de cimentaciones especiales tipos anclajes helicoidales, entre otras. En los casos que no es posible emplear fundaciones de concreto (por ejemplo, en roca firme), se emplean anclajes inmersos en el terreno. En la superficie se deja sobresalir la sección superior de cada anclaje metálico (*stub*), que constituye la base sobre la cual se arma la estructura. Dependiendo de la calidad de los suelos, corresponderá el tipo de fundación que será utilizada para cada estructura, en el caso de suelos con capacidad portante mayor a 5.0 Ton/m² se utilizará zapatas convencionales o parrillas, y si por el contrario el suelo presenta capacidades portantes menores a 5.0 Ton/m², o presenta condiciones adversas como licuación se utilizan cimentaciones especiales como lo son zapatas con micropilotes, pilotes preexcavados manual o mecánicamente y por último anclajes helicoidales.

2.2.2.3 Cables conductores

Son los elementos de la línea de transmisión que conducen la energía eléctrica, y están soportados por cadenas de aisladores a las estructuras.

La selección final del conductor es el resultado del balance entre el costo y los análisis eléctricos y magnéticos del conductor, que permiten determinar el conductor óptimo que cumple con las restricciones del caso.

En la Tabla 5 se presentan las características del conductor finalmente seleccionado que se utilizará y que cumple con los requerimientos establecidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, las restricciones técnicas impuestas por el Código de

Redes y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE establecido mediante Resolución 90708 del 30 de agosto de 2013.

Tabla 5 Parámetros del conductor de fase

Parámetro	Unidad	ACAR 1250(18/19)
Calibre		1250 kcmil
Cableado		
Aluminio 1350-H19		18
Aleación de aluminio 6201-T81		19
Coef. de expansión lineal	1/°C	2.30E-05
Sección	mm ²	633,50
Diámetro	mm	32,70
Peso conductor	kg/m	1.743
Tensión de rotura	kg	14.281,0

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.2.4 Cables de guarda

Los cables de guarda son cables metálicos que tienen como función principal proteger a la línea ante descargas atmosféricas, para lo cual están directamente conectados a la estructura, en todas las torres.

El tipo de material para el cable de guarda se definió, considerando las corrientes de corto circuito de las subestaciones involucradas, las restricciones técnicas que imponen el nivel de contaminación existente y el costo de inversión de cada uno de ellos. Uno de los cables de guarda, según requerimientos del Proyecto, debe ser del tipo OPGW (cable de guarda con fibra óptica). A partir de los anteriores análisis se determinan los cables de guarda que se emplearán en el Proyecto, tal como se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6 Parámetros para los cables de guarda

Parámetro	Unidad	Acero 3/8 EHS	OPGW 24 fibras
Calibre		51,12 mm ²	77,7 mm ²
Cableado			
Acero		7	
Acero revestido dealuminio			6
Coef. de expansión lineal	1/°C	1,15E-05	1,36E-05
Sección	mm ²	51,12	77,70
Diámetro	mm	9,52	12,00
Peso conductor	kg/m	0,407	0,450
Tensión de rotura	kg	6.972,0	7.111,0

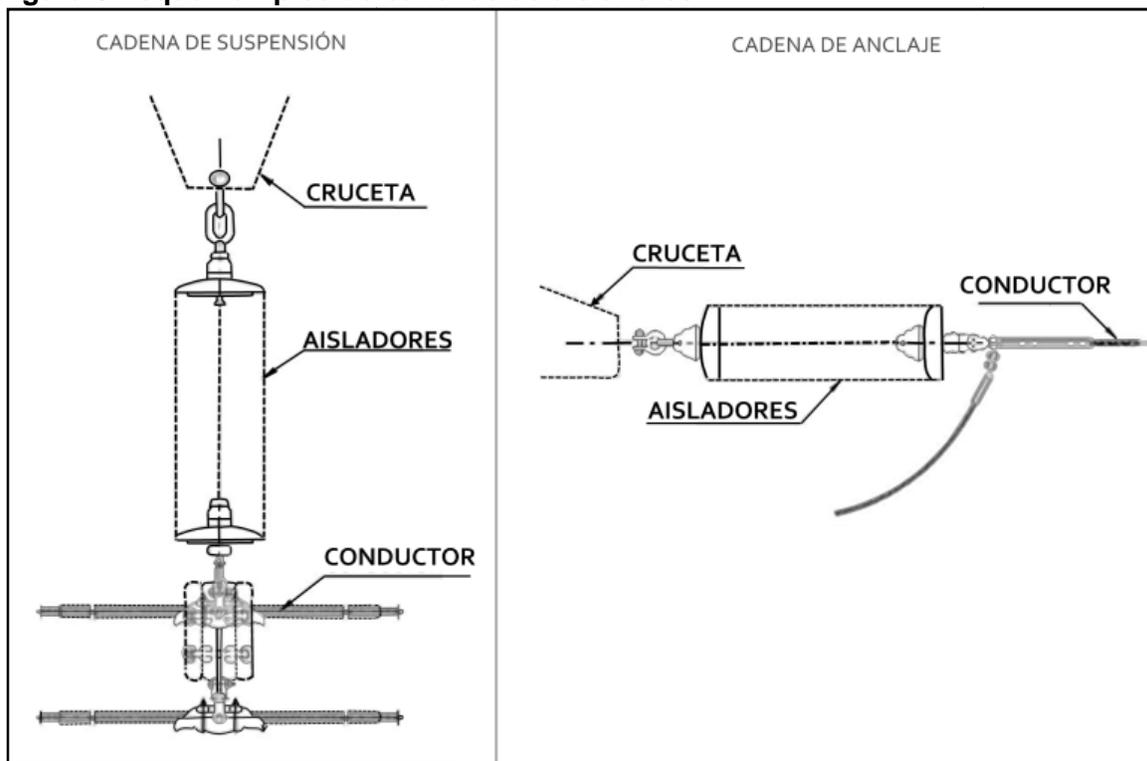
Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.2.5 Cadenas de aisladores

Las cadenas de aisladores están formadas por aisladores y herrajes metálicos para la unión de éstos y para sostener los conductores. Los aisladores considerados son de vidrio. Cumplen la función de soportar los conductores sobre la estructura metálica por

medio de un material que no conduce electricidad, de tal modo de aislarlos eléctricamente de la estructura que está conectada a potencial de tierra. En la Figura 6 se muestra un esquema típico de una cadena de aisladores de suspensión y de una cadena de aisladores de retención para los conductores de la línea.

Figura 6 Esquema típico de cadenas de aisladores



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.2.6 Puesta a tierra de las estructuras

Las estructuras tienen sistema de puesta a tierra individual, cuyo objetivo es evitar riesgos de contacto eléctrico con las personas que se acercan a las estructuras. El sistema corresponde a varillas y cable de acero galvanizado o acero recubierto de cobre que se unen a la estructura y luego se distribuyen radialmente desde cada una de las patas de la estructura. Se construirán en el terreno, a una profundidad de 60 cm aproximadamente, rellenándose la excavación con material fino. En caso de estructuras ubicadas en laderas, el sistema de puesta a tierra seguirá la pendiente del terreno. Todas las uniones entre las varillas y cables se ejecutarán mediante soldadura exotérmica o conector mecánico.

2.2.2.7 Señalización

En el caso que se requieran balizas de señalización, estas serán esferas anaranjadas de 60 cm de diámetro, que se instalarán en el cable de guardia, con la finalidad de advertir la

presencia de la línea de transmisión a cualquier aeronave que sobrevuele en las cercanías de la línea de transmisión. La cantidad y vanos donde se instalarán dependerá de las consideraciones que establezcan las autoridades con competencia como lo es la Dirección General de Aeronáutica Civil.

2.2.3 Obras Complementarias – Vías de acceso

El proyecto contempla otras obras de carácter permanente, que no forman parte del sistema eléctrico, pero que son necesarias para la construcción y operación de este, a las cuales se les ha denominado Obras Complementarias.

Si bien se definen estas obras como vías de acceso, es preciso señalar que el proyecto contempla privilegiar el uso de la red pública de carreteras, carreteables y caminos existentes en la zona de emplazamiento de las obras, los cuales tendrán una alta intensidad de uso en la fase de construcción y muy baja intensidad de uso en la fase de operación. Únicamente en los casos en que lo anterior no sea posible, es que se han diseñado las obras complementarias descritas.

No obstante lo anterior y en virtud a las condiciones del localización del proyecto, será necesario adecuar nuevos accesos, los cuales serán definidos al inicio de la etapa de construcción.

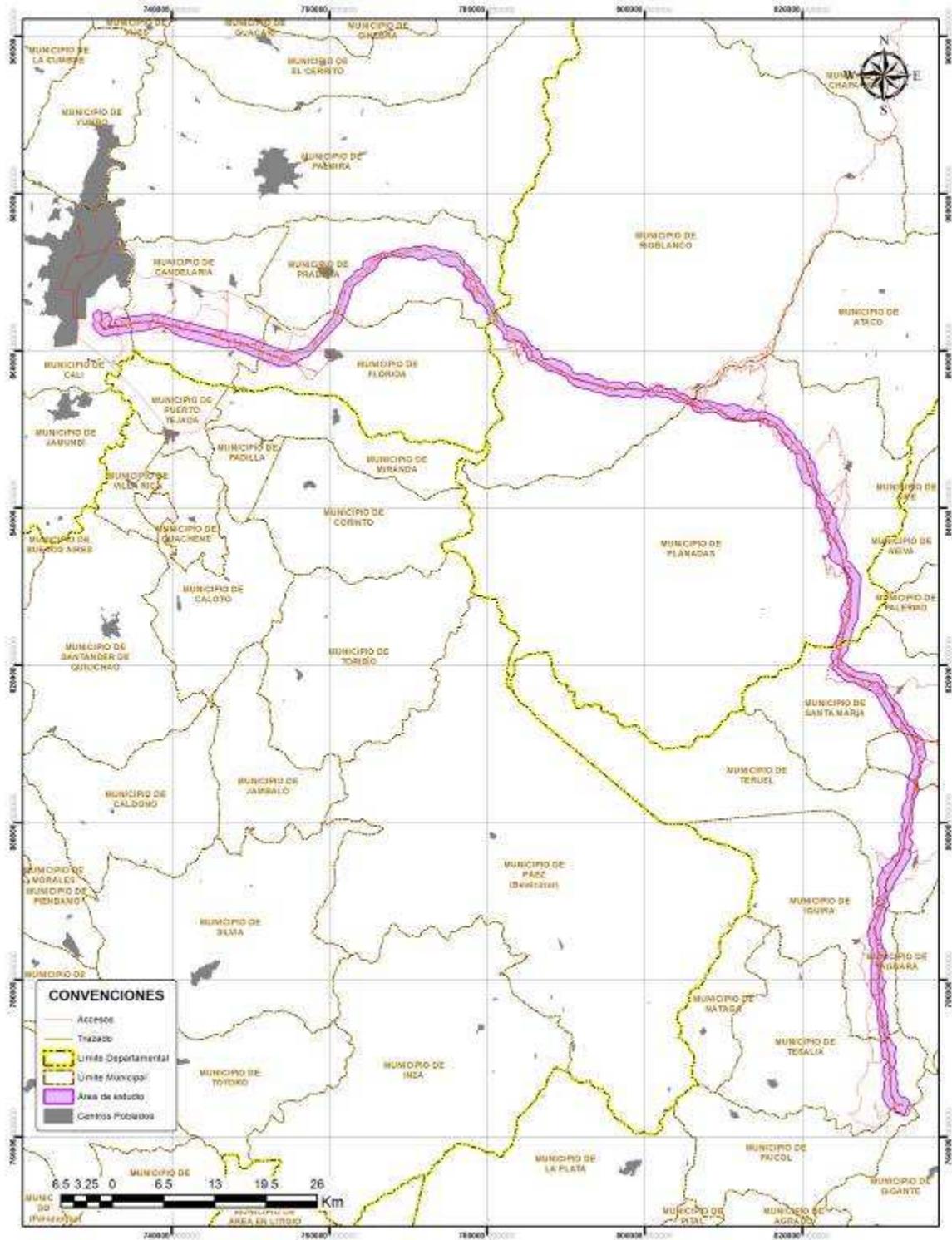
Con la cartografía base obtenida en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, las imágenes satelitales, las fotografías aéreas del área de influencia del Proyecto y con el trabajo de campo realizado, se identificaron y caracterizaron los accesos terrestres existentes para ingresar a las áreas proyectadas para la línea de transmisión.

En la Figura 7 se identifican las principales vías para ingresar al área de influencia directa proyectada para la línea de transmisión Tesalia – Alférez.

Para llegar a los sitios de torre se hará uso de los carreteables y caminos existentes, y se adecuarán, cuando sea necesario, nuevos accesos y los accesos para mulas en cada caso, de acuerdo con la identificación de accesos realizada, cuyo resultado se plasma en el Mapa de Accesos que se encuentran en el anexo cartográfico del presente estudio.

Durante la construcción y operación del Proyecto se hará uso principalmente de las vías principales, secundarias y terciarias que se encuentran en la zona, con el fin de conectar con los accesos peatonales, mulares; así como también de accesos adecuados durante la construcción, para llegar a los sitios de torre. A continuación de caracterizan estas vías.

Figura 7 Vías de acceso al Proyecto

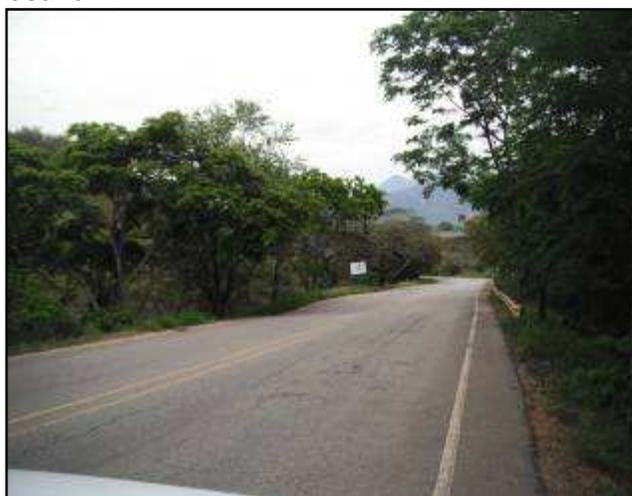


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.1 Acceso 01. Vía Cruce – Tesalia

Corresponde a la vía que comunica las cabeceras municipales de Neiva, Tesalia y Paicol en el departamento del Huila. Este acceso inicia en el cruce de la vía principal Neiva-Gigante y Tesalia hasta el municipio de Tesalia, el cual corresponde a la troncal 24 de la red vial nacional. Tiene una longitud de 28.8 kilómetros y un ancho de calzada de 8.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno montañoso y hace parte del tipo de vía primaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito pesado y tiene una superficie de rodadura en pavimento flexible en buenas condiciones, el estado de la señalización vertical y horizontal es buena. Esta vía proporciona acceso a la futura subestación Tesalia (Foto 1).

Foto 1 Vía Neiva - Tesalia



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.2 Acceso 02. Vía Tesalia – Iquira

Corresponde a la vía que comunica al municipio de Tesalia con el corregimiento de Pacarní y el municipio de Iquira en el departamento del Huila. Tiene una longitud de 28.2 kilómetros y un ancho de calzada de 5.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno montañoso y hace parte del tipo de vía terciaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito liviano y tiene una superficie de rodadura en terreno natural en regulares condiciones, no cuenta con señalización vertical y horizontal, se recomienda la utilización de esta vía en época seca (Foto 2). Esta vía en el sector comprendido entre Tesalia y Pacarní se encuentra pavimentada y en buenas condiciones (Foto 3).

Foto 2 Sector entre Iquira y Pacarní



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 3 Sector entre Pacarní y Tesalia



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.3 Acceso 03. Vía Iquira – Teruel

Corresponde a la vía que comunica a los municipios de Iquira y Teruel en el departamento del Huila. Tiene una longitud de 16.3 kilómetros y un ancho de calzada de 6.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno montañoso y hace parte del tipo de vía terciaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito liviano y tiene una superficie de rodadura en afirmado en buenas condiciones, no cuenta con señalización vertical y horizontal, se recomienda la utilización de esta vía en época seca (Foto 4).

Foto 4 Vía Iquira - Teruel



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.4 Acceso 04. Vía Teruel – Palermo

Corresponde a la vía que comunica a los municipios de Teruel y Palermo en el departamento del Huila. Este acceso corresponde a la troncal 46 de la red vial nacional. Tiene una longitud de 26.9 kilómetros y un ancho de calzada de 7.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno montañoso y hace parte del tipo de vía secundaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito pesado y tiene una superficie de rodadura en pavimento flexible en buenas condiciones, el estado de la señalización vertical y horizontal es malo (Foto 5).

Foto 5 Vía Teruel - Palermo



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.5 Acceso 05. Vía Palermo – Santa María

Corresponde a la vía que comunica a los municipios de Palermo y Santa María en el departamento del Huila. Tiene una longitud de 28.4 kilómetros y un ancho de calzada de 7.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno ondulado y hace parte del tipo de vía secundaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito pesado y tiene una superficie de rodadura en pavimento flexible el cual presenta en algunos sectores mal estado y antes de llegar a Santa María presenta un pavimento flexible en buenas condiciones, la señalización vertical y horizontal es regular, se recomienda la utilización de esta vía en época seca (Foto 6).

Foto 6 Vía Palermo - Santa María



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.6 Acceso 06. Vía Santa María – Planadas

Corresponde a la vía que comunica al municipio de Santa María en el departamento del Huila con el corregimiento de Gaitania y el municipio de Planadas en el departamento del Tolima. Tiene una longitud de 57.2 kilómetros y un ancho de calzada de 5.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno montañoso y hace parte del tipo de vía terciaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito liviano y tiene una superficie de rodadura en terreno natural en malas condiciones, no cuenta con señalización vertical y horizontal, la vía es muy inestable, se recomienda la utilización en época seca (Foto 7).

Foto 7 Vía Santa María - Planadas



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.7 Acceso 07. Vía Planadas – Rioblanco

Corresponde a la vía que comunica al municipio de Planadas con el corregimiento de La Herrera y el municipio de Rioblanco en el departamento del Tolima. Tiene una longitud de 72 kilómetros y un ancho de calzada de 4.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno montañoso y hace parte del tipo de vía terciaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito liviano y tiene una superficie de rodadura en terreno natural en malas condiciones, no cuenta con señalización vertical y horizontal, la vía es muy inestable, se recomienda la utilización en época seca (Foto 8).

Foto 8 Vía Planadas - Rioblanco



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.8 Acceso 08. Vía Pradera – Potrerito – Bolo Azul

Corresponde a la vía que comunica al municipio de Pradera departamento del Valle del Cauca, con las veredas Potrerito – Bolo Azul. Tiene una longitud aproximada de 36,0 kilómetros es una vía terciaria, de orden rural. La vía Pradera – Potrerito cuenta con una longitud de 6,0 kilómetros de vía pavimentada en buen estado y un ancho de calzada de 7,0 metros. La topografía es plana (Foto 9).

Foto 9 Vía Pradera – Potrerito



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Entre Potrerito y Bolo Azul la longitud de la vía aproximada es 30,0 kilómetros, ancho de calzada 6,0 m, la topografía es ondulada a montañosa, la vía se encuentra en afirmado, requiere de mantenimiento, adecuación y manejo de derrumbes, especialmente en la zona de la vereda Bolo Blanco (Foto 10), su condición de transitabilidad es adecuada en época de verano, no cuenta con señalización vertical y horizontal.

Foto 10 Vía Potrerito – Bolo Azul



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.9 Acceso 09. Vía Florida – Candelaria

Corresponde a la vía que comunica a los municipios de Florida y Candelaria en el departamento del Valle del Cauca. Tiene una longitud de 16.6 kilómetros y un ancho de calzada de 8.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno ondulado y hace parte del tipo de vía secundaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito pesado y tiene una superficie de rodadura en pavimento flexible en buenas condiciones, cuenta con señalización vertical y horizontal en buen estado (Foto 11).

Foto 11 Florida - Candelaria



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.10 Acceso 10. Vía Candelaria – Puerto Tejada

Corresponde a la vía que comunica a los municipios de Candelaria en el departamento del Valle del Cauca y Puerto Tejada en el departamento del Cauca. Tiene una longitud de 24 kilómetros y un ancho de calzada de 8.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno plano y hace parte del tipo de vía secundaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito pesado y tiene una superficie de rodadura en pavimento flexible en buenas condiciones, cuenta con señalización vertical y horizontal en buen estado (Foto 12).

Foto 12 Vía Candelaria - Puerto Tejada



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.11 Acceso 11. Vía Cali – Puerto Tejada

Corresponde a la vía que comunica a la ciudad de Cali, en el departamento del Valle del Cauca, y Puerto Tejada en el departamento del Cauca. Tiene una longitud de 17.5 kilómetros y un ancho de calzada de 7.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno ondulado y hace parte del tipo de vía secundaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito pesado y tiene una superficie de rodadura en pavimento flexible en buenas condiciones, cuenta con señalización vertical y horizontal en regular estado (Foto 13).

Foto 13 Vía Cali - Puerto Tejada



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.3.12 Acceso 12. Vía sector subestación Alférez

Corresponde a la vía de acceso al sector donde se ubica el predio de la futura subestación Alférez, en inmediaciones del Valle de Lili y el Hormiguero. Tiene una longitud de 16 kilómetros y un ancho de calzada de 7.0 metros aproximadamente, se ubica en un terreno plano y hace parte del tipo de vía terciaria, de orden rural, el uso de la vía es para tránsito liviano y tiene una superficie de rodadura en pavimento flexible en buenas condiciones y afirmado en mal estado, no cuenta con señalización vertical y horizontal (Foto 14 y Foto 15).

Foto 14 Sector de Villa de Lili



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 15 Sector del Hormiguero



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.4 Trazado y Características Geométricas de la línea

2.2.4.1 Descripción de vértices

A continuación se describen los vértices que conforman el trazado de la línea de transmisión obtenida de la etapa de exploración.

El reconocimiento se inicio en el lote destinado por la EEB para la construcción de la subestación Tesalia; este sitio se encuentra aproximadamente a dos kilómetros adelante del puente “El Colegio” que cruza el río Magdalena, en la vereda el Alto de la Hocha, cerca de la vía que comunica al municipio de Tesalia.

La cobertura vegetal del área donde se está construyendo la Subestación Tesalia corresponde a pastos arbolados muy dispersos (Foto 16).

Foto 16 Panorámica S.E Tesalia



Fuente: EEB, 2014

- **Vértice VTATP000 (T1)**

El vértice VTATP000 (T1), el cual representa la torre terminal de la línea Tesalia – Alférez, se encuentra en la vereda el Alto de la Hocha, fuera de la subestación en una zona con espacio reducido. Este vértice tiene limitado su desplazamiento ya que se encuentra entre el lote proyectado de la S/E Tesalia, la carretera pavimentada que conduce a la población de Tesalia y una red de fibra óptica existente sobre la vía. El tramo topográficamente es plano al comienzo, posteriormente inicia un pequeño ascenso buscando el sitio de apoyo para realizar el cruce sobre la línea existente Betania - Jamondino a 230 kV; el suelo está compuesto principalmente por depósitos aluviales (Foto 17).

Foto 17 Panorámica Vértice VTATP000 (T1)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP000 (T1) a VTATP001 (T2)**

El vértice VTATP001 (T2) se encuentra en la parte alta de una colina en la vereda el Alto de la Hocha, en un sitio estrecho y firme con pendientes moderadas, el cual servirá como apoyo para realizar el cruce previsto sobre la línea existente Betania - Jamondino a 230 kV entre las torres T77 y T78. El suelo está compuesto principalmente por rocas sedimentarias tipo areniscas y conglomerados (Foto 18).

Foto 18 Panorámica Vértice VTATP001 (T2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP001 (T2) a VTATP002 (T3N)**

Al localizar el vértice VTATP002 (T3N) de acuerdo a las coordenadas preliminares se encontraba a media ladera en una zona con pendientes longitudinal y transversal muy fuertes, razón por la que se desplazó al costado derecho en el sentido de la línea, localizándose en una zona estable con pendientes moderadas. Este vértice servirá como el segundo apoyo para realizar el cruce sobre la línea existente Betania – Jamondino a 230 kV. El tramo topográficamente es ondulado y se presentan rocas sedimentarias clásticas conformadas por crestas de rocas duras con pequeños valles blandos. Las torres se pueden ubicar sobre las crestas donde las rocas presentan mayor resistencia (Foto 19).

Foto 19 Panorámica Vértice VTATP002 (T3N)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP002 (T3N) a VTATP003 (T5)**

El tramo entre los vértices VTATP002 (T3N) a VTATP003 (T5), atraviesa una zona firme, geológicamente estable donde se presentan rocas sedimentarias conformadas por crestas de rocas duras con pequeños valles blandos, a la derecha de la torre T4N se presentan terrenos afectados por erosiones y deslizamientos; se debe tener en cuenta también que en este tramo se cruza una línea de transmisión de 34.5 kV, la cual alimenta toda la infraestructura presente en el campo petrolero de Hocol, por estas razones las torres se deben ubicar sobre las crestas donde las rocas presentan mayor resistencia y el terreno tenga mayor altura para realizar el cruce de dicha línea de transmisión (Foto 20).

Foto 20 Panorámica Vértice VTATP003 (T5)

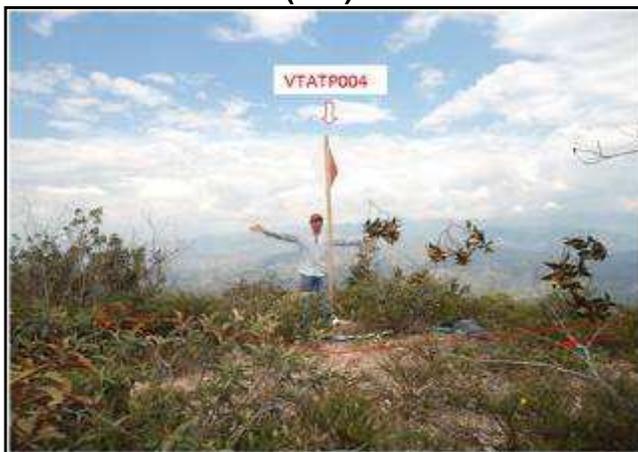


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP003 (T5) a VTATP004 (T10)**

El tramo entre los vértices VTATP003 (T5) a VTATP004 (T10) atraviesa por una zona montañosa con pendientes pronunciadas, depresiones profundas con pendientes longitudinales y transversales fuertes, geotécnicamente estables para la instalación de estructuras, el suelo está compuesto principalmente por rocas duras susceptibles a la erosión, en este tramo se cruza el carretable de acceso a los campos de explotación petrolera de Hocol (Foto 21).

Foto 21 Panorámica Vértice VTATP004 (T10)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP004 (T10) a VTATP005 (T17)**

El alineamiento entre los vértices VTATP004 a VTATP005 (T10 a T17) se caracteriza por contar con una morfología montañosa con pendientes moderadas. A lo largo de este tramo se observan rocas de alta resistencia pero con evidencias de erosión, geotécnicamente estables para plantar estructuras, con suelo compuesto principalmente por rocas susceptibles a la erosión (Foto 22).

Foto 22 Panorámica Vértice VTATP005 (T17)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP005 (T17) a VTATP006 (T23)**

El tramo entre los vértices VTATP005 (T17) a VTATP006 (T23) cruza una zona ondulada, con pendientes moderadas, geotécnicamente estables para plantar estructuras, con suelo compuesto principalmente por rocas sedimentarias. El vértice VTATP006 (T23) se ubicó en un sitio plano, amplio, firme y estable (Foto 23).

Foto 23 Panorámica Vértice VTATP006 (T23)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP006 (T23) a VTATP007 (T28)**

El tramo entre los vértices VTATP006 (T23) a VTATP007 (T28) atraviesa por una zona ondulada con pendientes pronunciadas, depresiones profundas con pendientes longitudinales y transversales fuertes, con buenos apoyos para las estructuras. El sitio es geotécnicamente estable para plantar estructuras (Foto 24).

Foto 24 Panorámica Vértice VTATP007 (T28)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP007 (T28) a VTATP008 (T33)**

El tramo entre los vértices VTATP007 (T28) a VTATP008 (T33) cruza por una zona montañosa con pendientes longitudinales y transversales moderadas, con buenos apoyos para las estructuras. La zona es geotécnicamente estable, pero susceptible a la erosión, presenta buenos apoyos para instalar estructuras (Foto 25).

Foto 25 Vista hacia adelante vértice VTAP008 (T33)

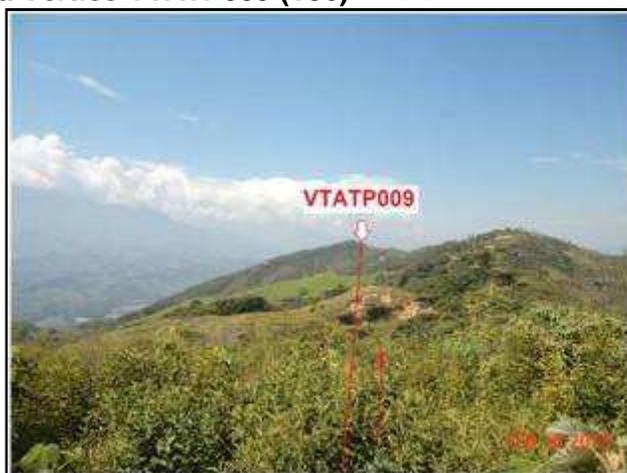


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP008 (T33) a VTATP009 (T36)**

El acceso a este tramo de la línea se hace por el carreteable que conduce a la vereda Santa Lucia, acceso común a la línea existente Betania - San Bernardino a 230kV, este sector cuenta con sitios de apoyo estables, la topografía es montañosa con pendientes moderadas, con buenos apoyos para las estructuras. El suelo está compuesto principalmente por rocas sedimentarias (Foto 26).

Foto 26 Panorámica Vértice VTATP009 (T36)

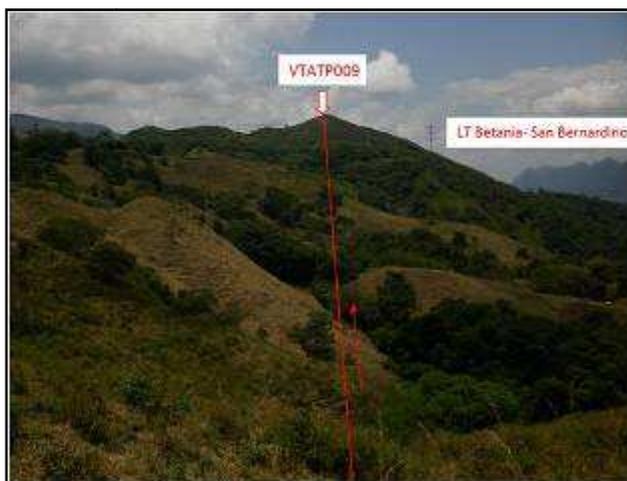


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP009 (T36) a VTATP011 (T41)**

Estos vértices se ubicaron en un sitio apto para realizar el cruce de la línea Betania - San Bernardino a 230kV, donde se observa cerca un montículo apropiado para instalar un apoyo que permitirá hacer un cruce adecuado respetando las distancias de seguridad requeridas entre dos líneas a 230 kV, como es el caso que nos ocupa (Foto 27).

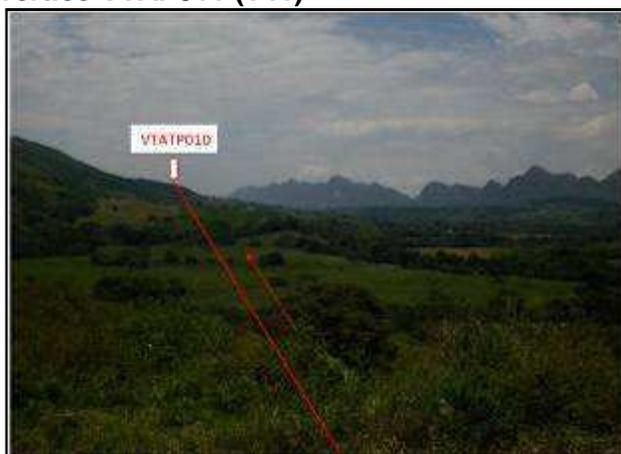
Foto 27 Vista al vértice VTAP009 y cruce de la línea Betania – San Bernardino a 230kV



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

También se realiza el cruce con el río Yaguará, el cual se caracteriza por presentar en sus orillas cultivos de cereales como arroz, pastos enmalezados y pequeñas áreas de rondas hídricas (Foto 28).

Foto 28 Vista atrás vértice VTAP011 (T41)

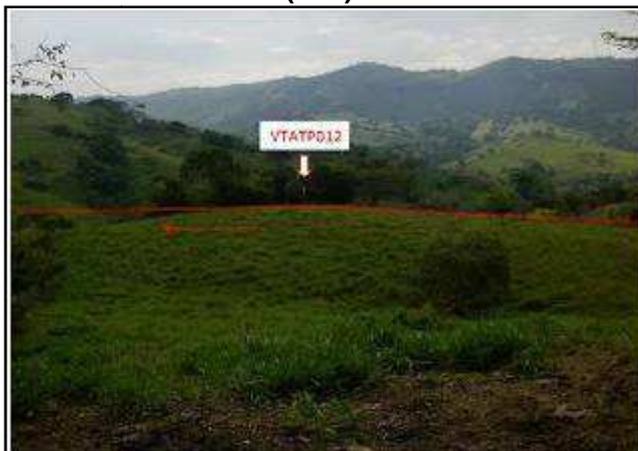


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP011 (T41) a VTATP012 (T48)**

El vértice VTATP011 (T41) se encuentra localizado en el municipio de Iquira, vereda Santa Bárbara, en la finca Villitas propiedad de Pedro Antonio Andrade. Partiendo hacia el vértice VTATP012 (T48) la zona es menos ondulada y es posible conseguir accesos a los sitios de la línea; hacia el vértice VTATP013 (T60) se observa la explotación de minas de materiales para relleno (Foto 29).

Foto 29 Panorámica Vértice VTATP012 (T48)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

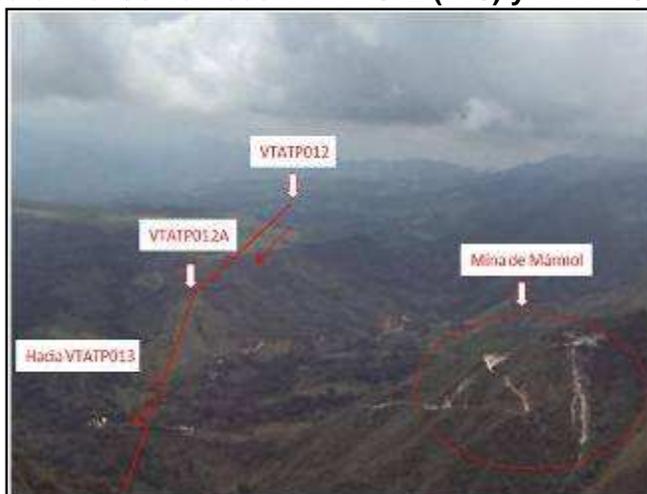
- **Vértices VTATP012 (T48) a VTATP013 (T60)**

El tramo entre los vértices transcurre por terreno montañoso con pendientes longitudinales y transversales moderadas y con buenos apoyos para las estructuras.

En este tramo fue necesario incluir el vértice VTATP012A (T55) abriendo la línea 450 m aproximadamente, con el fin de alejar el eje de una mina de explotación de mármol y de un caserío de la vereda Estambul. Este vértice se ubicó en una zona amplia, plana y estable con suelo fino.

El vértice VTATP013 (T60) se ubicó en la parte alta de una montaña, en la vereda Estambul, en un sitio con pendientes longitudinal y transversal moderadas, es un sitio amplio, firme y estable (Foto 30).

Foto 30 Panorámica entre los vértices VTATP012 (T48) y VTATP013 (T60)



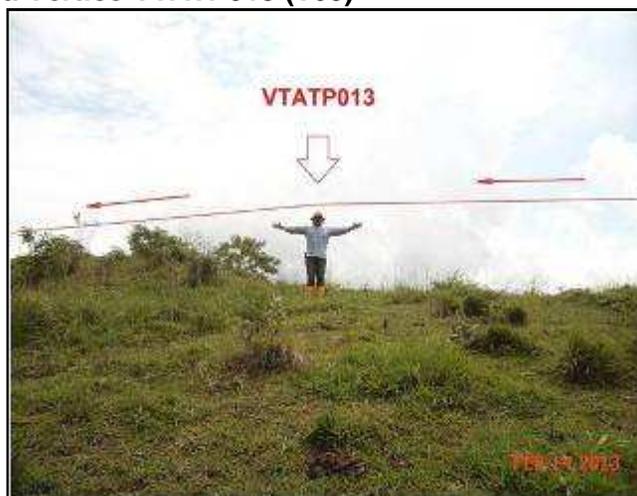
Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP013 (T60) a VTATP014 (T65)**

El tramo entre los vértices VTATP013 (T60) a VTATP014 (T65) transcurre por terreno montañoso con pendientes longitudinales y transversales fuertes, con buenos apoyos para las estructuras.

El vértice VTATP013 (T60) se encuentra localizado en una zona con topografía montañosa, pendientes moderadas. El suelo es firme y estable (Foto 31).

Foto 31 Panorámica Vértice VTATP013 (T60)

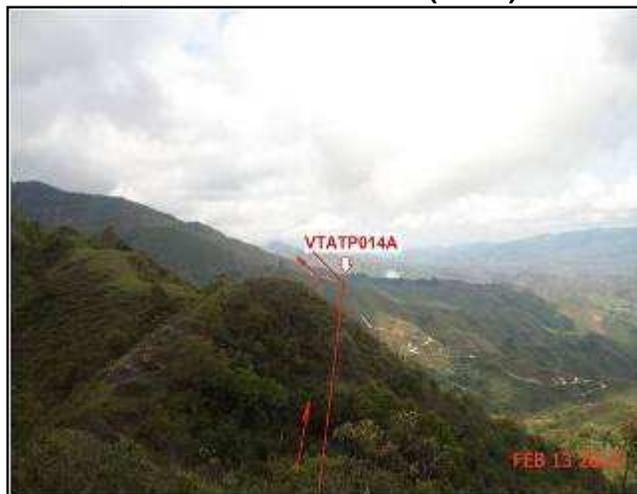


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP14 (T65N) a VTATP014A (T67N)**

El vértice VTATP014A (T67N) fue creado para evitar la interferencia con las antenas de comunicaciones del municipio de Teruel, por lo cual la línea se desvió hacia la derecha en el sentido de la línea; se encuentra localizado en una zona con topografía montañosa, pendientes moderadas. El suelo es firme y estable (Foto 32).

Foto 32 Panorámica entre los vértices VTATP014 (T65N) a VTATP014A (T67N)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP014A (T67N) a VTATP015 (T71)**

El tramo de los vértices VTATP014A (T67N) a VTATP015 (T71), atraviesa por una zona montañosa con pendientes pronunciadas, depresiones poco profundas con pendientes longitudinales y transversales moderadas, geotécnicamente estables para plantar estructuras, el suelo está compuesto principalmente por rocas duras susceptibles a la erosión (Foto 33).

Foto 33 Panorámica Vértice VTATP015 (T71)

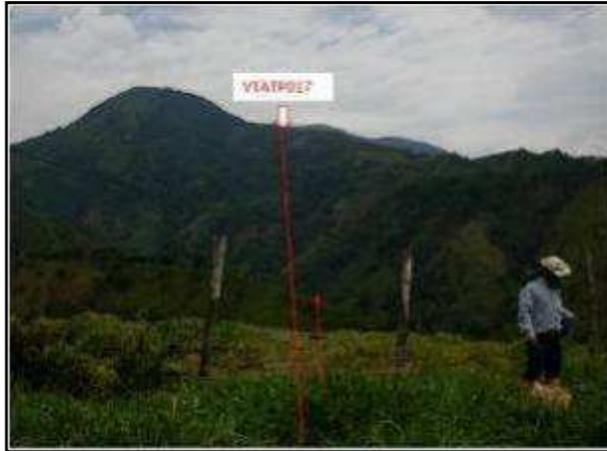


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP016 (T86) a VTATP017 (T92)**

El tramo entre los vértices VTATP016 (T86) a VTATP017 (T92) cruza por una zona montañosa con pendientes fuertes, con buenos apoyos para las estructuras. La zona es geotécnicamente estable, presenta buenos apoyos para plantar estructuras, con presencia de abundante vegetación tipo rastrojo bajo. (Foto 34).

Foto 34 Vista hacia adelante VTATP 16 (T86)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP017 (T92) a VTATP018 (T99)**

Entre el vértice VTATP017 (T92) y el VTATP018 (T99) no existen accesos carreteables, el recorrido se debe hacer por accesos peatonales, en el tramo se observa afloramientos de roca en algunos sitios. El eje cruza por una zona montañosa con pendientes moderadas a pronunciadas. La zona es geotécnicamente estable, presenta buenos apoyos para plantar estructuras (Foto 35).

Foto 35 Vista hacia adelante vértice VTATP018 (T99)

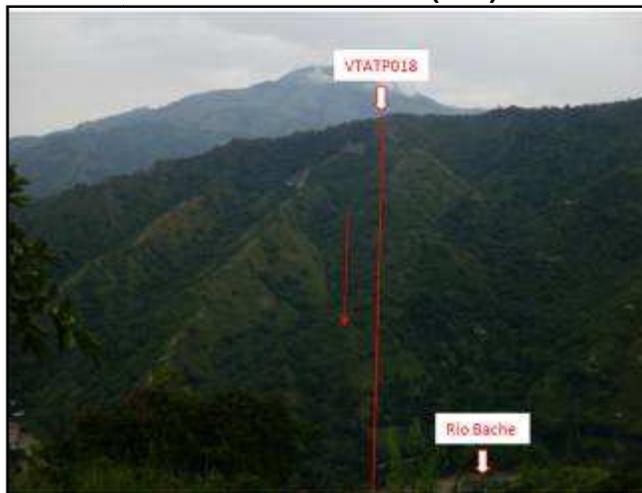


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP018 (T99) a VTATP019 (T105)**

El tramo transcurre por terreno con topografía montañosa, con depresiones profundas y pendientes longitudinales y transversales pronunciadas; en este tramo el eje de la línea cruza el carreteable que comunica a la vereda Divino Niño y la quebrada del Oso (Foto 36).

Foto 36 Panorámica entre los vértices VTATP018 (T99) a VTATP019 (T105)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vertices VTATP019 (T105) a VTATP020 (T121)**

El acceso a este sector se realiza por el carreteable que lleva del municipio de Santa María (Huila) al corregimiento de Puerto Tolima; la línea transcurre por un terreno con topografía montañosa con pendientes pronunciadas, depresiones profundas, se caracteriza por poseer buenos sitios de apoyo para las estructuras.

Entre el vértice VTATP19 (T105) a VTATP19A (T112) se encuentra una zona con topografía montañosa de pendientes pronunciadas, el suelo es firme y estable (Foto 37).

Foto 37 Vista hacia atrás vértice VTATP019A (T112)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice VTATP019B (T117) se ubicó en la parte alta del cerro, a 30m de un carreteable privado; el sitio presenta buena estabilidad y buenos apoyos para la construcción de estructuras hacia ambos sentidos de la línea (Foto 38).

Foto 38 Panorámica Vértice VTATP019B (T117)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

• Vertices VTATP020 (T121) a VTATP021 (T130)

Los vértices VTATP020 (T121) y VTATP021 (T130) se encuentran localizados en una zona con morfología plana, pendientes suaves. Debido a las condiciones climáticas y la poca cobertura vegetal presente en el sitio del vértice VTATP020 (T121) se pudo observar que el suelo presenta altos niveles de saturación; por esta razón se debe tener en cuenta la construcción de obras de protección y estabilización para mejorar las condiciones del sitio (Foto 39).

Foto 39 Panorámica entre los vértices VTATP020 (T121) y VTATP021 (T130)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vertices VTATP021 (T130) a VTATP022 (T133)**

El acceso en este sector se realiza por el carreteable que lleva del municipio de Santa María (Huila) al corregimiento de Puerto Tolima, la línea atraviesa una zona con topografía ondulada con pendientes longitudinales y transversales suaves, con buenos apoyos para las estructuras, vegetación intervenida y bastante población rural. El vértice VTATP022 (T133) se encuentra localizado en una zona con morfología ondulada, pendientes suaves, se localiza cerca del carreteable (Foto 40).

Foto 40 Panorámica Vértice VTATP022 (T133)

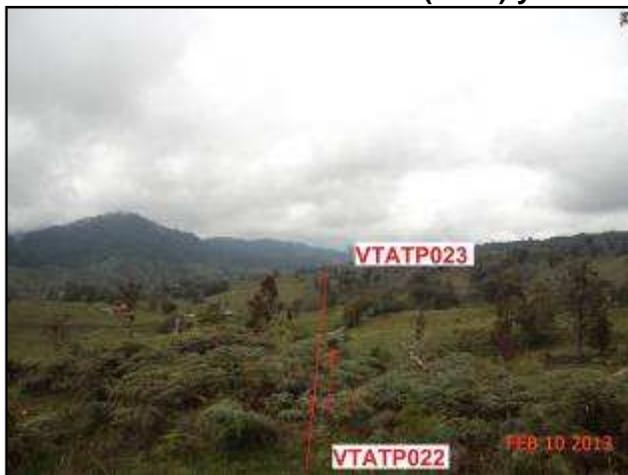


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vertices VTATP022 (T133) a VTATP023 (T145)**

A partir del VTATP022 (T133) hacia el VTATP023N (T144) la vegetación en el corredor se disminuye considerablemente y los sitios de apoyo se ubicarían en terrenos ondulados, el corredor pasa por un lado de la vereda Río Claro (Foto 41).

Foto 41 Panorámica entre los vértices VTATP022 (T133) y VTATP023 (T145)

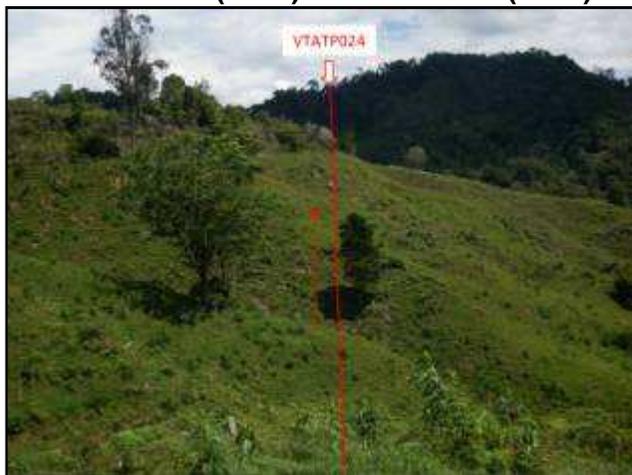


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vertices VTATP023N (T144) a VTATP024N (T147)**

El acceso en este sector se realiza por el carreteable que lleva del corregimiento de Puerto Tolima a la población de Gaitania, la línea atraviesa una zona con topografía ondulada con pendientes longitudinales y transversales moderadas con buenos apoyos para las estructuras, vegetación intervenida y bastante población rural. El vértice VTATP024N (T147) se encuentra localizado en una zona con morfología montañosa, pendientes moderadas (Foto 42).

Foto 42 Alineamiento VTATP023N (T144) a VTATP024N (T147)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP025N (T149) a VTATP027N (T166)**

A partir del VTATP025N (T149) hacia VTATP026N (T154) el alineamiento se encuentran localizado en la vereda El Mirador; existen cultivos de plátano, frijol y café, existen árboles que se deben considerar durante el trazado, no existen accesos viales en este tramo, se debe considerar el cruce con los bosques a media ladera y partes bajas cuyas dificultades se presentaran principalmente en el tendido de los conductores. (Foto 43).

En el tramo VTATP026N (T154) - VTATP027N (T166) se observa que el terreno es montañoso, el acceso se debe realizar a través de caminos peatonales partiendo del carretable principal que conduce al municipio de Planadas. Este tramo se cruza con la vía que conduce al corregimiento de Gaitania, la configuración topográfica es montañosa y de fuertes pendientes (Foto 44).

Foto 43 Panorámica VTATP025N (T149)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 44 Panorámica vértice VTATP026N (T154)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice VTATP027N (T166) se ubicó en un sitio plano y en la cima de una montaña de la vereda San Joaquín Alto. Presenta un suelo estable fino color marrón con cobertura vegetal compuesta de pastizales (Foto 45).

Foto 45 Vista hacia vértice VTATP027N (T166)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP028N (T168) a VTATP030N (T175)**

En el tramo entre los vértices VTATP028N (T168) y VTATP030N (T175) existe un corredor con erosiones localizadas en sitios intervenidos por la comunidad para cultivar, a pesar de tener una topografía abrupta; en este tramo se observan algunos accesos peatonales, en algunos casos cercanos a la vía Planadas - Bilbao. El VTATP028N (T168) se ubicó en un sitio alto con suelo estable y fino; en general las condiciones del sitio son buenas para la construcción de las estructuras. El acceso a este vértice se realiza a caballo, ingresando por la escuela de la vereda San Gabriel del municipio de Planadas (Foto 46).

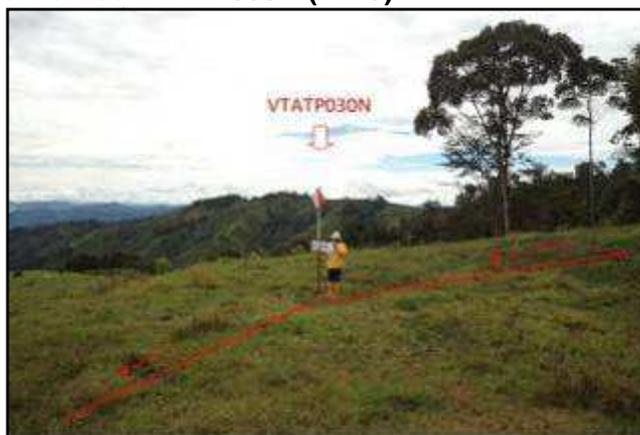
Foto 46 Panorámica Vértice VTATP028N (T168)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice VTATP030N (T175) está ubicado en un sitio moderadamente plano con topografía ondulada hacia adelante en el sentido de la línea, contiguo al carreteable que conduce de Planadas hacia Bilbao y presenta un suelo fino cubierto por pastos, utilizado para la ganadería (Foto 47).

Foto 47 Panorámica Vértice VTATP030N (T175)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP030N (T175) a VTATP031N (T185)**

Este tramo se caracteriza por tener una considerable extensión de bosque que limita el paso del proyecto, se consideran sitios de apoyo cercanos a la vía Planadas – Bilbao, se recomienda tener en cuenta obras de protección y realizar revegetalizaciones (Foto 48).

Foto 48 Panorámica entre VTATP030N (T175) y VTATP031N (T185)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP031N (T185) a VTATP032 (T189)**

Entre estos vértices las condiciones físicas del terreno en general son buenas, pues se presentan buenos apoyos para la construcción de estructuras y teniendo en cuenta que la vía se encuentra cerca al eje, se pueden tener buenos accesos a los posibles sitios de torre. (Foto 49).

Foto 49 Panorámica entre los vértices VTATP031N (T185) Y VTATF032 (T189)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTAPF032N (T189) a VTAPF033N (T201)**

Los vértices de este tramo se localizaron en zonas altas, caracterizadas por ser planas y firmes, en general las condiciones de su ubicación presentan buena estabilidad y apoyos en ambos sentidos de la línea. (Foto 50).

Foto 50 Panorámica vértice VTAPF033N (T201)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTAPF033N (T201) a VTAPF034N (T204)**

El tramo comprendido entre estos dos vértices se caracteriza por tener una topografía montañosa con suelos arenosos. Su acceso se realiza por caminos de herradura encontrados en la vía que conduce del corregimiento de La Herrera hacia la vereda Patagonia del municipio de Planadas (Foto 51).

Foto 51 Panorámica del eje entre vértices VTAPF033N (T201) y VTAPF034N (T204)



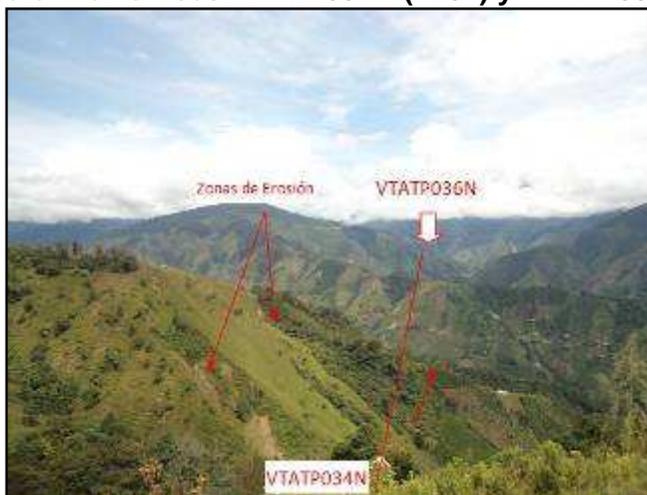
Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTAPF034N (T204) a VTAPF036N (T210N)**

A este tramo de la línea se accede por la ruta Chaparral – Río Blanco (Semi-pavimentada); el tramo Río Blanco – La Herrera se realiza por una vía destapada pero en

buenas condiciones. Entre estos vértices el trazado del eje cruza los ríos Saldaña y Hereje, razón por la cual se ubicó el alineamiento por un terreno con topografía montañosa de apoyos altos y zonas medianamente intervenidas. (Foto 52).

Foto 52 Panorámica entre vértices VTAPF034N (T204) y VTAPF036N (T210N)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTATP036N (T210N) a VTAPF039AA (T260)**

La topografía de la zona es montañosa con altas pendientes y sitios de apoyo para las torres. En el tramo de los vértices VTATP036N (T210) a VTATP037N (T224) los suelos tienen bloques de roca sobresaliendo en la superficie, con presencia de materia orgánica y pastizales utilizados en el pastoreo de ganado. Entre los vértices VTATP037N (T224) y VTATP039AB = R1 (T263), se observa que el suelo presenta grandes índices de saturación y grandes afloramientos de roca. (Foto 53).

Foto 53 Panorámica entre vértices VTATP36N (T210)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice VTAPF036A (T215) quedó ubicado en un punto alto de media ladera con pendientes laterales altas y al costado izquierdo de un bosque denso. Las condiciones del sitio son buenas por que presenta estabilidad y buenos apoyos en ambos sentidos de la línea, aunque es posible que las estructuras en esta zona requieran obras de protección para mejorar las condiciones de los sitios de torre (Foto 54).

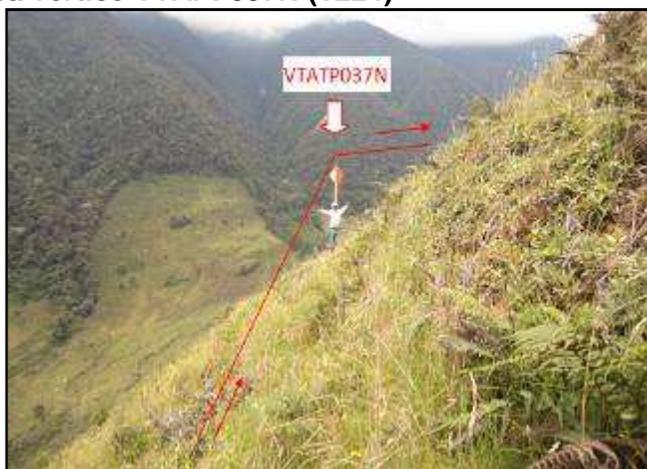
Foto 54 Panorámica entre vértices VTAPF036A (T215) a VTAPF036B (T219)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice VTAPF037N (T224) se encuentra localizado en zona de media ladera donde la topografía presenta pendientes laterales altamente pronunciadas. (Foto 55).

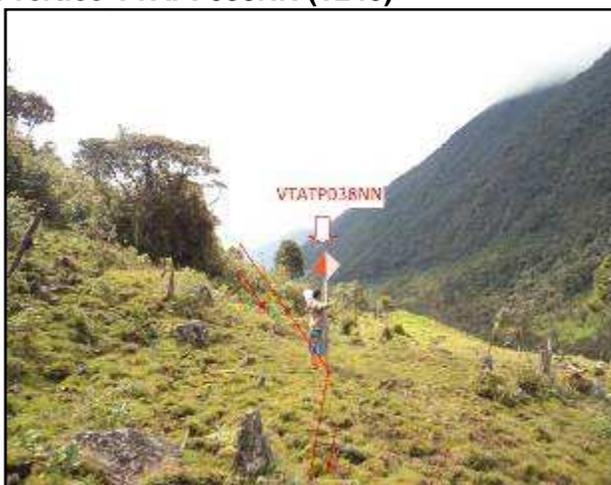
Foto 55 Panorámica vértice VTAPF037N (T224)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice VTAPF038NN (T240) quedó localizado en una zona con pendientes laterales moderadas con vegetación baja y suelo saturado con pequeños afloramientos de roca, es posible que para este vértice sea necesario implementar obras de protección. (Foto 56).

Foto 56 Panorámica vértice VTAPF038NN (T240)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice VTAPF039N (T244) quedó en un sitio alto con alta concentración de vegetación y pendientes laterales altas, en su suelo presenta un gran índice de materia orgánica vegetal. Es recomendable que en el sitio se realicen obras de protección y estabilización para mejorar sus condiciones (Foto 57).

Foto 57 Panorámica vértice VTAPF039N (T244)

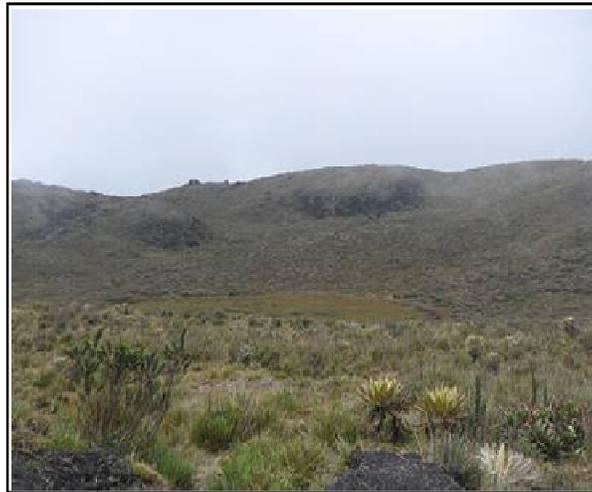


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Posteriormente, a alturas superiores a 3600 m e inferiores a 4100 m, se encuentra el páramo de Grámíneas (páramo propiamente dicho) (Rangel-Ch, 20009). (Foto 58).

En esta zona de páramo se encuentran los vértices VTAPF039A (T249) al VTAPF039AB = R1 (T263), con dificultad de accesos, pues para llegar al eje es necesario realizar largos recorridos a pie en condiciones físicas del terreno que en algunos puntos no son muy buenas. (Foto 59).

Foto 58 Sector ubicado en el Páramo



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 59 Panorámica VTAPF039A (T249)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice VTAPF039AA (T260) se ubicó en la cima de una montaña que a pesar de tener grandes afloramientos de roca muestra en su suelo altos índices de saturación por la baja vegetación y las condiciones climáticas de la zona (Foto 60).

Foto 60 Panorámica VTAPF039AA (T260)



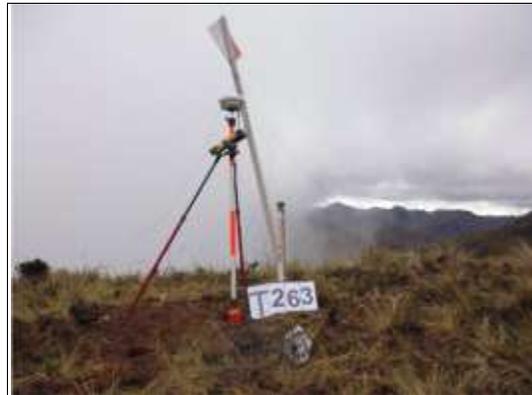
Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértice R1= VTAPF039AB (T263)**

En el sitio del VTAPF039AB = R1 (T263) se observó que las condiciones de estabilidad mejoran con relación a los vértices VTAPF039A (T249) y VTAPF039AA (T260). Este vértice quedó localizado en la zona más alta de un cerro de pendientes laterales y longitudinales que varían entre el 10% y 20%, la cima es angosta, subhorizontal a levemente inclinada, con eje orientado en dirección N-S, perpendicular a la línea, hay

espacio suficiente para la localización de la estructura y el suelo es saturado con formaciones de roca y poca vegetación (Foto 61).

Foto 61 Panorámica vértice R1 = VTAPF039AB (T263)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El tramo entre los vértices R1 (T263) y R2 (T267-V2) tiene una longitud aproximada de 2,2 km.

- **Vértice R3 (T272-V2)**

El vértice R3 (T272-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es ondulada y abrupta con pendientes longitudinales y transversales fuertes; la vegetación consta de pastos y frailejones (Foto 62).

Foto 62 Panorámica vértice R3 (T272-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice 3 (T272-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de las torres. El tramo entre los vértices R3 (T-V2) y R2 (T267-V2) tiene una longitud aproximada de 2,6 km (Foto 63).

Foto 63 Vista atrás y adelante del vértice R3 (T272-V2)



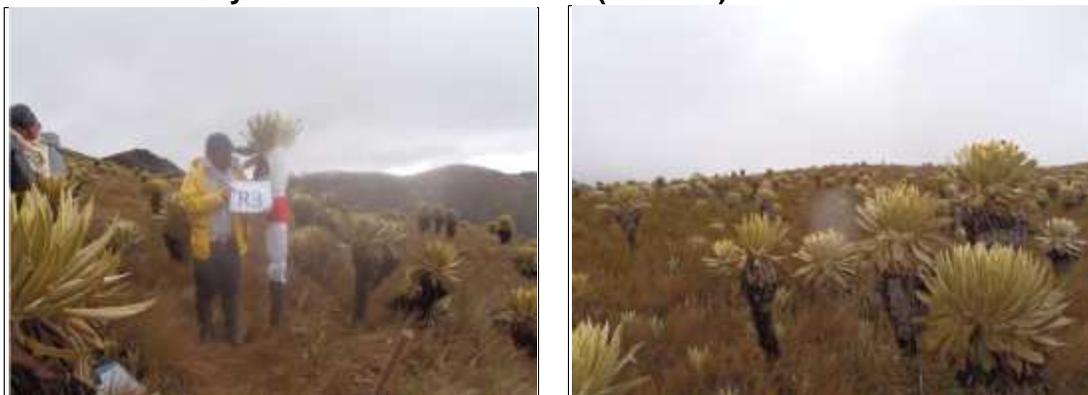
Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice R3 (T267-V2) se localiza en la vereda Bolo Azul del municipio de Pradera. El acceso se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul, en una longitud de 36 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 30 km son vía destapada, hasta llegar al sector denominado La Punta donde se ubica la escuela Bolo Azul; luego se recorre aproximadamente 20 km por camino de herradura.

- **Vértice R3A (T278-V2)**

El vértice R3A (T278-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es ondulada y abrupta con pendientes longitudinales y transversales fuertes; la vegetación consta de pastos y frailejones (Foto 64).

Foto 64 Banderola y Panorámica vértice R3A (T278-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice 3A (T278-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de las torres. El tramo entre los vértices R3A (T278-V2) y R4 (T281-V2) tiene una longitud aproximada de 2,07 km (Foto 65).

Foto 65 Vista atrás y adelante vértice R3A (T278-V2)



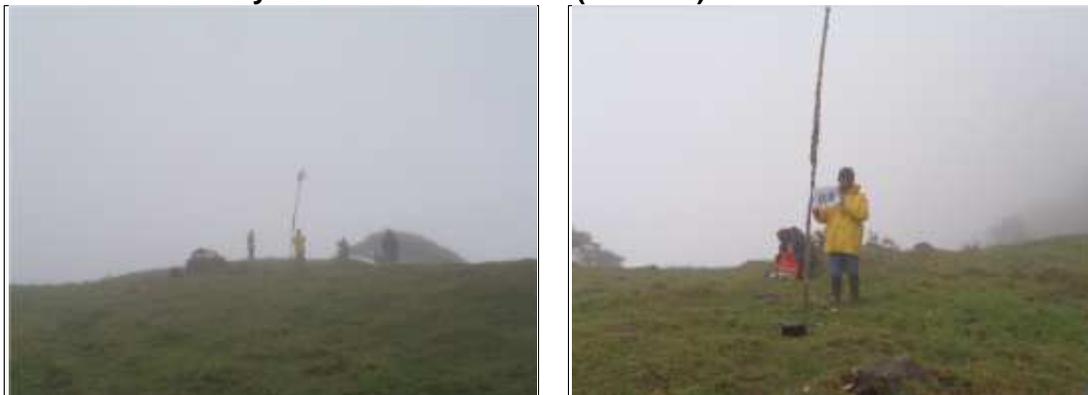
Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en la vereda Bolo Azul, del municipio de Pradera, en el predio Los Tanques, propiedad de Fernando Ramírez. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul, en una longitud de 36 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 30 km son vía destapada, hasta llegar al sector denominado como La Punta donde se ubica la escuela Bolo Azul; luego se recorre aproximadamente 16 km por camino de herradura.

- **Vértice R4 (T281-V2)**

El vértice R4 (T284-V2) está localizado en una zona con morfología montañosa donde la topografía es ondulada y con pendientes longitudinales y transversales <10%: la vegetación consta de pastos y bosque (intervenido), por lo que el vértice se movió 200 m para alejarlo del bosque (Foto 66).

Foto 66 Panorámica y Banderola vértice R4 (T281-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R4 (T281-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de las torres. El tramo entre los vértices R4 (T281-V2) y R5 (T286-V2) tiene una longitud aproximada de 1,6 km (Foto 67).

Foto 67 Vista atrás y adelante vértice R4 (T281-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en la vereda Bolo Azul, del municipio de Pradera, en el predio Los Tanques, propiedad de Fernando Ramírez. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul, en una longitud de 36 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 30 km son vía destapada, hasta llegar al sector denominado La Punta donde se ubica la escuela Bolo Azul; luego se recorre aproximadamente 7 km por camino de herradura.

- **Vértice R5 (T286-V2)**

El vértice R5 (T286-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es ondulada, con pendientes longitudinales y transversales <10%: la vegetación consta de bosque (intervenido) y pastos; el vértice se movió a la izquierda para alejarlo del bosque (Foto 68).

Foto 68 Banderola y Panorámica vértice R5 (T286-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R5 (T286-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de las torres. El tramo entre los vértices R5 (T286-V2) y R6 (T288-V2) tiene una longitud aproximada de 1,8 km (Foto 69).

Foto 69 Vista atrás y adelante vértice R5 (T286-V2)



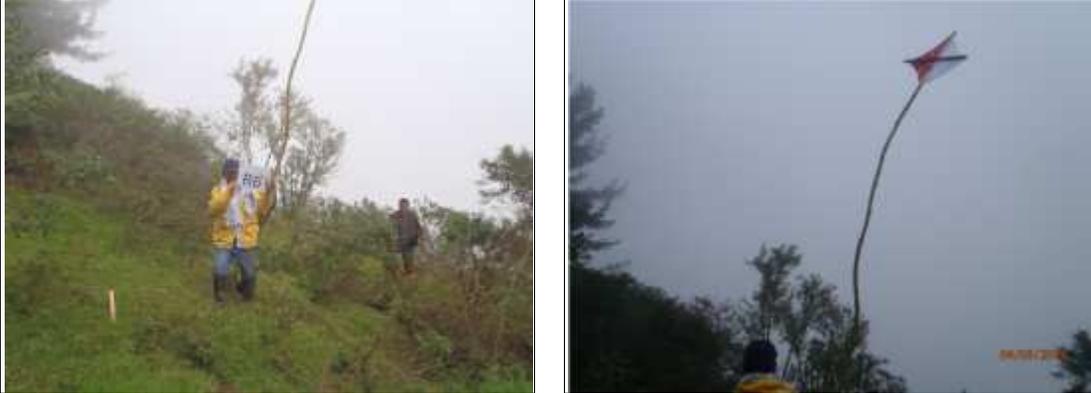
Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en la vereda Bolo Azul, del municipio de Pradera, en el predio El Hoyo, propiedad de Albeiro Espejo. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul, en una longitud de 36 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 30 km son vía destapada, hasta llegar al sector denominado La Punta donde se ubica la escuela Bolo Azul; luego se recorre aproximadamente 3,5 km por camino de herradura.

- **Vértice R6 (T288-V2)**

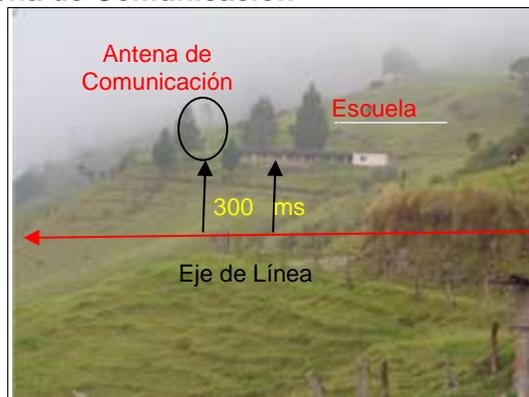
El vértice R6 (T288-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es fuerte, con pendientes longitudinales y transversales >10%; la vegetación consta de bosque (intervenido) y rastrojo alto (Foto 70). El vértice se desplazó hacia el costado izquierdo para alejar la línea de la Escuela Bolo Azul y de una antena de comunicación que no se encuentra en funcionamiento (Foto 71).

Foto 70 Banderola y Panorámica vértice R6 (T288-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 71 Escuela y Antena de Comunicación



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R6 (T288-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de las torres. El tramo entre los vértices R6 (T288-V2) y R7 (T) tiene una longitud aproximada de 1,7 km (Foto 72).

Foto 72 Vista atrás y adelante vértice R6 (T288-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en la vereda Bolo Azul, del municipio de Pradera, en el predio La Punta, propiedad de Héctor Grajales. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul, en una longitud de 36 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 30 km son vía destapada, hasta llegar al sector denominado La Punta donde se ubica la escuela Bolo Azul; luego se recorre aproximadamente 300 m por camino de herradura.

- **Vértice R7 (T292-V2)**

El vértice R7 (T292-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es ondulada, con pendientes longitudinales y transversales <10%; la vegetación consta de bosque (intervenido) y rastrojo alto (Foto 73).

Foto 73 Vista atrás y adelante vértice R7 (T292-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R7 (T292-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de las torres. El tramo entre los vértices R7 (T292-V2) y R8V (T298-V2) tiene una longitud aproximada de 2,8 km (Foto 74).

Foto 74 Banderola y Panorámica vértice R7 (T292-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en el límite de las veredas Bolo Blanco y Bolo Azul, del municipio de Pradera, en el predio La Campiña, propiedad de Mario Avella. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul, en una longitud de 36 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 30 km son vía destapada; luego se recorre aproximadamente 1,0 km por camino de herradura.

- **Vértice R8V (T299-V2)**

El vértice R8V (T299-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es fuerte, con pendientes longitudinales y transversales >10%; la vegetación consta de bosque. Por recomendaciones de los pobladores y del ejército no se ingresó al vértice debido a que existe riesgo de un campo minado (Foto 75).

Foto 75 Localización Vértice R8V (T299-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R8V (T299-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de las torres. El tramo entre los vértices R8V (T298-V2) y R9V (T303-V2) tiene una longitud aproximada de 2,08 km.

Se localiza en la vereda Bolo Blanco municipio de Pradera, en el predio La Estrella, propiedad de Hever García. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul, en una longitud de 36 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 30 km son vía destapada, luego se recorre aproximadamente 500 m por camino de herradura.

- **Vértice R9V (T303-V2)**

El vértice R9V (T303-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es fuerte, con pendientes longitudinales y transversales >10%; la vegetación consta de bosque intervenido y rastrojo alto (Foto 76).

Foto 76 Panorámica y Banderola vértice R9V (T303-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R9V (T303-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de torres. El tramo entre los vértices R9V (T303-V2) y R9VA (T309-V2) tiene una longitud aproximada de 2,8 kilómetros (Foto 77).

Foto 77 Vista atrás y adelante vértice R9V (T303-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en los límites de las veredas El Retiro y Bolo Blanco del municipio de Pradera, en el predio El Retiro, propiedad de Laureano Escobar. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul – Potrerito – La Carbonera, en una longitud de 25,5 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 19,5 km son vía destapada, luego se recorre aproximadamente 350 m por camino de herradura en el cerro denominado Los Pinos, sitio de referencia en el carreteable La vuelta del Conejo.

En el tramo entre el vértice R9 (T303-V2) y el vértice R9VA (T309-V2) el alineamiento cruza una Reserva Forestal Protectora de los Municipios de Pradera, Florida y Miranda en una longitud de 1,8 km, en esta área se observa el bosque intervenido para ganadería y cultivos (Foto 78).

Foto 78 Reserva Forestal Protectora de los municipios de Pradera, Florida y Miranda



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértice R9VA (T309-V2)**

El vértice R9VA (T309-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es fuerte, con pendientes longitudinales >10% y transversales <10%; la vegetación consta de bosque intervenido y rastrojo alto (Foto 79).

Foto 79 Panorámica y Banderola vértice R9VA (T309-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R9VA (T309-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de torres. El tramo entre los vértices R9VA (T309-V2) y R10V (T312-V2) tiene una longitud aproximada de 1,2 km (Foto 80).

Foto 80 Vista atrás y adelante vértice R9A (T309-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza entre los límites de las veredas Las Ferias y El Retiro del municipio de Pradera, en el predio Camelia, propiedad de Emilio Romero. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul – Potrerito – La Carbonera, en una longitud de 16 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 10 km son vía destapada, luego se recorre aproximadamente 750 m por camino de herradura.

Se generó este vértice con el fin de disminuir la intervención en la reserva forestal y cruzar la línea por el centro de la franja donde no afecta los dos (2) polígonos que corresponden a cabildos indígenas (Foto 81).

Foto 81 Reserva Forestal y Polígonos Cabildos Indígenas



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértice R10V (T312-V2)**

El vértice R10V (T312-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es ondulada, con pendientes longitudinales $>15\%$ y transversales $<10\%$; la vegetación consta de rastrojo bajo (Foto 82).

Foto 82 Panorámica y Banderola vértice R10V (T312-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R10V (T312-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de torres. El tramo entre los vértices R10V (T312-V2) y R11V (T315-V2) tiene una longitud aproximada de de 1,4 kilómetros (Foto 83).

Foto 83 Vista atrás y adelante vértice R10V (T312-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en la vereda la Carbonera del municipio de Pradera. Los señores Ana Mestizo y Víctor Salazar mayordomos del predio manifestaron no tener información sobre los propietarios del predio. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul – Potrerito – La Carbonera, en una longitud de 14 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 14 km son vía destapada, luego se recorre aproximadamente 750 m por camino de herradura.

- **Vértice R11V (T315-V2)**

El vértice R11V (T315-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es ondulada, con pendientes longitudinales del 10% y transversales del 15%; la vegetación consta de rastrojo bajo y pastos (Foto 84).

Foto 84 Panorámica y Banderola vértice R11V (T315-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R11V (T315-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de torres. El tramo entre los vértices R11V (T315-V2) y R12V (T320-V2) tiene una longitud aproximada de 2,8 kilómetros (Foto 85).

Foto 85 Vista atrás y adelante vértice R11V (T315-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en la vereda Potrerito municipio de Pradera, en el Predio Agua Dulce, propiedad de Asnoraldó Mejía. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul – Potrerito – La Carbonera, en una longitud de 12 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 6 km son vía destapada, luego se recorre aproximadamente 250 m por camino de herradura.

Entre el vértice R10V (T312-V2) y el vértice R11V (T315-V2) se debe reubicar una línea de 13,2 kV que se encuentra a 20 metros del vértice R11V (T315-V2).

- **Vértice R12V (T320-V2)**

El vértice R12V (T320-V2) está localizado en una zona de morfología montañosa donde la topografía es ondulada, con pendientes longitudinales del 15% y transversales del 10%; la vegetación consta de rastrojo alto, arbustos (guayaba) y pastos (Foto 86).

Foto 86 Panorámica y Banderola vértice R12V (T320-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R12V (T320-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de torres. El tramo entre los vértices R12V (T320-V2) y R13V (T325-V2) tiene una longitud aproximada de 2,0 km (Foto 87).

Foto 87 Vista atrás y adelante vértice R12V (T320-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en la vereda Potrerito del municipio de Pradera, en el Predio La Ruiza, propiedad de Danilo Alberto Duque gerente de inmobiliario Horizontes S. A. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul – Potrerito – Papayal, en una longitud de 7 km de los cuales 6 km son vía pavimentada y 1 km es vía destapada, luego se recorre aproximadamente 1 km por camino de herradura.

En este alineamiento se realiza el cruce del río Bolo entre los vértices R12V (T320-V2) y R13V (T325-V2), se recomienda no ubicar estructuras a 200 m a cada lado del río, debido a que es una zona inundable y por la conformación de las barras aluviales, se observa cambio en el curso del río (Foto 88).

Foto 88 Cruce con el Río Bolo



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En este alineamiento se realiza el cruce entre los vértices R12V (T320-V2) y R13V (T325-V2), sobre una red de alumbrado y una línea de transmisión a 13,2 kV; además se cruza la carretera pavimentada Pradera – Bolo Azul (Foto 89).

Foto 89 Cruce con vía pavimentada y Red de Alumbrado y Línea de 13.2 kV



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértice R13V (T325-V2)**

El vértice R13V (T325-V2) está localizado en una zona de morfología plana donde las pendientes longitudinales son <10% y transversales <10%; la vegetación consta de pastos y árboles (Foto 90).

Foto 90 Panorámica y sitio de torre vértice R13V (T325-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la zona del vértice R13V (T325-V2) se cuenta con sitios firmes para la ubicación de torres. El tramo entre los vértices R13V (T325-V2) y R14V (T338-V2) tiene una longitud aproximada de 5,4 kilómetros (Foto 91).

Foto 91 Vista atrás y adelante vértice R13V (T325-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se localiza en la vereda Lomitas del municipio de Pradera, en el predio Corral de Piedra, propiedad de Julia. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera - Bolo Azul, en una longitud de 1,9 kilómetros de vía pavimentada, luego se recorre aproximadamente 70 m de camino de herradura.

En este alineamiento se debe afinar la ubicación de los vértices R12V (T320-V2), R13V (T325-V2) y R14V (T338-V2) ya que existen construcciones e infraestructura no visibles en la etapa de exploración, debido a la vegetación existente; con las imágenes y el producto LIDAR se pueden mejorar estos alineamientos para reducir la afectación (Foto 92)

Foto 92 Construcciones e infraestructura entre los vértices R12V (T320-V2), R13V (T325-V2) y R14V (T338-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

• Vértice R14V (T338-V2)

El vértice R14V (T338-V2) está localizado en una zona de morfología plana, con pendientes longitudinales <10% y transversales <10%, donde la cobertura predominante corresponde a Cultivos Permanentes Herbáceos (caña de azúcar) con cercas vivas. Este

sector se caracteriza por disponer de sitios amplios para la ubicación de las torres, geológicamente estables y firme (Foto 93).

Foto 93 Panorámica y sitio de torre vértice R14V (T338-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El tramo entre los vértices R14V (T338-V2) y R15 (T350-V2) cuenta con una longitud aproximada de 5,0 km, localizado entre los municipios de Pradera y Florida (Foto 94).

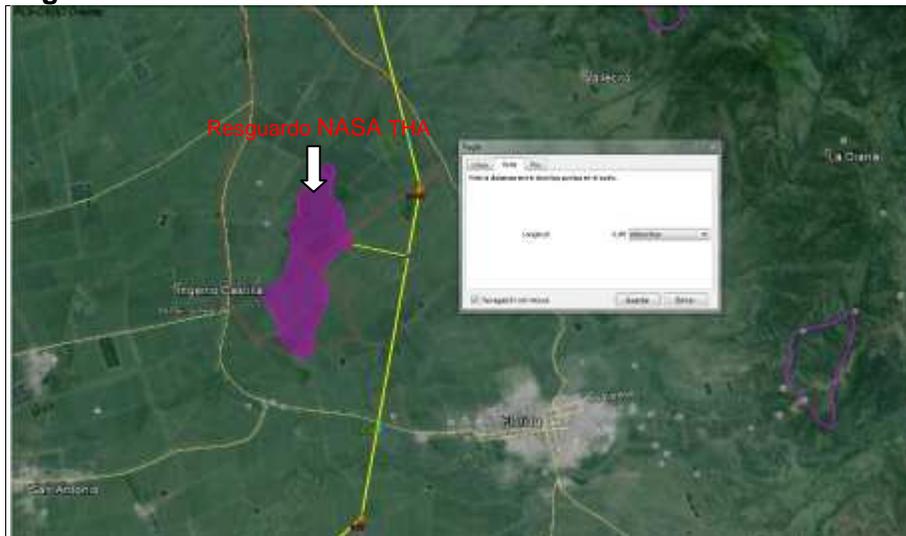
Foto 94 Vista atrás y adelante vértice R14V (T338-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Entre los vértices R14V (T338-V2) y R15 (T350-V2) se alejó la alternativa del resguardo Nasa Tha, el eje de la línea se encuentra a 890 m del resguardo (Foto 95).

Foto 95 Resguardo Nasa Tha



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El vértice R14V (T338-V2) se localiza en la vereda Párraga del municipio de Florida, en el predio del ingenio Castilla. El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera – Florida, en una longitud de 6,9 km de vía pavimentada, 6,5 km de vía destapada, luego se recorre aproximadamente 30 m de camino.

En este alineamiento se debe afinar la ubicación de los vértices R13V (T335-V2), R14V (T338-V2), R15 (T350-V2) y R16 (T359-V2=T342) ya que en la etapa de exploración, la vegetación existente (cultivos de caña) no permitió apreciar la infraestructura existente, con las imágenes y el producto LIDAR se pueden mejorar estos alineamientos para reducir la afectación.

- **Vértice R15 (T350-V2)**

El vértice R15 (T350-V2) está localizado en una zona de morfología plana, con pendientes longitudinales <10% y transversales <10%. La cobertura predominante corresponde a Cultivos Permanentes Herbáceos (caña de azúcar) con cercas vivas (Foto 96). Este sector se caracteriza por disponer de sitios amplios para la ubicación de las torres, geológicamente estables y firmes.

Foto 96 Panorámica y sitio de torre vértice R15 (T350-V2)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera – Florida en una longitud de 9,5 km de vía pavimentada, 2,0 km de vía destapada, luego se recorre 50 m de camino.

El tramo entre los vértices R15 (T350-V2) y R16 (T359-V2 = T342) cuenta con una longitud aproximada de 3,9 kilómetros, se encuentra localizado en el municipio de Florida.

- **Vértice R16 (T359-V2 = T342)**

El vértice R16 (T359-V2 = T342) se localiza en el municipio de Florida, en una zona de morfología plana, con pendientes longitudinales <10% y transversales <10%. Este sector se caracteriza por disponer de sitios amplios para la ubicación de las torres, geológicamente estables y firmes (Foto 97).

Foto 97 Panorámica y sitio de torre vértice R16 (T359-V2 = T342)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

La cobertura predominante corresponde a Cultivos Permanentes Herbáceos (caña de azúcar) con cercas vivas (Foto 98). El acceso a este vértice se realiza por la vía Pradera – Florida, en una longitud de 9,5 km de vía pavimentada, 2,0 km de vía destapada y luego se recorre 50 m de camino.

Foto 98 Vista atrás y adelante vértice R16 (T359-V2 = T342)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTAF A042N (T354) a VTAF A043AN (T368)**

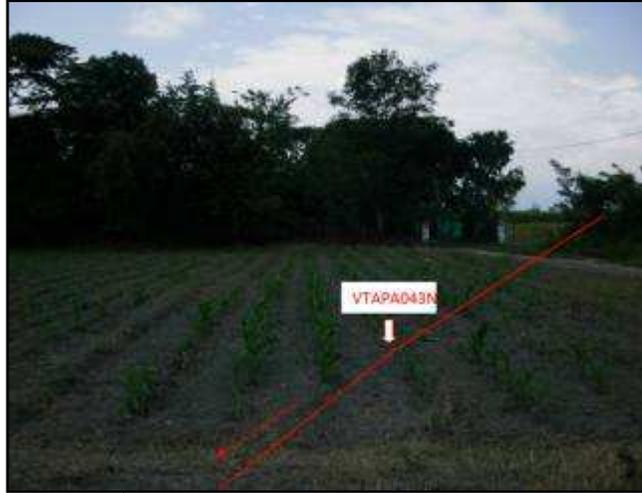
Los VTAF A042N (T354) - VTAF A043AN (T368) se encuentran localizados en los municipios de Florida y Candelaria, vereda Cabuyal. La topografía de los sitios corresponde a pendientes suaves, tanto lateralmente como longitudinalmente, predominan los cultivos de caña. El acceso a los vértices se realiza por carretables cercanos al sitio del vértice. Existen cruces con líneas de distribución y el cruce con la vía Panamericana (Foto 99, Foto 100).

Foto 99 Panorámica vértice VTAF A042N (T354)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 100 Panorámica vértice VTAF A043AN (T360)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTAF A043AN (T368) a VTAF A046 (T400)**

Los vértices VTAF A043AN (T368) - VTAF A044N (T380) – VTAF A45 (T385) - VTAF A046 (T400) se encuentran ubicados en el municipio de Candelaria, corregimiento de San Joaquín y el municipio de Santiago de Cali. La topografía de los sitios corresponde a pendientes suaves tanto lateralmente como longitudinalmente (Foto 101).

Foto 101 Panorámica vértice VTAF A045 (T385)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Vértices VTAF046 (T400) a VTAF047 (T408)**

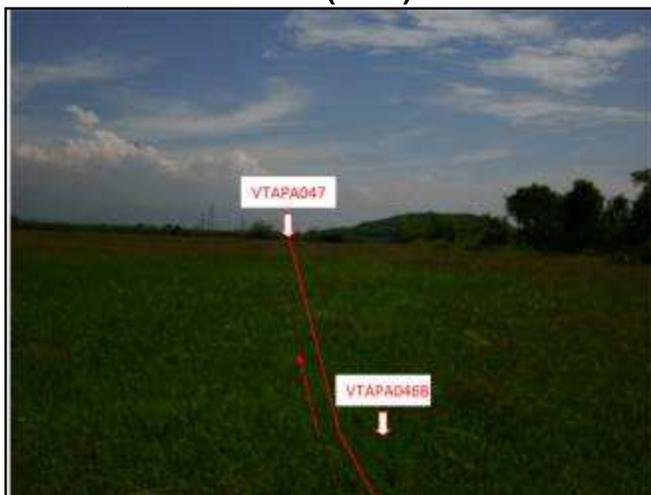
Estos vértices se encuentran localizados en el municipio de Cali, vereda Valle de Lili, la topografía de los sitios corresponde a pendientes suaves tanto lateralmente como longitudinalmente. Entre los vértices VTAF046 (T400) y VTAF046A (T404) se encuentra el cruce con las líneas Yumbo – San Bernardino a 230kV (Foto 102, Foto 103).

Foto 102 Panorámica vértice VTAF046 (T404)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 103 Panorámica vértice VTAF046A (T404)



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.2.4.2 Estudio de Suelos – Selección de Fundaciones

Se realizan los estudios detallados de suelos para cada uno de los sitios de torre con el fin de conocer las características mecánicas y físico-químicas, con base en las cuales se

establecen los parámetros de diseño de las cimentaciones. Igualmente se realizan las medidas de resistividad necesarias para el diseño de la puesta a tierra de las estructuras.

Con base en los estudios de suelos en cada sitio de torre y teniendo en cuenta las prácticas más comunes empleadas en líneas de transmisión se determinaron los tipos de cimentación a emplear en cada estructura, tal como se indica en la Tabla 7.

Tabla 7 Selección del tipo de cimentación

Tipo de cimentación	Criterio de selección
Pila	<p>Roca moderadamente fracturada: $25 < RQD \leq 80$; porcentaje de defectos presentes en la roca debe ser menor del 8%. Suelos de consistencia media a dura.</p> <p>Suelo en condición seca o sumergida (si la excavación se va a realizar de forma manual, preferiblemente debe dar en condición seca). Capacidad portante admisible entre 100 kPa (10 ton/m²) y 400 kPa (40 ton/m²).</p> <p>En sitios donde la topografía no se preste para un fácil acceso a la torre se recomienda hacer la excavación por método manual en caso contrario se utilizará un método mecánico.</p> <p>En el cálculo de la capacidad de carga no se tendrán en cuenta la contribución de suelos superficiales muy alterados.</p> <p>Potencial volumétrico hasta muy alto Las pilas recomendadas son de sección circular y pueden ser acampanadas o cilíndricas según se requiera.</p> <p>El diámetro mínimo es de 1.2 m. En los casos en donde aplique este tipo de cimentación, se tendrán en cuenta las recomendaciones sobre la necesidad o no de la utilización de camisas de protección para la construcción de las pilas.</p> <p>En los casos en donde aplique este tipo de cimentación, los parámetros de cohesión, ángulo de fricción y peso unitario del material de fundación que se utilizarán para los diseños serán los que se especifican en el Anexo C "Memorias de Cálculo" del área de diseño.</p>
Zapata convencional en concreto reforzado	<p>Casos en los cuales la roca esté a más de 2.0 m de profundidad y se cumplan los criterios presentados en el Estudio de Suelos del área de diseño.</p> <p>Los parámetros de ángulo del cono de arranque y peso unitario del relleno que se utilizarán para los diseños serán los que se especifican en el Estudio de Suelos del área de diseño.</p> <p>Los parámetros de cohesión, ángulo de fricción y peso unitario del material de cimentación que se utilizarán para los diseños serán los que se especifican en el Anexo C "Memorias de Cálculo" del área de diseño.</p>
Parrilla	<p>Casos en los cuales la roca esté a más de 2.0 m de profundidad y se cumplan los criterios presentados en el Estudio de Suelos del área de diseño.</p> <p>Los parámetros de ángulo del cono de arranque y peso unitario del relleno que se utilizarán para los diseños serán los que se especifican en el Estudio de Suelos del área de diseño.</p> <p>Los parámetros de cohesión, ángulo de fricción y peso unitario del material de cimentación que se utilizarán para los diseños serán los que se especifican en el Anexo C "Memorias de Cálculo" del área de diseño.</p>

Tipo de cimentación	Criterio de selección
Especial: zapata superficial con micropilotes	<p>Roca sana dura o levemente fracturada (RQD > 80%) cerca de la superficie del terreno o cuando en la exploración geotécnica no se haya podido penetrar apreciablemente en el macizo. Capacidad portante admisible mayor a 400 kPa (40 ton/m²).</p> <p>En los casos en donde aplique este tipo de cimentación, los parámetros de ángulo de fricción, peso unitario y RQD que se utilizarán para los diseños serán los que se especifican en el Anexo C "Memorias de Cálculo" del área de diseño.</p>
Zapata convencional en concreto, realizando un reemplazo de parte del suelo de fundación con o sin viga de amarre	Sitios de torre localizados sobre materiales expansivos.
Especial: pilotes o caissons	<p>En los casos en donde no se cumpla ningún criterio de los especificados anteriormente.</p> <p>Sitios de torre localizados sobre materiales colapsables Sitios de torre localizados sobre materiales susceptibles a licuación Sitios de torre localizados sobre materiales de baja capacidad portante (o cercanos a cauces activos - Riesgo de socavación).</p>
Especial: anclajes helicoidales	Casos en los que corresponda suelos con capacidades portantes menores a 50kPa (5.0 ton/m ²), sitios de torre localizados sobre materiales colapsables, sitios de torre localizados sobre materiales susceptibles a licuación, que no contengan bolos o bloques con diámetros mayores a 15 cm. No aplicable en rocas.

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

De acuerdo con lo mencionado, en las estructuras del proyecto se emplearán los tipos de fundaciones que se indican en la Tabla 8.

Tabla 8 Tipos de cimentación

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
			Este	Norte	
T2ALF2	0,00	618,48	832.596,18	763.879,37	Zapata
T1	175,97	624,30	832.488,77	764.101,22	P. Liviana
T2	477,85	670,31	832.187,23	764.086,88	P. Liviana
T3N	1.137,94	804,42	831.649,00	764.469,00	P. Liviana
T4N	1.280,74	838,80	831.584,92	764.596,62	P. Liviana
T5	2.098,69	762,10	831.217,90	765.327,60	Zapata (asumida)
T6	3.066,78	943,12	831.145,20	766.292,96	P. Liviana
T7	3.212,93	993,21	831.134,22	766.438,70	Zapata
T8	3.595,76	1.087,92	831.105,47	766.820,45	Zapata
T9	3.957,66	1.161,56	831.102,31	767.182,33	Especial
T10	4.266,12	1.232,82	831.099,62	767.490,78	P. Liviana
T11	4.502,40	1.256,80	831.084,35	767.726,57	P. Liviana
T12	4.720,42	1.248,63	831.070,26	767.944,13	P. Liviana
T13	4.982,66	1.196,69	831.053,32	768.205,82	P. Liviana
T14	5.439,34	1.112,83	831.023,80	768.661,55	Zapata
T15	6.121,88	1.151,29	830.979,69	769.342,66	Especial
T16	6.641,43	1.149,32	830.946,12	769.861,13	Zapata
T17	7.233,70	1.195,59	830.907,84	770.452,16	Zapata (asumida)
T18	7.797,77	1.130,15	830.799,67	771.005,76	Zapata (asumida)
T19	8.205,99	1.065,65	830.721,39	771.406,40	Zapata (asumida)
T20	8.643,79	1.000,97	830.637,44	771.836,08	Zapata (asumida)
T21	9.517,27	1.069,52	830.388,37	772.673,30	P. Liviana
T22	9.868,46	1.103,78	830.348,56	773.022,22	P. Liviana
T23	10.851,90	1.107,40	830.237,06	773.999,32	Zapata
T24	11.304,39	1.102,35	830.148,12	774.442,99	Zapata
T25	11.948,56	1.034,48	830.021,51	775.074,59	Zapata
T26	12.480,80	1.163,73	829.916,91	775.596,45	Zapata
T27	12.701,73	1.120,95	829.873,48	775.813,07	Zapata
T28	13.505,42	1.062,52	829.715,52	776.601,09	Zapata
T29N	13.935,86	1.070,84	829.694,20	777.031,00	P. Liviana
T30	14.377,33	1.002,53	829.672,33	777.471,92	P. Pesada
T31	14.955,38	979,29	829.643,70	778.049,26	P. Liviana
T32	15.731,25	999,34	829.605,27	778.824,18	Zapata
T33	16.096,90	1.013,83	829.587,16	779.189,38	Zapata
T34	16.365,23	987,17	829.608,96	779.456,83	Zapata
T35	16.710,84	989,93	829.637,04	779.801,29	P. Liviana

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T36	17.307,23	1.041,32	829.685,49	780.395,71	P. Liviana
T37	17.691,59	941,96	829.669,20	780.779,73	Zapata
T38	17.971,32	895,32	829.657,34	781.059,21	Zapata
T39	18.440,78	871,90	829.637,44	781.528,24	Zapata
T40	19.223,20	692,78	829.604,27	782.309,96	Zapata
T41	20.026,21	737,67	829.570,23	783.112,25	P. Pesada
T42	20.590,69	727,72	829.506,89	783.673,16	P. Pesada
T43	21.286,83	764,30	829.428,78	784.364,91	Zapata
T44	21.812,14	795,47	829.369,84	784.886,90	Zapata
T45	22.182,12	851,25	829.328,32	785.254,54	P. Pesada
T46	22.648,69	860,01	829.275,97	785.718,17	Zapata
T47	23.267,02	853,67	829.206,59	786.332,59	Zapata
T48	23.632,42	854,58	829.165,59	786.695,68	Zapata
T49N	24.121,55	853,36	829.343,51	787.151,31	Zapata
T50	24.674,06	891,03	829.544,49	787.665,97	P. Pesada
T51	25.118,40	934,41	829.706,11	788.079,87	P. Liviana
T52	25.850,41	1.051,29	829.972,38	788.761,74	Zapata
T53	26.360,50	1.052,57	830.157,92	789.236,88	P. Pesada
T54	26.673,59	1.036,14	830.271,81	789.528,53	P. Pesada
T55	27.100,32	1.019,80	830.427,03	789.926,02	Zapata
T56	27.399,09	961,80	830.446,31	790.224,17	P. Liviana
T57N	27.705,82	911,54	830.466,09	790.530,26	P. Pesada
T58	28.334,62	894,85	830.506,66	791.157,75	P. Pesada
T59	29.053,53	1.121,65	830.553,04	791.875,17	P. Liviana
T60	29.696,30	1.375,86	830.594,51	792.516,60	P. Liviana
T61	30.094,87	1.344,41	830.800,99	792.857,52	Zapata
T62	30.902,76	1.251,00	831.219,52	793.548,54	Zapata
T63N	31.838,91	1.263,33	831.704,50	794.349,28	P. Liviana
T64N	32.142,84	1.356,16	831.861,95	794.609,24	Zapata
T65N	32.339,56	1.411,79	831.963,87	794.777,51	Zapata
T66N	32.832,87	1.300,98	832.211,44	795.204,19	P. Liviana
T67N	33.558,51	1.302,07	832.575,60	795.831,84	Zapata
T68	34.103,03	1.346,97	832.697,30	796.362,58	P. Liviana
T69	34.649,78	1.306,83	832.819,50	796.895,50	P. Pesada
T70	35.766,73	1.204,77	832.949,07	798.004,91	Zapata
T71	36.466,15	1.266,92	833.030,21	798.699,61	Zapata
T72	36.735,86	1.269,48	833.061,50	798.967,50	Zapata
T73	37.086,68	1.235,38	833.218,21	799.281,37	Zapata

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T74	37.507,89	1.230,71	833.406,36	799.658,23	Zapata (asumida)
T75	37.964,95	1.271,89	833.466,38	800.111,33	Zapata (asumida)
T76	38.393,94	1.293,29	833.522,71	800.536,60	Zapata (asumida)
T77	38.697,01	1.296,80	833.562,51	800.837,05	Zapata (asumida)
T78	39.509,50	1.457,87	833.669,21	801.642,50	Zapata (asumida)
T79	39.983,51	1.680,30	833.725,39	802.113,17	Zapata (asumida)
T80	40.777,43	1.708,36	833.819,50	802.901,49	Zapata (asumida)
T81	42.227,90	1.484,96	834.187,50	804.304,50	Zapata
T82	43.213,45	1.739,25	834.455,72	805.252,85	Zapata
T83	43.578,96	1.736,78	834.555,20	805.604,56	Especial
T84	44.095,64	1.567,77	834.695,82	806.101,74	Zapata
T85	44.851,45	1.585,22	834.757,67	806.855,02	P. Liviana
T86	45.718,89	1.259,70	834.828,67	807.719,55	Zapata
T87	46.214,40	1.211,37	834.714,30	808.201,68	Especial
T88	47.429,08	1.422,61	834.433,96	809.383,57	P. Liviana
T89	47.633,15	1.510,48	834.411,78	809.586,42	Zapata
T90	47.989,86	1.609,82	834.373,00	809.941,02	Zapata
T91	48.178,46	1.652,44	834.352,50	810.128,50	Zapata
T92	48.355,35	1.686,99	834.265,12	810.282,30	Especial
T93	48.931,77	1.700,11	833.980,37	810.783,47	Zapata
T94N	50.081,79	2.133,90	833.323,11	811.727,18	Zapata
T95N	50.270,72	2.194,32	833.215,14	811.882,21	Zapata
T96	51.417,01	2.418,89	832.560,02	812.822,85	P. Liviana
T97	52.054,08	2.293,35	832.201,34	813.349,35	Zapata
T98	52.736,45	1.963,62	831.817,16	813.913,30	Especial
T99	53.113,50	1.840,39	831.604,87	814.224,91	Zapata
T100	53.950,39	1.596,98	831.247,30	814.981,57	P. Pesada
T101	55.267,04	1.746,06	830.587,32	816.120,86	P. Pesada
T102	55.428,86	1.805,58	830.506,20	816.260,88	Zapata
T103	55.573,35	1.746,87	830.428,39	816.382,63	P. Liviana
T104N	55.964,34	1.613,08	830.217,82	816.712,07	P. Pesada
T105	57.208,10	1.704,89	829.548,00	817.760,07	P. Liviana
T106	57.572,85	1.692,99	829.189,05	817.824,80	P. Pesada
T107	58.482,64	1.736,39	828.293,71	817.986,28	P. Pesada
T108	59.362,87	1.832,46	827.431,50	818.163,50	Zapata (asumida)
T109	59.623,30	1.815,51	827.182,86	818.240,98	Zapata (asumida)
T110	60.131,75	1.852,87	826.697,43	818.392,24	Zapata (asumida)
T111	60.500,35	1.867,16	826.345,52	818.501,89	Zapata (asumida)

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T112	61.219,29	2.070,60	825.659,13	818.715,77	Especial
T113	61.495,44	2.152,63	825.449,26	818.895,26	Zapata (asumida)
T114	61.676,60	2.185,79	825.311,59	819.013,00	Especial
T115	62.362,33	2.324,56	824.773,81	819.438,47	Zapata (asumida)
T116	62.635,29	2.416,62	824.559,75	819.607,84	Zapata (asumida)
T117	62.759,79	2.434,71	824.462,11	819.685,08	Zapata (asumida)
T118	62.974,06	2.427,14	824.481,25	819.898,50	Zapata (asumida)
T119	63.671,76	2.405,08	824.543,56	820.593,41	Zapata (asumida)
T120	64.122,07	2.456,87	824.583,78	821.041,92	Zapata (asumida)
T121	64.491,31	2.539,25	824.616,76	821.409,68	Especial
T122	64.948,52	2.522,51	824.722,89	821.854,41	Zapata
T123	65.244,94	2.510,25	824.791,69	822.142,73	Zapata
T124	65.653,74	2.506,25	824.886,58	822.540,36	Zapata
T125	65.997,50	2.502,17	824.966,38	822.874,73	Zapata
T126	66.537,37	2.485,07	825.091,69	823.399,86	Zapata
T127	67.117,70	2.496,25	825.226,40	823.964,34	Especial
T128	67.341,52	2.482,34	825.278,35	824.182,05	Especial
T129	67.902,66	2.477,31	825.408,61	824.727,86	Zapata
T130	68.186,32	2.499,22	825.474,45	825.003,77	Zapata
T131	68.639,69	2.507,43	825.652,32	825.420,79	Zapata
T132	69.211,48	2.550,80	825.876,65	825.946,74	Zapata
T133	69.444,90	2.548,93	825.968,23	826.161,44	Especial
T134	69.808,38	2.493,46	825.989,13	826.524,32	Especial
T135	70.188,47	2.481,57	826.010,98	826.903,78	Zapata
T136	70.544,09	2.461,73	826.031,43	827.258,82	Especial
T137	70.978,47	2.451,12	826.056,40	827.692,48	Especial
T138	71.351,94	2.427,62	826.077,88	828.065,33	Zapata
T139	71.744,87	2.410,77	826.100,47	828.457,61	Zapata
T140	72.313,24	2.362,59	826.133,15	829.025,04	P. Pesada
T141	72.754,54	2.328,40	826.158,52	829.465,61	Especial
T142	73.267,63	2.314,59	826.188,03	829.977,85	Zapata
T143	73.902,56	2.338,72	826.224,53	830.611,73	Zapata
T144	74.103,14	2.363,39	826.236,07	830.811,98	Especial
T145	74.251,33	2.389,17	826.157,48	830.937,61	P. Pesada
T146	75.265,75	2.427,56	825.619,51	831.797,64	Zapata (asumida)
T147	75.949,21	2.275,51	825.257,06	832.377,07	Zapata
T148	77.736,90	2.136,56	824.854,19	834.118,78	Zapata (asumida)
T149	78.099,87	2.075,63	824.772,39	834.472,41	Zapata

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T150	78.505,76	1.963,35	824.602,40	834.840,99	P. Pesada
T151	78.958,28	1.821,37	824.412,88	835.251,91	Zapata
T152	79.206,72	1.691,03	824.308,83	835.477,51	Zapata
T153	79.445,83	1.615,27	824.164,62	835.668,24	Zapata
T154	80.835,48	1.546,37	823.326,50	836.776,70	Zapata
T155	81.751,04	1.496,84	823.206,94	837.684,42	P. Pesada
T156	82.115,10	1.599,81	823.159,40	838.045,36	P. Pesada
T157	82.387,98	1.701,18	823.123,76	838.315,90	P. Pesada
T158	82.687,31	1.730,73	823.018,71	838.596,19	P. Liviana
T159	82.996,62	1.794,02	822.910,16	838.885,83	Zapata
T160	83.479,04	1.935,44	822.740,85	839.337,56	P. Pesada
T161	83.687,39	2.001,13	822.667,73	839.532,66	P. Pesada
T162	83.912,94	2.004,41	822.588,57	839.743,86	Especial
T163	84.632,75	1.927,23	822.384,58	840.434,16	Zapata
T164	85.458,04	2.183,84	822.150,70	841.225,62	Especial
T165	85.642,49	2.246,06	822.098,42	841.402,51	Zapata
T166	85.786,37	2.262,95	822.057,65	841.540,49	Zapata
T167	86.226,49	2.114,79	821.870,68	841.938,92	P. Pesada
T168	87.835,62	1.980,16	821.187,09	843.395,63	Zapata
T169	88.664,32	2.025,98	820.927,75	844.182,70	Zapata
T170	89.280,53	2.002,46	820.734,91	844.767,96	Zapata
T171	89.907,14	2.190,26	820.538,82	845.363,10	Zapata
T172	90.043,80	2.218,43	820.496,05	845.492,89	Zapata
T173	90.747,33	2.212,74	820.275,89	846.161,09	Especial
T174	91.215,30	2.204,03	820.129,44	846.605,55	Zapata
T175	91.510,00	2.164,33	820.037,21	846.885,45	Especial
T176	91.790,68	2.134,04	819.853,39	847.097,56	Zapata
T177	92.077,44	2.075,36	819.665,58	847.314,27	Zapata
T178	93.143,32	2.065,88	818.967,52	848.119,75	Zapata
T179	93.845,80	2.315,41	818.507,45	848.650,61	Zapata
T180	94.376,01	2.394,90	818.160,20	849.051,29	Especial
T181	94.635,99	2.376,87	817.989,94	849.247,76	Zapata
T182	95.316,00	2.364,44	817.544,58	849.761,64	Zapata
T183	96.074,51	2.456,54	817.047,82	850.334,84	Especial
T184	96.246,75	2.488,10	816.935,02	850.465,00	Zapata
T185	96.458,76	2.505,68	816.796,17	850.625,22	Especial
T187	97.699,22	2.257,20	815.666,95	851.138,64	Especial
T188	98.067,32	2.255,30	815.346,19	851.319,24	Zapata

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T189	98.173,63	2.245,85	815.253,56	851.371,39	Zapata
T190	98.629,28	2.126,49	814.800,30	851.324,75	Zapata
T191	99.100,44	1.950,74	814.331,62	851.276,53	Zapata
T192	100.443,36	1.967,46	812.995,75	851.139,07	Zapata
T193	100.678,14	1.936,05	812.762,21	851.115,04	Especial
T194	101.249,68	1.938,23	812.197,11	851.200,62	P. Pesada
T195	101.582,68	1.934,76	811.867,86	851.250,48	Zapata (asumida)
T196	102.685,20	2.008,45	810.777,77	851.415,57	Zapata
T197	102.957,46	2.057,22	810.558,83	851.577,41	Especial
T198	103.649,89	2.161,32	810.002,02	851.989,02	Especial
T199	104.089,48	2.297,57	809.648,53	852.250,33	Especial
T200	104.426,71	2.369,17	809.377,35	852.450,79	Especial
T201	104.927,87	2.412,43	808.974,35	852.748,70	Especial
T202	105.193,37	2.366,57	808.709,30	852.733,23	P. Pesada
T203	105.644,02	2.223,96	808.259,41	852.706,98	Zapata
T204	106.797,40	2.082,04	807.107,99	852.639,78	Zapata
T205	107.429,69	1.927,81	806.543,27	852.924,19	Zapata
T206	107.779,27	1.841,73	806.242,65	853.102,59	P. Pesada
T207N	109.124,98	1.924,65	805.085,38	853.789,38	Zapata
T208N	110.284,24	1.779,91	804.058,88	854.328,06	Zapata
T209N	110.542,55	1.827,47	803.830,15	854.448,09	Zapata
T210N	110.776,76	1.821,01	803.622,77	854.556,92	P. Liviana
T211	111.855,02	2.074,06	802.550,86	854.673,81	Zapata
T212	112.268,46	2.176,50	802.139,85	854.718,63	Zapata
T213	112.981,46	2.196,58	801.431,06	854.795,93	Zapata
T214	113.222,82	2.115,78	801.191,12	854.822,10	Zapata
T215	114.488,56	2.125,51	799.932,84	854.959,32	Zapata
T216	114.717,94	2.142,40	799.706,47	854.996,38	Zapata
T217	115.266,78	2.158,88	799.164,85	855.085,07	P. Liviana
T218	115.953,08	2.261,67	798.487,57	855.195,98	P. Liviana
T219	116.422,46	2.357,70	798.024,36	855.271,83	Zapata
T220	116.618,79	2.396,41	797.828,03	855.270,87	Zapata
T221	117.350,00	2.428,99	797.096,83	855.267,33	P. Liviana
T222	117.777,94	2.480,54	796.668,89	855.265,25	Zapata
T223	118.202,80	2.554,93	796.244,04	855.263,19	Zapata
T224	118.467,85	2.603,99	795.979,00	855.261,90	Zapata
T225	118.566,51	2.607,50	795.882,78	855.283,76	Zapata
T226	119192,71	2637,47	795272,14	855422,47	Zapata

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T227	119499,17	2677,69	794973,29	855490,36	P pesada
T228	K 119 + 584	2702,22	794891,56	855511,18	Zapata (asumida)
T229	K 119 + 900	2686,56	794584,51	855589,43	Zapata (asumida)
T230	K 120 + 504	2756,69	793999,91	855738,39	Zapata (asumida)
T231	K 120 + 649	2781,96	793859,60	855776,52	Zapata (asumida)
T232	K 121 + 193	2794,83	793335,11	855919,05	Zapata (asumida)
T233	K 121 + 563	2787,24	792977,22	856016,31	Zapata (asumida)
T234	K 121 + 765	2799,46	792782,26	856069,28	Zapata (asumida)
T235	K 122 + 161	2822,60	792399,72	856170,73	Zapata (asumida)
T236	K 122 + 630	2836,06	791946,68	856290,87	Zapata (asumida)
T237	K 122 + 908	2876,54	791677,50	856362,26	Zapata (asumida)
T238	K 123 + 209	2896,54	791387,01	856439,30	Zapata (asumida)
T239	K 123 + 457	2925,62	791146,78	856503,05	Zapata (asumida)
T240	K 123 + 715	2926,75	790898,05	856568,97	Zapata (asumida)
T241	K 124 + 055	2953,00	790607,86	856745,71	Zapata (asumida)
T242	K 124 + 447	2974,40	790272,66	856949,72	Zapata (asumida)
T243	K 125 + 320	3082,72	789527,32	857403,79	Zapata (asumida)
T244	K 125 + 698	3151,87	789188,55	857572,02	Zapata (asumida)
T245	K 126 + 178	3186,72	788758,65	857785,50	Zapata (asumida)
T246	K 127 + 099	3532,84	787933,78	858195,14	Zapata (asumida)
T247	K 128 + 133	3660,75	787008,07	858654,86	Zapata (asumida)
T248	K 129 + 280	3818,32	785988,48	859181,73	Zapata (asumida)
T249	K 129 + 511	3897,77	785779,75	859279,65	Zapata (asumida)
T250	K 129 + 691	3935,57	785723,79	859451,07	Zapata (asumida)
T260	K 130 + 245	4037,24	785551,74	859978,09	Zapata (asumida)
T261	K 131 + 122	3983,49	785054,39	860699,81	Zapata (asumida)
T262	K 131 + 527	4093,26	784779,62	860997,83	Zapata (asumida)
T263	K 131 + 636	4117,58	784711,16	861082,42	Zapata (asumida)
T264-V2	K 132 + 318	4068,46	784160,44	861484,37	Zapata (asumida)
T265-V2	K 133 + 317	3863,93	783353,09	862073,63	Zapata (asumida)
T266-V2	K 133 + 740	3948,84	783011,41	862323,01	Zapata (asumida)
T267-V2	K 133 + 852	3957,66	782921,00	862389,00	Zapata (asumida)
T268-V2	K 134 + 037	3921,24	782780,88	862509,89	Zapata (asumida)
T269-V2	K 134 + 641	3727,01	782323,56	862904,45	Zapata (asumida)
T270-V2	K 135 + 634	3977,83	781571,71	863553,11	Zapata (asumida)
T271-V2	K 135 + 909	4068,54	781363,67	863732,60	Zapata (asumida)
T272-V2	K 135 + 970	4055,91	781318,00	863772,00	Zapata (asumida)
T273-V2	K 136 + 469	4043,49	781081,26	864212,31	Zapata (asumida)

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T274-V2	K 136 + 638	4018,38	781001,23	864361,16	Zapata (asumida)
T275-V2	K 137 + 100	3922,19	780782,44	864768,07	Zapata (asumida)
T276-V2	K 138 + 099	3887,78	780309,35	865647,95	Zapata (asumida)
T277-V2	K 138 + 299	3922,20	780214,64	865824,10	Zapata (asumida)
T278-V2	K 138 + 516	3905,48	780112,00	866015,00	Pilotes preexcavados (asumida)
T279-V2	K 138 + 589	3880,55	780068,63	866073,52	Pilotes preexcavados (asumida)
T280-V2	K 139 + 219	3631,62	779693,25	866580,00	Pilotes preexcavados (asumida)
T281-V2	K 139 + 379	3570,49	779597,98	866708,54	Pilotes preexcavados (asumida)
T282-V2	K 140 + 193	3247,74	779113,28	867362,50	Pilotes preexcavados (asumida)
T283-V2	K 140 + 594	3263,42	778875,00	867684,00	Pilotes preexcavados (asumida)
T284-V2	K 141 + 106	3157,36	778701,21	868166,48	Pilotes preexcavados (asumida)
T285-V2	K 142 + 093	2985,68	778366,79	869094,89	Pilotes preexcavados (asumida)
T286-V2	K 142 + 228	3009,33	778321,00	869222,00	Pilotes preexcavados (asumida)
T287-V2	K 143 + 108	2912,62	777738,84	869882,04	Pilotes preexcavados (asumida)
T288-V2	K 144 + 059	2755,22	777110,00	870595,00	Pilotes preexcavados (asumida)
T289-V2	K 144 + 279	2687,89	776985,45	870776,76	Pilotes preexcavados (asumida)
T290-V2	K 145 + 279	2706,68	776420,16	871601,65	Pilotes preexcavados (asumida)
T291-V2	K 145 + 599	2889,45	776239,27	871865,62	Pilotes preexcavados (asumida)
T292-V2	K 145 + 777	2944,84	776138,81	872012,22	Pilotes preexcavados (asumida)
T293-V2	K 145 + 897	2885,70	776018,71	872018,92	Zapata (asumida)
T294-V2	K 146 + 117	2733,32	775799,05	872031,17	Zapata (asumida)
T295-V2	K 147 + 115	2611,61	774802,60	872086,74	Zapata (asumida)
T296-V2	K 147 + 307	2659,93	774611,79	872097,38	Zapata (asumida)
T297-V2	K 148 + 302	2715,34	773617,44	872152,84	Zapata (asumida)
T298-V2	K 148 + 542	2781,67	773377,82	872166,20	Zapata (asumida)
T299-V2	K 148 + 649	2791,19	773271,55	872172,13	Zapata (asumida)
T300-V2	K 149 + 029	2559,89	772922,34	872322,39	Zapata (asumida)
T301-V2	K 149 + 538	2345,06	772454,68	872523,62	Zapata (asumida)
T302-V2	K 150 + 617	2382,79	771463,31	872950,20	Zapata (asumida)
T303-V2	K 150 + 738	2445,40	771352,67	872997,81	Zapata (asumida)
T304-V2	K 150 + 878	2376,10	771216,51	872963,95	Zapata (asumida)
T305-V2	K 151 + 318	2180,39	770789,51	872857,78	Zapata (asumida)
T306-V2	K 152 + 378	1939,13	769760,84	872601,99	Zapata (asumida)
T307-V2	K 152 + 864	2025,36	769289,20	872484,72	Zapata (asumida)
T308-V2	K 153 + 390	2206,46	768778,74	872357,79	Zapata (asumida)
T309-V2	K 153 + 501	2247,82	768671,00	872331,00	Zapata (asumida)
T310-V2	K 153 + 681	2124,57	768494,51	872295,76	Zapata (asumida)
T311-V2	K 154 + 681	2100,01	767513,86	872099,96	Zapata (asumida)

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T312-V2	K 154 + 732	2095,94	767464,00	872090,00	Zapata (asumida)
T313-V2	K 154 + 801	2093,13	767397,45	872071,22	Zapata (asumida)
T314-V2	K 155 + 106	1987,86	767103,91	871988,41	Zapata (asumida)
T315-V2	K 156 + 098	1790,24	766149,00	871719,00	Zapata (asumida)
T316-V2	K 156 + 438	1656,81	765890,02	871498,99	Zapata (asumida)
T317-V2	K 157 + 244	1462,97	765275,76	870977,15	Zapata (asumida)
T318-V2	K 157 + 845	1341,92	764817,50	870587,84	Zapata (asumida)
T319-V2	K 158 + 320	1297,62	764455,72	870280,50	Zapata (asumida)
T320-V2	K 158 + 933	1326,01	763989,00	869884,00	Zapata (asumida)
T321-V2	K 159 + 029	1320,04	763910,44	869827,79	Zapata (asumida)
T322-V2	K 159 + 691	1187,32	763372,07	869442,57	Pilotes preexcavados (asumida)
T323-V2	K 160 + 154	1166,62	762995,53	869173,15	Pilotes preexcavados (asumida)
T324-V2	K 160 + 612	1148,24	762623,06	868906,63	Pilotes preexcavados (asumida)
T325-V2	K 160 + 912	1136,66	762379,00	868732,00	Pilotes preexcavados (asumida)
T326-V2	K 161 + 201	1132,21	762285,84	868458,54	Pilotes preexcavados (asumida)
T327-V2	K 161 + 602	1124,55	762156,53	868078,96	Pilotes preexcavados (asumida)
T328-V2	K 162 + 060	1106,75	762008,85	867645,42	Pilotes preexcavados (asumida)
T329-V2	K 162 + 528	1097,66	761858,07	867202,84	Pilotes preexcavados (asumida)
T330-V2	K 162 + 988	1085,28	761709,60	866766,99	Pilotes preexcavados (asumida)
T331-V2	K 163 + 332	1081,00	761598,67	866441,37	Pilotes preexcavados (asumida)
T332-V2	K 163 + 722	1077,11	761473,13	866072,84	Pilotes preexcavados (asumida)
T333-V2	K 164 + 135	1068,93	761339,73	865681,26	Pilotes preexcavados (asumida)
T334-V2	K 164 + 616	1066,12	761184,63	865225,96	Pilotes preexcavados (asumida)
T335-V2	K 165 + 121	1062,92	761021,75	864747,84	Pilotes preexcavados (asumida)
T336-V2	K 165 + 623	1056,80	760859,94	864272,84	Pilotes preexcavados (asumida)
T337-V2	K 166 + 055	1054,03	760720,60	863863,83	Zapata (asumida)
T338-V2	K 166 + 342	1050,45	760628,00	863592,00	Zapata (asumida)
T339-V2	K 166 + 585	1043,05	760463,55	863413,33	Zapata (asumida)
T340-V2	K 167 + 013	1038,98	760173,70	863098,41	Zapata (asumida)
T343	K 175 + 781	998,38	752903,96	859340,12	Zapata (asumida)
T341-V2	K 167 + 432	1030,50	759889,95	862790,12	Zapata (asumida)
T344	K 176 + 251	997,63	752463,46	859504,95	Zapata (asumida)
T342-V2	K 167 + 869	1025,14	759594,01	862468,58	Zapata (asumida)
T345	K 176 + 653	995,04	752087,39	859645,68	Pilotes preexcavados (asumida)
T343-V2	K 168 + 284	1023,66	759312,96	862163,23	Pilotes preexcavados (asumida)
T346	K 177 + 101	992,45	751667,42	859801,59	Pilotes preexcavados (asumida)
T344-V2	K 168 + 658	1026,45	759059,49	861887,84	Pilotes preexcavados (asumida)
T347	K 177 + 535	992,09	751260,42	859953,89	Pilotes preexcavados (asumida)

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T345-V2	K 169 + 106	1021,27	758756,29	861558,42	Pilotes preexcavados (asumida)
T348	K 177 + 921	990,58	750899,12	860089,08	Pilotes preexcavados (asumida)
T346-V2	K 169 + 569	1020,30	758442,74	861217,75	Pilotes preexcavados (asumida)
T349	K 178 + 333	989,14	750512,72	860233,67	Pilotes preexcavados (asumida)
T347-V2	K 170 + 010	1022,05	758144,09	860893,27	Pilotes preexcavados (asumida)
T350	K 178 + 780	987,47	750095,04	860391,19	Pilotes preexcavados (asumida)
T351	K 179 + 092	986,90	749802,17	860500,78	Pilotes preexcavados (asumida)
T348-V2	K 170 + 507	1018,81	757807,75	860527,84	Pilotes preexcavados (asumida)
T352	K 179 + 391	986,50	749558,91	860673,55	Pilotes preexcavados (asumida)
T353	K 179 + 657	985,39	749342,18	860827,48	Pilotes preexcavados (asumida)
T349-V2	K 170 + 989	1018,65	757481,09	860172,93	Pilotes preexcavados (asumida)
T354	K 179 + 895	983,70	749147,60	860965,68	Pilotes preexcavados (asumida)
T350-V2	K 171 + 379	1017,15	757217,00	859886,00	Pilotes preexcavados (asumida)
T355	K 180 + 113	984,31	748932,28	860994,94	Pilotes preexcavados (asumida)
T356	K 180 + 451	983,72	748597,26	861040,51	Pilotes preexcavados (asumida)
T351-V2	K 171 + 780	1014,82	756822,13	859815,95	Pilotes preexcavados (asumida)
T357	K 180 + 782	980,41	748269,48	861085,06	Pilotes preexcavados (asumida)
T352-V2	K 172 + 248	1012,87	756361,79	859734,28	Pilotes preexcavados (asumida)
T358	K 181 + 090	977,98	747964,13	861126,58	Pilotes preexcavados (asumida)
T359	K 181 + 408	978,13	747648,78	861169,47	Pilotes preexcavados (asumida)
T353-V2	K 172 + 723	1010,89	755893,63	859651,23	Pilotes preexcavados (asumida)
T360	K 181 + 742	977,38	747317,50	861214,50	Pilotes preexcavados (asumida)
T354-V2	K 173 + 201	1008,73	755422,98	859567,74	Pilotes preexcavados (asumida)
T361	K 182 + 082	974,17	746994,02	861317,64	Pilotes preexcavados (asumida)
T355-V2	K 173 + 662	1006,33	754969,07	859487,21	Pilotes preexcavados (asumida)
T362	K 182 + 461	976,45	746632,32	861432,97	Pilotes preexcavados (asumida)
T356-V2	K 174 + 103	1005,18	754534,85	859410,18	Pilotes preexcavados (asumida)
T363	K 182 + 841	974,69	746271,04	861548,17	Pilotes preexcavados (asumida)
T364	K 183 + 217	973,15	745912,43	861662,51	Pilotes preexcavados (asumida)
T357-V2	K 174 + 557	1003,52	754087,83	859330,88	Pilotes preexcavados (asumida)
T365	K 183 + 570	975,30	745576,22	861769,71	Pilotes preexcavados (asumida)
T358-V2	K 175 + 010	1001,32	753641,79	859251,75	Pilotes preexcavados (asumida)
T366	K 183 + 977	969,24	745188,24	861893,42	Pilotes preexcavados (asumida)
T359-V2 = T342	K 175 + 353	999,42	753304,29	859190,34	Pilotes preexcavados (asumida)
T343	167.048,91	1.001,37	752.903,96	859.340,13	Zapata
T344	167.519,23	999,37	752.463,47	859.504,96	Especial
T345	167.920,78	997,66	752.087,39	859.645,68	Especial
T346	168.368,75	995,46	751.667,83	859.802,68	Especial

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T347	168.803,31	994,44	751.260,83	859.954,97	Especial
T348	169.189,08	992,97	750.899,52	860.090,16	Especial
T349	169.601,65	991,71	750.513,12	860.234,75	Zapata
T350	170.048,04	990,32	750.095,04	860.391,19	Especial
T351	170.360,74	988,58	749.802,17	860.500,78	Especial
T352	170.659,11	987,60	749.558,91	860.673,55	Especial
T353	170.924,94	987,06	749.342,18	860.827,48	Especial
T354	171.163,61	986,51	749.147,60	860.965,68	Especial
T355	171.380,90	985,93	748.932,29	860.994,95	Zapata
T356	171.719,02	984,53	748.597,25	861.040,50	Especial
T357	172.049,80	982,89	748.269,49	861.085,07	Especial
T358	172.357,97	981,84	747.964,13	861.126,58	Especial
T359	172.676,22	980,64	747.648,78	861.169,46	Especial
T360	173.010,55	980,05	747.317,50	861.214,50	Especial
T361	173.350,08	979,84	746.994,02	861.317,64	Zapata (asumida)
T362	173.729,72	978,57	746.632,32	861.432,97	Especial
T363	174.108,92	976,17	746.271,04	861.548,16	Zapata (asumida)
T364	174.485,32	974,67	745.912,43	861.662,51	Zapata (asumida)
T365	174.838,21	973,62	745.576,21	861.769,71	Zapata
T366	175.245,43	972,53	745.188,24	861.893,41	Zapata
T367	175.659,07	971,12	744.794,15	862.019,07	Zapata
T368	175.976,16	970,83	744.492,04	862.115,39	Especial
T369	176.283,67	969,86	744.192,78	862.186,16	Zapata
T370	176.675,09	969,00	743.811,87	862.276,23	Zapata (asumida)
T371	177.101,60	967,91	743.396,80	862.374,37	Zapata (asumida)
T372	177.560,84	966,69	742.949,89	862.480,05	Zapata (asumida)
T373	178.054,68	965,27	742.469,30	862.593,69	Zapata (asumida)
T374	178.489,00	964,33	742.046,64	862.693,63	Zapata
T375	178.912,31	963,72	741.634,69	862.791,04	Zapata
T376	179.285,75	962,27	741.271,27	862.876,98	Zapata
T377	179.733,64	960,69	740.835,40	862.980,04	Zapata
T378	180.195,10	959,70	740.386,32	863.086,23	Zapata
T379	180.690,04	959,15	739.904,67	863.200,12	Zapata
T380	181.067,20	958,39	739.537,63	863.286,91	Zapata
T381	181.517,05	957,00	739.099,85	863.390,43	Zapata (asumida)
T382	181.943,53	955,96	738.684,81	863.488,57	Zapata
T383	182.334,51	954,99	738.304,33	863.578,54	Zapata
T384	182.707,36	954,16	737.941,48	863.664,34	Zapata

Torre	Abscisa	Cota (m)	Coordenadas EPSG magna – sirgas 3116 Bogotá		Tipo de cimentación
T385	183.090,59	953,78	737.568,53	863.752,52	Zapata
T386	183.518,15	953,42	737.141,97	863.723,43	Zapata
T387	183.962,12	953,25	736.699,03	863.693,22	Zapata
T388	184.404,75	952,52	736.257,42	863.663,11	Zapata
T389	184.838,84	951,94	735.824,34	863.633,57	Zapata
T390	185.304,00	951,90	735.360,25	863.601,92	Zapata
T391	185.705,59	951,73	734.967,44	863.518,44	Zapata
T392	186.141,52	951,17	734.541,03	863.427,82	Zapata
T393N	186.612,15	951,30	734.110,38	863.238,00	Zapata
T394N	186.860,57	952,65	733.865,31	863.197,30	Zapata
T395	187.283,31	951,92	733.442,59	863.194,38	Zapata
T396	187.564,64	952,37	733.166,89	863.138,37	Zapata
T397	187.951,88	951,92	732.787,41	863.061,26	Zapata
T398	188.401,86	951,56	732.346,44	862.971,67	Zapata
T399	188.886,24	950,79	731.871,75	862.875,22	Zapata
T400N	189.356,91	953,36	731.410,50	862.781,50	Zapata
T401N	189.459,77	953,71	731.316,86	862.824,05	Zapata
T402N	189.557,56	954,16	731.227,83	862.864,50	Zapata
T404	190.056,95	952,93	731.049,42	863.330,94	Zapata (asumida)
T405	190.443,38	951,79	731.075,93	863.716,45	Zapata (asumida)
T406	190.750,65	951,83	731.097,00	864.023,00	Zapata (asumida)
T407	191.054,83	953,38	731.036,00	864.321,00	Zapata (asumida)
T408	191.343,27	950,98	731.007,13	864.607,99	Zapata
Pórtico Alférez	191.375,46	952,46	731.007,92	864.640,17	

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

La información de fundiciones en el sector del municipio de Pradera, departamento del Valle del Cauca, se integrará como información complementaria ratificando la información anteriormente expuesta, una vez las condiciones de seguridad física en el área sean favorables y se cuente con el acompañamiento de las fuerzas militares para el ingreso al área de influencia directa del proyecto.

En la etapa de diseño se realiza un dimensionamiento preliminar de las fundaciones, cuyos resultados se utilizan para el estimativo de las cantidades de obra civil requeridas para la construcción de las líneas y una vez se tenga el diseño final de las estructuras el contratista deberá realizar el diseño final.

Esta información se encuentra pendiente ya que no se tiene finalizado el estudio de suelos para cada sitio de torre., por lo tanto en la Tabla 9 se expone el resumen de cimentación recomendada solo en los sitios donde se pudo realizar la exploración en campo, que fueron en total 269 sitios de torres, la cimentación de las restantes 146 torres

fueron asumidas como se puede observar en la Tabla 8, donde en la columna de “tipo de cimentación” aparece entre paréntesis “asumida” para la torre que corresponda.

Tabla 9 Resumen del tipo de cimentación recomendado solo en los sitios explorados

Resumen Tipos de cimentación de las torres								
Tipo de material	Zapata convencional		Parrilla		Cimentación especial		Total	
	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%		
							Cant.	%
Suelo Seco	99	36,8	60	22,3	26	9,7	185	68,8
Suelo Sumergencia	49	18,2	0	0,0	24	8,9	73	27,1
Roca	8	3,0	1	0,4	2	0,7	11	4,1
Roca Sumergencia	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total	156	58,0	61	22,7	52	19,3	269	100,0

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Nota: el número total de torres en la presente tabla corresponde solo a las realmente exploradas en campo, para ver la cimentación de todas las torres, ver la Tabla 8.

2.2.4.3 Sistema de Protección y Control

Como elementos de protección y control para la operación del sistema de transmisión se proyectan como mínimo los siguientes; no obstante, previo al inicio a las etapas de construcción y operación del Proyecto, se evaluará la necesidad de implementar medidas adicionales:

- Cada una de las torres de transmisión, contará con un sistema de puesta a tierra que controla la resistencia del sistema protegiendo el mismo ante eventualidades de fallas eléctricas o descargas atmosféricas sobre las líneas.
- No deben existir viviendas dentro de la franja de servidumbre de las líneas de transmisión, es decir en una franja de 32 metros de ancho para la línea de transmisión Tesalia – Alférez.
- Los conductores estarán apoyados en estructuras metálicas (torres metálicas) y se garantizará que estos conserven alturas superiores a las mínimas requeridas por normas internacionales y nacionales en todos los escenarios posibles de operación y de acuerdo con las características de uso del suelo de las zonas que atraviese.
- Se emplearán los sistemas de protección propios de una instalación de esta naturaleza que garantizan que en lapsos de milisegundos la línea y los cables son desenergizados ante la ocurrencia de una falla o daño de la infraestructura.

- En los cruces con líneas energizadas o con vías para tránsito de vehículos, durante el tendido de las líneas se construirán estructuras temporales suficientemente altas y resistentes que permitan el paso de los conductores de fases en tal forma que no haga contacto con las líneas o interfieran el libre tránsito vehicular. Las dimensiones, y en especial la altura de estas estructuras, deberán ser tales que superen en una proporción determinada la envergadura total de las vías, líneas eléctricas y otra infraestructura existente a salvar, con el objeto de garantizar la estabilidad de la línea eléctrica a construir y por ende, la seguridad del entorno ambiental y social cercano a los cruces mencionados.

2.2.5 Instalaciones Temporales

Las instalaciones temporales corresponden a aquellas obras complementarias que serán construidas como parte de la etapa de construcción del proyecto con el propósito de prestar apoyo a las faenas constructivas. Estas son de carácter temporal, es decir una vez terminadas las actividades de la construcción, serán desmanteladas y las superficies que fueron ocupadas por dichas obras serán reacondicionadas a su estado original.

Las instalaciones temporales a utilizar son las siguientes y su ubicación puede verse en la Tabla No. 10.

- Campamentos.
- Plazas de tendido.
- Helipuerto.
- Patios de acopio y bodegas.

Tabla 10 Localización de instalaciones temporales

ID	Tipo de Infraestructura				Localización		Coordenadas		Área (ha)
	Camp	Plaza Tendido	Centro Acopio	Helip	Depto	Mpio	Este	Norte	
InA1		X			Tolima	Planadas	811342,1	851333,1	0,19
InA2	x	X	x	X	Tolima	Rioblanco	804155,6	854278,5	0,36
InA3		X			Tolima	Rioblanco	800233,5	854926,4	0,06
InA4		X			Huila	Tesalia	832627,5	764051,9	0,36
InA5		X			Huila	Tesalia	830951,7	769774,4	0,36
InA6		X	x		Huila	Íquira	829285,5	785634,0	0,36
InA7	x	X	x		Huila	Teruel	832896,3	797495,8	0,37
InA8		X	x		Huila	Palermo	834665,7	808426,6	0,36
InA9		X	x		Huila	Santa María	830034,6	817033,1	0,36
InA10			x	X	Tolima	Rioblanco	787514,5	857987,2	0,09
InA11	x				Tolima	Rioblanco	787515,2	857945,5	0,02
InA12		X			Tolima	Rioblanco	800144,0	854912,3	0,07
InA13				X	Tolima	Rioblanco	798818,0	855027,5	1,50
InA14	x		x	X	Tolima	Rioblanco	792542,7	855914,3	1,81
InA15			x	X	Tolima	Planadas	820038,0	846910,2	0,11
InA16		X			Tolima	Planadas	815332,6	851344,7	0,01
InA17	x		x	X	Tolima	Planadas	810736,2	851462,9	1,00
InA18	x	X	x	X	Tolima	Rioblanco	804299,7	854347,0	3,28
InA19			x	X	Tolima	Planadas	826079,2	831094,8	0,66
InA20			x	X	Tolima	Planadas	824418,8	835229,7	0,15
InA21				X	Tolima	Planadas	824368,8	835153,6	0,43
InA22			x	X	Tolima	Planadas	824396,4	835033,7	0,34
InA23		X			Tolima	Planadas	823268,7	836767,1	0,02
InA24		X	x		Tolima	Planadas	823296,2	837648,4	0,03
InA25		X	x		Tolima	Planadas	823226,8	837684,4	0,04
InA26		X			Huila	Íquira	830226,9	774102,2	0,14
InA27		X			Huila	Santa María	831500,7	814289,3	0,04
InA28		X	x		Huila	Santa María	824592,9	821462,5	0,03
InA29		X			Huila	Íquira	829655,2	778034,4	0,01
InA30		X	x		Huila	Íquira	829233,2	786097,2	0,01
InA31		X			Huila	Teruel	830549,6	791437,3	0,02
InA32		X	x		Huila	Palermo	834750,4	808022,2	0,10
InA33			x		Tolima	Planadas	824957,9	824284,2	0,08
InA34		X	x		Tolima	Planadas	825988,1	826402,8	0,02
InA35		X			Tolima	Planadas	826189,3	830639,5	0,01
InA36		X			Valle/ Cau	Florida	753360,4	859152,8	0,36
InA37		X			Valle/ Cau	Florida	758159,9	860859,8	0,36
InA38		X			Valle/ Cau	Rioblanco	782973,3	862350,9	0,36
InA39		X			Valle/ Cau	Pradera	761866,6	867091,1	0,36
InA40		X			Valle/ Cau	Pradera	765852,6	871481,2	0,36
InA41		X			Valle/ Cau	Pradera	771056,4	872948,5	0,36
InA42			x		Valle/ Cau	Pradera	780081,4	866014,5	0,14
InA43			x		Valle/ Cau	Pradera	763398,8	869519,3	0,50

ID	Tipo de Infraestructura			Localización		Coordenadas		Área
InA44			x	Valle/ Cau	Pradera	766033,9	871681,3	0,50
InA45	x			Valle/ Cau	Pradera	778633,0	867564,5	1,50
InA46	x			Valle/ Cau	Pradera	777321,8	868340,3	2,00
InA47	x			Valle/ Cau	Pradera	778036,5	869390,4	1,50
InA48	x			Valle/ Cau	Pradera	776947,7	870714,4	1,50
InA49	x			Valle/ Cau	Pradera	775818,1	871872,4	1,50
InA50		X	x	Valle/ Cau	Pradera	780081,4	866014,5	0,36
InA51	x		x	Valle/ Cau	Pradera	778633,0	867564,5	0,50
InA52	x		x	Valle/ Cau	Pradera	778036,5	869390,4	0,50
InA53	x		x	Valle/ Cau	Pradera	776947,7	870714,4	0,14
InA54	x		x	Valle/ Cau	Pradera	775818,1	871872,4	0,50
InA55	x	X	x	Valle/ Cau	Pradera	776947,7	870714,4	0,36
InA56		X		Valle/ Cau	Candelaria	747308,9	861217,1	0,36
InA57		X		Valle/ Cau	Candelaria	741604,6	862798,0	0,36
InA58		X		Valle/ Cau	Candelaria	735360,3	863601,9	0,36
InA59		X		Valle/ Cau	Cali	732320,0	862965,8	0,36
InA60		X		Valle/ Cau	Cali	731051,7	863366,8	0,36
InA61		X		Valle/ Cau	Cali	731006,3	864602,7	0,36
Total								28,63

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2013

El proceso de evaluación de las instalaciones temporales se encuentra descrito en las fichas de evaluación contenidas en el Anexo B1-02 Áreas temporales; a continuación se presentan los aspectos más sobresalientes de las instalaciones temporales definidas para el proyecto.

2.2.5.1 Campamentos

Las instalaciones de campamentos corresponderán a lugares destinados para el almacenamiento de insumos, materiales y herramientas, oficinas y estacionamiento de equipos y maquinarias. Adicionalmente en estos sectores se contempla ubicar los campamentos necesarios para dar alojamiento a una parte de los trabajadores. En

términos generales, estas instalaciones constituirán el centro de operaciones desde donde se coordinarán los trabajos de la construcción de las obras.

Así como el proyecto considera el alojamiento de los trabajadores en campamentos habilitados en algunas de las instalaciones, también se considera alojamiento en las cabeceras municipales más cercanas a los frentes de trabajo.

Los campamentos definidos para el Proyecto pueden ser de dos clases, según las necesidades y estrategias de construcción que se definan durante el desarrollo de la fase pre-constructiva, así: Campamento provisional mayor y Campamento provisional volante.

- **Campamento provisional mayor**

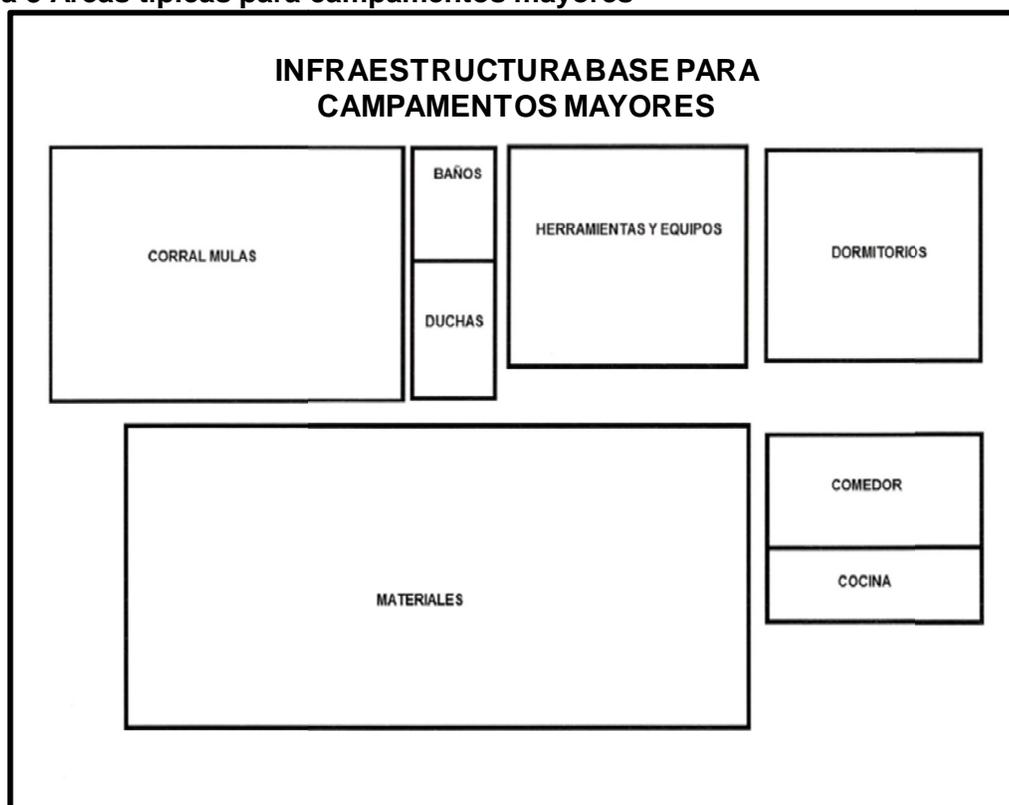
No de habitantes: 60 – 80 hab/día (dotación RAS)

Permanencia: de 6 a 11 meses

Infraestructura: La infraestructura básica a considerar en este tipo de áreas se describe a continuación y se esquematiza en la Figura 8.

- **Dormitorios:** tipo carpas y/o adecuaciones tipo casetas en madera y/o uso de la infraestructura (casas si las hay) existentes, los sitios de dormitorios deben contar con piso en madera o material que permita la impermeabilización.
- **Comedor:** adecuaciones en madera.
- **Cocina:** Estufa a gas o combustión de carbón mineral, como restricción se tiene el Uso de Madera. Para el manejo de las aguas grises producto del lavado de utensilios, menaje, ropa, se debe considerar un sistema provisional de manejo de aguas grises para el campamento, con su trampa de grasas y almacenamiento; se propone la implementación de sistemas de tratamiento de aguas tipo pozo séptico; se deben plantear las alternativas de entrega de los residuos líquidos a un gestor autorizado y/o solicitar permiso de vertimiento en suelo en los casos que sea posible implementarse.
- **Zona de mantenimiento:** Sitio destinado para labores de mantenimiento de equipos y almacenamiento de sustancias químicas, combustibles y materiales de construcción que requieran ser asilados de la intemperie; éste debe contar con impermeabilización del piso, techado, manejo de aguas lluvias, manejo de aceites, trampa de grasas portátil, señalización, kit ambiental, aspectos HSE.

Figura 8 Áreas típicas para campamentos mayores



Fuente: Empresa de Energía de Bogotá - EEB, 2014

- **Duchas:** Instalación de mínimo 10 y máximo 15 duchas portátiles, para lo cual se debe considerar la instalación de un tanque elevado, sistema de conducción, soporte, las aguas deberán ser dirigidas al sistema de manejo de aguas grises del campamento y entregadas a un gestor autorizado y/o ser incorporados al sistema de tratamiento de aguas utilizado para el área de cocina y lavado para luego ser dispuesto mediante vertimiento en suelo, en los casos que sea posible su implementación.
- **Sanitarios:** letrinas o baños portátiles (casetas o baños mini) el baño portátil depende del acceso a los campamentos, los residuos líquidos serán entregados a un gestor autorizado.
- **Corral para mulas:** debe tener cerramiento, bebederos, comederos, manejo de los excrementos.
- **Parqueadero:** si el sitio lo permite se deberá adecuar el terreno (explanaciones y nivelaciones menores), delimitar y señalizar adecuadamente. En caso contrario, el parqueadero deberá ser propuesto para su adecuación, en un sitio al final de la vía de acceso.
- **Bodega para herramientas y equipos:** deberá tener como mínimo techo, piso en madera, impermeabilización, cerramiento, señalización y aspectos HSE.

- **Zona de almacenamiento de materiales:** impermeabilización primaria, cubrimiento de los materiales pétreos con plásticos, cerramiento, señalización y aspectos HSE.
 - **Sitios de acopio de para residuos sólidos** (Manejo de residuos sólidos ordinarios, reciclables y peligrosos): Caseta con piso, impermeabilización, cerramiento, techo, manejo de aguas lluvias, señalización y aspectos HSE.
 - **Zona para la generación de energía:** puede ser por medio de un generador con autocontención, plantas insonorizadas o si el caso lo permitiese conexión al sistema de distribución local. Para las plantas se deberá adecuar un área con cerramiento, techo, impermeabilización, dique, área de almacenamiento de combustible, aspectos HSE.
 - **Almacenamiento de agua para uso doméstico:** tanque elevado, sistema de conducción y bombeo.
 - **Sitio de captación:** Conducción y bombeo, según la distancia a la franja de captación. Se puede considerar la compra de agua en los sitios que el acceso lo permita el transporte puede ser en carrotanques o en mulas (tracción animal).
-
- **Campamento provisional volante**

No de habitantes: 30 – 40 hab/día (dotación RAS)

Permanencia: de 1 mes a 5 meses

Infraestructura: La infraestructura básica a considerar en este tipo de áreas se describe a continuación.

- **Dormitorios:** tipo carpas y/o uso de la infraestructura (casas si las hay) existentes, deben contar con materiales para el aislamiento térmico.
- **Comedor:** adecuaciones en madera.
- **Cocina:** Estufa a gas o combustión de carbón mineral, como restricción se tiene el Uso de Madera. Para el manejo de las aguas grises producto del lavado de utensilios, menaje, se debe considerar un sistema provisional de manejo de aguas grises para el campamento, con su trampa de grasas y un sistema de almacenamiento temporal de las aguas residuales; los residuos líquidos deberán ser transportados al campamento o al sitio más cercano donde los recoja el gestor autorizado. No se realizara lavado de ropa, este se llevara al campamento más cercano.
- **Duchas:** adecuación de mínimo 5 y máximo 8 zonas de ducha, esta actividad se realizara de forma manual (balde de agua y totuma), la recolección de los residuos líquidos se hará por medio de bañeras o sistema de recolección provisional con una placa de material rígido como piso (revisar tipo de materiales que puedan ser utilizados, dejando como opción final el uso de placas en concreto), tubería de conducción y con entrega de los residuos al gestor autorizado.
- **Sanitarios:** baños portátiles mini, los residuos líquidos serán entregados a un gestor autorizado.
- **Corral para mulas:** Se acondicionaran de acuerdo al avance de la obra en potreros, fincas o establos existentes, no se podrán establecer corrales en las zonas de paramo.

- **Bodega para herramientas y equipos:** deberá tener como mínimo techo, piso en madera, impermeabilización, cerramiento, señalización y aspectos HSE.
- **Sitios de acopio de segregación (Manejo de residuos sólidos ordinarios, reciclables y peligrosos):** Caseta con piso, impermeabilización, cerramiento, techo, manejo de aguas lluvias, señalización y aspectos HSE.
- **Almacenamiento de agua para uso doméstico:** Tanques de almacenamiento.
- **Sitio de captación:** Conducción y bombeo según la distancia a la franja de captación o compra de agua. Para su transporte al campamento volante se deberá realizar en canecas a lomo de mula (tracción animal).

La ubicación de las dieciséis (16) áreas en las que potencialmente se podrán establecer los campamentos se presenta en la Tabla 11. La definición de la clase de campamento a establecer dependerá de la estrategia constructiva que se precise durante el desarrollo de la fase de Pre-construcción.

Tabla 11 Ubicación campamentos

Departamento	Municipio	Vereda	Área (ha)	Campamento
Huila	Teruel	Primavera	0,37	C1
Tolima	Planadas	Siquila	1,00	C2
		Rioblanco	Las Mercedes	0,36
	Territorios Nacionales		3,28	C4
			0,53	C5
			1,28	
	Valle del cauca	Pradera	Bolo Azul	0,02
1,50				C7
2,00				C8
1,50				C9
1,50				C10
1,50				C11
0,50				C12
0,50				C13
0,14				C14
0,50				C15
0,36	C16			

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2014

• **Campamento C1 (municipio Teruel, vereda La Primavera)**

En el sitio de torre T70, hay una casa abandonada que cuenta con servicios de agua y luz y puede ser habilitada como campamento (Foto 104), también áreas que sirven como plaza de tendido y/o patio de acopio; el acceso se realiza por el carretable que de Teruel conduce a la vereda La Primavera el cual requiere de mantenimiento. El predio es La Esperanza – El Tahir y el propietario Cerafin Perdomo.

Foto 104 Casa ubicada en el sitio de torre T70 que puede ser habilitada como campamento



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Campamento C2 (municipio Planadas, vereda Siquila)**

En el sitio de torre T196 el punto identificado como GPS MJ27HELI 14 (Foto 105, imagen a la derecha) corresponde a la cima de una montaña, de forma plana, muy amplia. El sitio es estable, no se observaron bloques rocosos, tampoco rasgos erosivos ni procesos de remoción en masa. Al norte se ubica la casa del propietario del predio (Foto 105, imagen a la izquierda) que cuenta con servicios públicos y puede ser habilitada como campamento, también hay áreas planas que sirven como helipuerto y/o patios de acopio. La cobertura predominante son pastos, 660 m más abajo y a la derecha del sitio se ubica la carretera que de Bilbao conduce a la vereda La Libertad, el acceso desde la carretera es peatonal y/o mular. El propietario del predio es Simeón Reinoso.

Foto 105 En la imagen a la derecha se observa el sitio de torre T196 y en la imagen a la izquierda la casa del propietario del predio donde se puede instalar un campamento



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Campamento C3 (municipio Rioblanco, vereda Las Mercedes)**

El área ubicada en la base de la colina donde se localiza el sitio de torre T208, identificada con el punto GPS MJ14, corresponde a una zona plana a ligeramente ondulada, cubierta por pastos destinados a potrero para engorde, con aproximadamente 1 ha disponible a lado y lado de la carretera La Herrera - El Páramo, donde se puede instalar un campamento, patio de acopio y plaza de tendido (Foto 106). El propietario del predio es Jair Rubiano; la carretera requiere de mantenimiento (Foto 107).

Foto 106 Área en la base de la colina donde se ubica el sitio de torre T208, donde se puede instalar un campamento, patio de acopio y plaza de tendido



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 107 Detalles de la carretera La Herrera - El Páramo, que sirve como acceso al sitio de torre T208, requiere de mantenimiento



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Campamento C4 (municipio Planadas, límite vereda Las Mercedes - Territorios Nacionales)**

Corresponde al predio identificado con el punto GPS MJ7, propiedad de Manuel Cifuentes, ubicado por la carretera La Herrera – El Páramo, en una terraza del río Hereje, de origen fluvio glacial, donde hay abundantes bloques de roca esparcidos sobre el terreno, con diámetros de hasta 1,0 m promedio y mayores; hay una casa que se puede adecuar como campamento y un corral como patio de acopio (Foto 108).

Foto 108 Campamento C4 casa de Manuel Cifuentes



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Campamento C5 y C6 (municipio Planadas, Territorios Nacionales)**

El sitio identificado con el punto GPS CAMPAMTO1N, corresponde a la última casa que hay por la carretera La Herrera antes de llegar al Páramo. El propietario es el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural -Incoder, el nombre de la finca El Auxilio. La casa está abandonada, es en madera, tiene 7 cuartos y cocina para habilitar (Foto 109), hay facilidades para el abastecimiento de agua desde un drenaje ubicado 30 m atrás y alrededor de la casa y al frente se dispone de espacios que pueden ser utilizados como patios de acopio; la carretera La Herrera requiere de mantenimiento (Foto 110).

Foto 109 Campamento C5 casa INCODER abandonada



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 110 Vistas de las áreas de Campamento C6, patios de acopio, de la carretera La Herrera – Páramo y del drenaje ubicado 30 m atrás



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

La información correspondiente a los campamentos ubicados en el municipio de Pradera en el departamento del Valle del Cauca, se integrará como información complementaria, una vez las condiciones de seguridad física en el área sean favorables y se cuente con el acompañamiento de las fuerzas militares para el ingreso al área de influencia directa del proyecto.

2.2.5.2 Plazas de tendido

Será necesaria la utilización de plazas de tendido y almacenamiento de materiales, equipos y otros elementos para la construcción de la línea, los cuales se encuentran ubicados en puntos estratégicos, cumpliendo con las características apropiadas tales como topografía preferiblemente plana, accesibilidad y permiso del propietario para su utilización. Es de mencionar y recalcar que después de la utilización las plazas de tendido

y/o almacenamiento, este debe quedar en las mismas condiciones en que se encontró inicialmente. En la Tabla 12 se presentan las características generales que se deberán considerar para el establecimiento de las plazas de tendido para la instalación de freno, malacate y /o sitios de apoyo.

Tabla 12 Características generales de los distintos tipos de plazas de tendido

Tipos de plazas de tendido	Características	Aspectos ambientales
Plaza de tendido para instalación de freno	Para este tipo de plaza es indispensable contar con carretable existente.	
	Área mínima requerida 100 X32 m; dentro de ésta área deben considerarse:	
	Requiere de una zona para la destinación de acopio temporal de material (cables, herramientas, etc.).	
	Se estiman adecuaciones menores al área a ser ocupada por éste tipo de instalación temporal.	
	Se prevé la instalación de una caseta para dar cumplimiento a los aspectos HSE, además de situar un punto ecológico para el manejo de residuos sólidos.	
	Requiere de área de maniobra de maquinaria y equipo.	
	Área de instalación de equipo 20 m ² aproximado.	
	Área para almacenamiento de combustible.	Dique de contención para el manejo y control de derrame de combustible.
	Área para la ubicación de baños portátiles.	Baños portátiles (1 por cada 15 personas), para lo cual se debe contar con un gestor de estos residuos.
Plaza para instalación malacate	Requiere o no acceso carretable.	En caso de no contar con acceso, se hará transporte helicoporado.
	Área mínima requerida de X32 m.	
	Requiere de una zona para la destinación de acopio temporal de material (cables, herramientas, etc.).	
	Se estiman adecuaciones menores al área a ser ocupada por éste tipo de instalación temporal.	
	Se prevé la instalación de una caseta para dar cumplimiento a los aspectos HSE, además de situar un punto ecológico para el manejo de residuos sólidos.	
	Área de instalación de equipo 20 m ² aproximado.	
	Área para la instalación de baños portátiles.	Baños portátiles (1 por cada 15 personas), para lo cual se debe contar con un gestor autorizado para el manejo, tratamiento, transporte y disposición final de estos residuos.
	Se establece el requerimiento de contar con un área para almacenamiento de combustible.	Dique de contención para el manejo y control de derrame de combustible.
Sitios de apoyo para tendido	No es indispensable contar con acceso carretable.	
	El motor es un equipo de tamaño pequeño que sólo requiere un área de 12 metros cuadrados.	
	Se puede instalar en los mismos sitios de torre.	

Tipos de plazas de tendido	Características	Aspectos ambientales
	Área de 32 X32 m.	
	Se prevé la instalación de una caseta para dar cumplimiento a los aspectos HSE, además de situar un punto ecológico para el manejo de residuos sólidos.	
	Área para la instalación de baños portátiles mini.	Transportar residuos hasta el sitio donde el gestor para manejo de residuos pueda acceder.
	Se establece el requerimiento de contar con un área para almacenamiento de combustible.	Dique de contención para el manejo y control de derrame de combustible.

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá - EEB, 2014

La ubicación tentativa de estas plazas de tendido se presenta en la Tabla 13, la cual puede tener ligeras modificaciones durante la etapa de construcción.

Tabla 13 Ubicación plazas de tendido

Departamento	Municipio	Vereda	Área (ha)	Plaza de Tendido	Torre más próxima
Huila	Tesalia	Alto de la Hocha	0,05	PT1	T1 ALF 1
			0,31		
			0,36	PT2	T16
		Santa Lucia	0,05	PT3	T23
			0,09		
			0,00	PT4	T31
			0,01		
		Santa Bárbara	0,01	PT5	T47
	0,00		PT6	T46	
	0,36				
	Teruel	Estambul	0,02	PT7	T58
		Primavera	0,08	PT8	T70
			0,29		
	Palermo	Nilo	0,04	PT9	T87
			0,07		
			0,05	PT10	T87
0,31					
Santa maría	Divino Niño	0,04	PT11	T99	
	El Vergel	0,21	PT12	T104N	
		0,15			
	San Francisco	0,03	PT13	T121	
Tolima	Planadas	Puerto Tolima	0,02	PT14	T134
			0,01	PT15	T143
		La Primavera	0,02	PT16	T154
			0,03	PT17	T155
			0,03		
			0,01	PT18	T155
		Cristalina	0,01	PT19	T188
			0,01		
	Siquila	0,02	PT20	T195	
		0,17			
	Rioblanco	Las Mercedes	0,05	PT21	T215
			0,02		
			3,28	PT22	T208N
			0,01	PT23	T208N
0,35					
0,00			PT24	T215	
0,06					
Territorios Nacionales	0,07	PT25	T266-V2		
0,29					
VALLE DEL CAUCA	Pradera	La Granja	0,36	PT26	T329-V2
		Potrerito	0,17	PT27	T316-V2
			0,19		
		El Retiro	0,23	PT28	T304-V2
			0,13		
		Bolo Azul	0,25	PT29	T278-V2
0,11					

Departamento	Municipio	Vereda	Área (ha)	Plaza de Tendido	Torre más próxima
			0,36	PT30	T289-V2
	Florida	Cañales	0,36	PT31	T359-V2 = T342
		Corregimiento San Antonio de los Caballeros	0,34 0,02	PT32	T347-V2
	Candelaria	Alto El Caballo	0,07 0,29	PT33	T360
		Tiple Arriba	0,07 0,29	PT34	T375
		Tiple Abajo	0,07 0,29	PT35	T390
		Morga	0,07 0,29	PT36	T398
	Cali	Sector Geográfico Valle de Lili	0,07	PT37	T404
			0,29		
			0,16	PT38	T408
			0,20		

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT1 (municipio Tesalia, vereda Alto de la Hocha)**

Sitio de tendido para freno y/o malacate de topografía plana, ubicado a orilla de la vía que conduce de Hobo a Tesalia, por lo que se recomienda implementar plan de manejo vial (Foto 111).

Foto 111 Plaza PT1 contigua a la vía Hobo - Tesalia



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT2 (municipio Teruel, vereda Alto de la Hocha)**

Sitio de tendido para freno y/o malacate, cerca al sitio de torre T16, de topografía plana, ubicado a orilla de la vía que conduce de Tesalia a Iquira, en el sitio se encuentra un corral cubierto en teja de zinc y a unos 60 metros atrás una LT 11.4 kV (Foto 112).

Foto 112 Plaza PT2 para freno y/o malacate, se ubica cerca al sitio de torre T16



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT3 (municipio Iquira, vereda Santa Lucía)**

Sitio de tendido solo para malacate por lo reducido del espacio, se ubica cerca al sitio de torre T23, de topografía plana con algunas ondulaciones, se debe realizar poda del rastrojo que se encuentra en el sitio de la plaza y arreglar la vía ya que se encuentra en mal estado (Foto 113 y Foto 114); en la vía a 20 metros adelante de la plaza se encuentra una L.T.110 kV.

Foto 113 Plaza PT3 para malacate, se ubica cerca al sitio de torre T23



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 114 Detalles de la vía de acceso a la Plaza PT3 cerca al sitio de torre T23, requiere mantenimiento y adecuación



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT4 (municipio Iquira, vereda Santa Lucía)**

Sitio de tendido para freno y/o malacate cerca al sitio de torre T31, de topografía semiondulada, el acceso es por el carreteable que de Iquira conduce a la vereda Santa Lucía, el cual se debe adecuar ya que se encuentra en mal estado (Foto 115 y Foto 116).

Foto 115 Plaza PT4 para freno y/o malacate, se ubica cerca al sitio de torre T31



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 116 Detalles de la vía de acceso a la Plaza T31 cerca al sitio de torre T31, requiere mantenimiento y adecuación



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT5 (municipio Iquira, vereda Santa Bárbara)**

Sitio de tendido para freno y/o malacate cerca al sitio de torre T47, de topografía plana, el acceso es por la vía pavimentada que de Yaguará conduce a Iquiraque requiere mantenimiento; a 40 metros aproximadamente se encuentra una LT 11,4kV (Foto 117 y Foto 118); también sirve como patio de acopio.

Foto 117 Plaza PT5 para freno y/o malacate, se ubica cerca al sitio de torre T47



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 118 Detalles de la vía pavimentada Yaguará - Iquira



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT7 (municipio Teruel, vereda Estambul)**

Sitio de tendido solo para malacate por lo reducido del espacio, se ubica cerca al sitio de torre T58, la topografía es semiplana con una pendiente de 10%, con algunos árboles aislados, el acceso es por la vía carreteable que de Teruel conduce a Iquira de la cual se desprende el carreteable de acceso a la plaza que requiere mantenimiento y adecuación (Foto 119 y Foto 120).

Foto 119 Plaza PT7 para malacate, se ubica cerca al sitio de torre T58



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 120 Detalles de la vía de acceso a la Plaza PT7 cerca al sitio de torre T58, requiere mantenimiento y adecuación

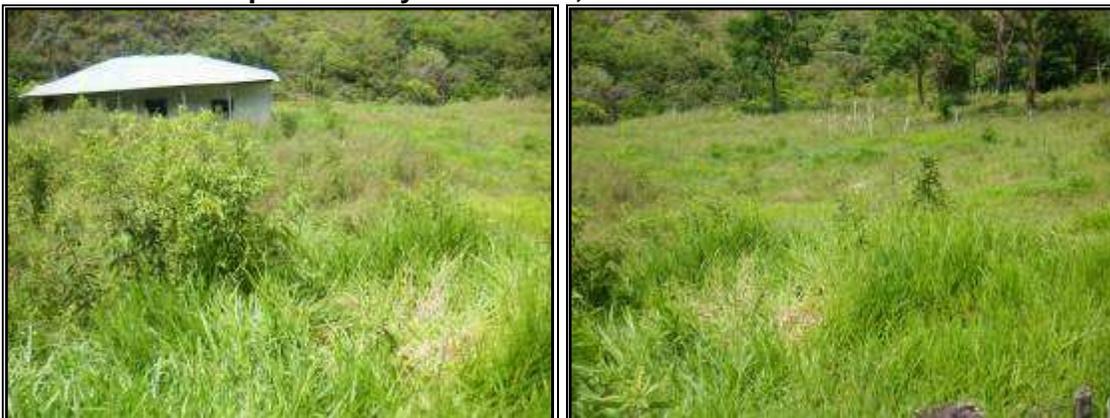


Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT8 (municipio Teruel, vereda Primavera)**

Sitio de tendido para freno y/o malacate cerca al sitio de torre T70, de topografía plana, hay una casa abandonada, con servicios de agua y luz, el acceso es por el carreteable que de Teruel conduce a la vereda Primavera que requiere mantenimiento (Foto 121yFoto 122); también sirve como campamento y patio de acopio. El predio es La Esperanza – El Tahir y el propietario Serafín Perdomo.

Foto 121 Plaza PT8 para freno y/o malacate, se ubica cerca al sitio de torre T70



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 122 Detalles del sitio de la plaza PT8 cerca al sitio de torre T70 y la vía de acceso que requiere mantenimiento



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT9 y PT10 (municipio Palermo, vereda Nilo)**

Plaza de tendido para freno y/o malacate cerca al sitio de torre T87, la topografía es plana a ligeramente ondulada con algunos árboles aislados y una LT a 110 kV, el acceso es por la vía que de Palermo conduce a Teruel y luego se toma el carreteable hacia la vereda Nilo (Foto 123 y Foto 124); también sirve como patio de acopio.

Foto 123 Plaza PT9 y 10 para freno y/o malacate, se ubica cerca al sitio de torre T87



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 124 Detalles de la vía de acceso al sitio de la plaza PT9 y10 cerca al sitio de torre T87, requiere mantenimiento



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza P11 (municipio Santa María, vereda Divino Niño)**

Sitio de tendido solo para malacate por lo reducido del espacio, se ubica cerca al sitio de torre T99, de topografía plana, corresponde al patio donde se carga el plátano cultivado en el predio, el acceso es por el carreteable que de Santa María conduce a la vereda Divino Niño que requiere mantenimiento (Foto 125 y Foto 126).

Foto 125 Plaza PT11 para malacate, se ubica cerca al sitio de torre T99



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 126 Detalles de la vía de acceso al sitio de la plaza PT11, cerca al sitio de torre T99, requiere mantenimiento



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT12 (municipio Santa María, vereda El Vergel)**

Sitio de tendido para malacate y/o freno cerca al sitio de torre T104N, de terreno plano a ligeramente inclinado, se encuentran arboles aislados, se ubica cercano al río Bache y hay una LT 11.4 kV, este sitio queda a 130 metros a la izquierda del eje de la línea por lo que se deben emplear poleas desviantes, el acceso es por la vía Santa María – Planadas hasta la vereda El Vergel; en el sitio la vía requiere mantenimiento (Foto 127); también sirve como patio de acopio.

Foto 127 Plaza PT12 para malacate y/o freno, se ubica cerca al sitio de torre T104 y detalles de la vía de acceso



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT13 (municipio Santa María, vereda San Francisco)**

Sitio de tendido para malacate y/o freno cerca al sitio de torre T121, la topografía es plana a los dos lados de la vía, el sitio presenta humedad, el acceso es por la carretera que de Santa María conduce a Planadas hasta llegar a la vereda Jerusalén, hay una LT 11,4kV ubicada 60 metros adelante del sitio y una casa (Foto 128 y Foto 129); también sirve como patio de acopio.

Foto 128 Plaza PT13 para malacate y/o freno, se ubica cerca al sitio de torre T121



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 129 Detalle de la vía de acceso al sitio de la plaza PT13 cerca al sitio de torre T121, requiere mantenimiento



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT14 (municipio Planadas, vereda Puerto Tolima)**

Sitio de tendido para malacate y/o freno, la topografía es plana a ligeramente ondulada, el terreno presenta humedad y bloques rocosos, se ubica en el vano T133-T134, más próximo al sitio T134 (Foto 130) y también sirve como patio de acopio; el acceso es por la

vía que de Santa María conduce a Planadas, hasta el punto llamado El Guácimo, en la vereda Puerto Tolima; la vía requiere de mantenimiento (Foto 131).

Foto 130 Plaza PT14 para malacate y/o freno, se ubica cerca al sitio de torre T134



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 131 Detalle de la vía de acceso al sitio de la plaza PT14 cerca al sitio de torre T134, requiere mantenimiento



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT15 (municipio Planadas, vereda Puerto Tolima)**

Sitio de tendido solo para malacate por lo reducido del espacio, la topografía es plana, el acceso es por la carretera que de Santa María conduce a Planadas, se ubica cerca del sitio de torre T143 en la vereda Puerto Tolima; hay una L.T. 110 kV a unos 10 metros del sitio; la vía requiere de mantenimiento (Foto 132 y Foto 133).

Foto 132 Plaza T15 para malacate, se ubica cerca del sitio de torre T143



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 133 Detalle de la vía de acceso al sitio de la plaza T15 cerca al sitio de torre T143, requiere mantenimiento y de la L.T. 110 kV



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT16 (municipio Planadas, vereda La Primavera)**

Sitio de tendido para freno y/o malacate cerca del sitio de torre T154, hay árboles que se deben cortar y arreglar la vía que es un callejón de unos 7 metros de ancho y 80 de largo; se accede por el carreteable que de Planadas conduce a la vereda La Primavera (Foto 134).

Foto 134 Plaza PT16 para freno y/o malacate, se ubica cerca al sitio de torre T154 y vista del acceso



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT17 y PT18 (municipio Planadas, vereda La Primavera)**

Sitio de tendido para freno y/o malacate, ubicado en el acceso carreteable que se desprende de la carretera que de Planadas conduce a la vereda Primavera identificado con el punto GPS MJ53 1PTEND155 cercano al sitio de torre T155. El acceso tiene una longitud aproximada de 60 m, requiere de ampliación, perfilado y balastro, no se requieren obras de arte; adelante y a la derecha del sitio de torre T155, se conforman dos áreas planas o descansos topográficos, cada una con aproximadamente 1 ha, completamente cubiertas por cultivos de café y rastrojo bajo que sirven como patios de acopio, hay una línea de alta tensión y atrás y a la derecha tres líneas domiciliarias (Foto 135). El propietario del predio es Alirio López.

Foto 135 Plaza PT17 y PT18 para freno y/o malacate, se ubica cerca al sitio de torre T155



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT19 (municipio Planadas, vereda Cristalina)**

En el punto identificado como GPS MJ24, se dispone de un área ligeramente semideprimida, inclinada a subhorizontal, algo húmeda, contigua a la carretera Bilbao - vereda Cristalina. Este es el punto de cruce de la línea con la carretera entre los sitios de torre T188 y T189. El sitio cuenta con espacio suficiente para los carretes, el malacate y freno. La cobertura son pastos y árboles aislados (Foto 136).

Foto 136 Plaza PT19 para freno y/o malacate, se ubica en el vano T188-T189



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT20 (municipio Planadas, vereda Siquila)**

El sitio identificado con el punto GPS MJ28-E11, corresponde a un terreno plano que se ubica antes del sitio de torre T195, conformado por una terraza aluvial del río Siquila, con aproximadamente 100 m de longitud por 80 m de ancho, sobre el terreno se observaron 3 bloques de roca con 1,5 m de diámetro promedio cada uno. El río tiene un cordón ripario de arboles nativos y guadua, poco denso. La terraza tiene un desnivel de 15 m con respecto a la carretera que desde Bilbao conduce a la vereda Siquila. Desde la carretera se desprende un camino con una longitud aproximada de 150 m (Foto 137). Hay 2 líneas domiciliarias y una línea de alta a 13,2 kV, de las tres líneas hay que bajar la línea domiciliaria que se ubica 200 m atrás del sitio para que no haya interferencia con el tendido. El sitio sirve para freno y/o malacate.

Foto 137 Plaza PT20 para freno y/o malacate, se ubica cerca al sitio de torre T195 y acceso



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT22 y PT 23 (municipio Rioblanco, vereda Las Mercedes)**

El sitio identificado con el punto GPS MJ14 corresponde al área ubicada en la base de la colina donde se localiza el sitio de torre T208N, esta zona es plana a ligeramente ondulada, cubierta por pastos destinados a potrero para engorde, con aproximadamente 1 ha disponible a lado y lado de la carretera La Herrera - El Páramo, donde se pueden ubicar el freno y/o malacate (Foto 138); también sirve para la instalación de un campamento y patio de acopio. El propietario del predio es Jair Rubiano.

Foto 138 Plaza PT22 y PT23 para freno y/o malacate, se ubica cerca al sitio de torre T208N



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Plaza PT21 y PT 24 (municipio Rioblanco, vereda Las Mercedes)**

El sitio identificado con el punto GPS MJ11 corresponde al punto del cruce de la línea con carretera La Herrera - El Páramo, entre los sitios de torre T214 y T215, hay dos espacios en la servidumbre de la carretera, uno sirve para el malacate y otro para la ubicación de hasta 25 carretes. Este es el segundo punto de cruce de la línea sobre la carretera La Herrera - El Páramo (Foto 139).

Foto 139 Plaza PT21 y PT 24 para freno y/o malacate, se ubica en el vano T214-T215



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

La información de las plazas de tendido localizadas en el municipio de Pradera, departamento del Valle del Cauca, se integrará como información complementaria una vez las condiciones de seguridad física en el área sean favorables y se cuente con el acompañamiento de las fuerzas militares para el ingreso al área de influencia directa del proyecto.

2.2.5.3 Helipuertos

Toda operación de carga externa con helicópteros considerará la reglamentación de la Aeronáutica Civil, la cual regula la actividad de vuelo de trabajos aéreos en Colombia. Los tramos de línea donde se construirá con apoyo de helicóptero, debido a la dificultad para acceder por vías terrestres serán definidos en la estrategia de construcción que se consolidará durante la fase de pre-construcción del proyecto.

Para enfrentar estos trabajos se considerará como base principal de operación de los helicópteros los aeródromos situados en los cascos urbanos de Planadas y de La Herrera, actualmente operados por el ejército Colombiano (Foto 140 y Foto 141).

Foto 140 Helipuerto Planadas



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 141 Helipuerto La Herrera



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Cabe destacar que la modalidad de trabajo será aquella en que la carga a trasladar puede ser levantada desde el terreno y liberada manualmente o mediante un dispositivo electro-mecánico mientras se encuentra en el aire, de manera que no se requiere que los helicópteros aterricen en los frentes de trabajo. Para el estacionamiento y carga de los helicópteros se considerarán emplazamientos eventuales, que serán utilizados por períodos inferiores a 10 días, ya que las actividades en los frentes de trabajo se irán moviendo a lo largo de los tramos que se trabajarán con helicóptero. En el caso que se necesite utilizar un emplazamiento eventual por más de 10 días, se solicitará un permiso especial a la Dirección General de Aeronáutica Civil. Todo emplazamiento eventual que sea utilizado con helicópteros, reunirá las siguientes condiciones:

- Tener una superficie lo suficientemente lisa, limpia y libre de obstáculos y con una consistencia tal que permita en las condiciones meteorológicas más adversas soportar el peso máximo del helicóptero.

- Tener una longitud mínima de 20 metros y un ancho de 20 metros. Como patio de maniobras para el levantamiento de carga se considera una superficie de 100x50 metros.
- Que la pendiente en cualquiera dirección no sea mayor de un diez por ciento.
- Que, en lo posible, las zonas de aproximación y salida estén orientadas en la dirección de los vientos predominantes.
- Contar con señalización que facilite al piloto la ubicación del emplazamiento, la aproximación y el aterrizaje.
- No debe tener obstáculos altos a su alrededor, como cables de alta tensión o árboles grandes; se entiende que no debe estar dentro de una aérea habitacional o urbana.

Se dispondrá como mínimo del siguiente personal y equipo auxiliar:

- Una persona en tierra con las competencias correspondientes que pueda colaborar con el piloto.
- Un cataviento del tipo manga.
- Un extintor de incendios de CO2 con capacidad suficiente para satisfacer las necesidades del tipo de aeronave que lo utilice.
- Un equipo de primeros auxilios.
- El aprovisionamiento de combustible será donde se encuentren estacionados los helicópteros.

Los helipuertos predefinidos para el Proyecto pueden ser de dos clases, tal como se aprecia en la Tabla 14 Consideraciones para los tipos de helipuertos en el Proyecto.

Tabla 14 Consideraciones para los tipos de helipuertos en el Proyecto

Tipos de helipuertos	Características	Aspectos ambientales
Fijos o definitivos	Donde los helicópteros permanecerán mientras no estén volando en: El aeródromo base militar de la herra y el aeródromo base militar planadas. Sujetas a lo que ofrecen las bases militares, no se tendría incidencia con nuestro estudio y/o la licencia.	Solo tiene acceso la tripulación y en los sitios se cuenta con la infraestructura para temas ambientales.
	Sujetos a normatividad aeronáutica.	
Temporales	Se ubicaran en las zonas de cargue del material.	Desde el patio hasta el sitio de cargue, se transporta el material por carretera.
	Área planas y preferiblemente con cobertura en pastos, distancia a bosques no menos de 100 metros.	Colocar consideraciones normatividad aeronáutica.
	Sitio de acopio de temporal.	
	Disponerse de un sitio de aterrizada de emergencia.	Aspectos HSE.
	Dimensión del helipuerto acorde al helicóptero utilizado.	
	La dimensión del helipuerto debe ser la longitud del aparato más un tercio del tamaño de este.	
	En el sitio de cargue no se almacenaran materiales o equipos a transportar de un día para otro, es decir solo se transporta lo que se requiera movilizar en el día.	

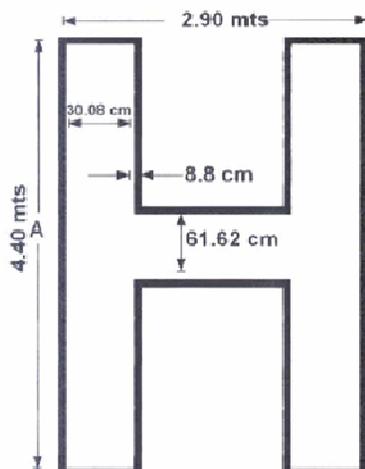
Fuente: Empresa de Energía de Bogotá - EEB, 2014

Las condiciones para el establecimiento de un helipuerto fijo o definitivo serán:

1. La superficie del Helipuerto debe ser lisa y sin desniveles.
2. Debe tener una inclinación de 2.5 cm para control de derrames.
3. El terminado del área debe ser áspero o no deslizable tipo lija.
4. La resistencia del piso debe ser de mínimo 1.5 veces el peso bruto máximo de la operación del helicóptero designado.
5. En el área denominada FATO(área de aproximación final y despegue) no deben presentarse obstáculos de ningún tipo.
6. El área alrededor debe estar totalmente despejada, en caso de que el helicóptero deba realizar un aterrizaje de emergencia.
7. De preferencia la zona de aterrizaje debe estar 40 cm por encima del suelo, de no ser así debe estar a nivel del mismo.
8. Nunca se debe construir un helipuerto en hondonadas.
9. Su ubicación debe ser en lo posible lo más alejado de oficinas y viviendas.
10. El helipuerto debe estar en contra del viento que predomina en el sector.
11. No deben haber cuerdas ni líneas de tensión en el área.
12. El perímetro del helipuerto debe ser demarcada con una línea de color amarillo con un ancho no menor de 30cm.
13. Alrededor de Helipuerto debe haber un área despejada de 36 m de largo por 36 metros de ancho, para poder realizar un aterrizaje de seguridad desde 3 metros de altura.

14. Longitud aproximada FATO (área de aproximación final y despegue) 20 metros de Diámetro, siguiendo los parámetros establecidos por la Aeronáutica Civil en donde se exige que este tenga 1.5 de la longitud total del helicóptero.
15. La superficie de contacto (TLOF) debe ser 1.5 veces el largo del skid aproximadamente 6 metros largo por 5.8 metros de ancho, esta área se señala en forma de cuadrado.
16. La "H" se realiza en el centro de la superficie de contacto (TLOF) las medidas que debe tener la "H" en el terreno se referencian a continuación:

Figura 9 Indicaciones para la instalación de la letra H en el centro de FATO



Fuente: Empresa de Energía de Bogotá - EEB, 2014

La definición de los sitios de helipuerto temporales o fijos será realizada una vez se tenga precisada la estrategia constructiva de la línea; la ubicación de los helipuertos que también sirven como heli copios, se presenta en la Tabla 15 Ubicación Helipuertos / heli copios.

Tabla 15 Ubicación Helipuertos / heliacopios

Departamento	Municipio	Vereda	Área (ha)	Helipuerto
Tolima	Planadas	Puerto Tolima	0,40	H1
			0,25	
		El Diamante	0,03	H2
			0,12	
			0,43	H3
			0,34	H4
	El Paraíso	0,06	H5	
		0,06		
	Siquila	0,55	H6	
		0,45		
	Rioblanco	Las Mercedes	0,01	H7
			0,35	
		Territorios Nacionales	3,28	H8
			0,09	H9
			1,50	H10
Campo Hermoso		0,53	H11	
Territorios Nacionales		1,28		

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2014

- **Helicopio H1 (municipio Planadas), vereda Puerto Tolima**

En el predio donde se ubica el sitio de torre T145, identificado con el punto GPS MJ61, se dispone de dos áreas planas, amplias, ligeramente inclinadas, que sirven como helipuertos y/o patios de acopio (Foto 142); la morfología es colinada en medio de sectores montañosos. En el predio se observaron terrenos afectados por suelos desnudos, escalonamiento, terracetas y patas de vaca, en un grado de actividad erosiva moderada. Se cuenta con el trazo de un acceso, que requiere de apertura y adecuación y se desprende de la carretera que de Gaitania conduce a Planadas (Foto 143). El predio es Alto Caldas y el propietario Nixón Ardila.

Foto 142 Vista de una de las áreas planas en el predio donde se localiza el sitio de torre T145



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Foto 143 Acceso al predio donde se localiza el sitio de torre T145, se desprende de la carretera Gaitania – Planadas, requiere de apertura y adecuación



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Heliacopio H3 (municipio Planadas, vereda El Diamante)**

En el predio donde se ubican los sitios de torre T150 y T151, se dispone de tres superficies planas, amplias que pueden ser utilizadas como helipuertos y/o patios de acopio; la más alta fue identificada con el punto GPS MJ55HELI1, donde la cobertura vegetal consta de pastos, rastrojo bajo y fragmentos boscosos especialmente en los drenajes secundarios (Foto 144); 500 m más abajo y a la derecha del sitio se ubica la carretera que de Planadas conduce a la vereda El Diamante y el acceso desde la carretera es peatonal y/o mular. El propietario del predio es Telmon Marulanda.

Foto 144 Vista de una de las áreas planas en el predio donde se localiza el sitio de torre T151



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Heliacopio H5 (municipio Planadas, vereda El Paraíso)**

En el predio donde se ubica el sitio de torre T175, identificado con el punto GPS MJ48 2, se dispone de dos (2) zonas amplias, planas a ligeramente inclinadas y suavemente onduladas, donde se observaron algunos bloques sobre la ladera y rasgos erosivos tipo canales difusos, surcos y cárcavas en grado de erosión bajo a moderado; estas zonas planas sirven como helipuertos y/o patios de acopio y se ubican adelante, a la derecha e izquierda del sitio de torre T175 (Foto 145). Hay dos drenajes 200 m atrás y adelante del sitio, la cobertura vegetal es de pastos, rastrojo bajo y un bosque localizado 50 m atrás, 100 m a la izquierda se localiza la carretera Bilbao - Planadas y de ella se desprende el carretable de acceso, con cerca de 100 m de longitud, el cual requiere de adecuación, hay un portón en madera que restringe el ingreso al predio (Foto 146).

Foto 145 Vista de las zonas planas ubicadas en el predio donde se localiza el sitio de torre T175



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2014

Foto 146 Acceso al predio donde se localiza el sitio de torre T175, se desprende de la carretera Bilbao – Planadas; requiere de adecuación

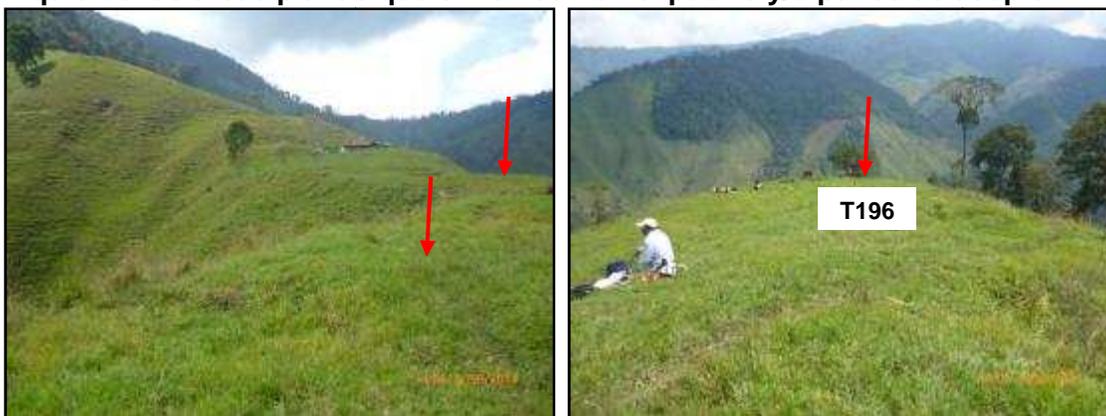


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2014

- **Heliacopio H6 (municipio Planadas, vereda Siquila)**

Con el punto GPS MJ27HELI 14 se identificó el sitio de torre T196 (Foto 147, imagen a la derecha) ubicado en la cima de una montaña, la cima es de forma plana, muy amplia. El sitio es estable, no se observaron bloques rocosos, tampoco rasgos erosivos ni procesos de remoción en masa. Como se describió en el sitio campamento T196, al norte se ubica la casa del propietario del predio y áreas planas que sirven como helipuerto y/o patios de acopio, (Foto 147, imagen a la izquierda). La cobertura predominante son pastos y no hay árboles ni bosques cercanos que puedan servir de obstáculo para el transporte helicoportado; 660 m más abajo y a la derecha del sitio se ubica la carretera que de Bilbao conduce a la vereda La Libertad, el acceso es peatonal y/o mular. El propietario del predio es Simeón Reinoso.

Foto 147 En la imagen a la derecha se observa el sitio de torre T196 y en la imagen a la izquierda las áreas planas que sirven como helipuerto y/o patios de acopio



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Heliacopio H8 (municipio Rioblanco, vereda Las Mercedes)**

El sitio identificado por el punto GPS MJ14, corresponde al área ubicada en la base de la colina donde se localiza el sitio de torre T208. Como se describió en el campamento y plaza de tendido correspondiente, esta zona es plana a ligeramente ondulada, cubierta por pastos destinados a potrero para engorde, con aproximadamente 1 ha disponible a lado y lado de la carretera La Herrera - El Páramo, donde además de la plaza de tendido, se puede instalar un campamento, helipuerto y/o patio de acopio. El propietario del predio es Jair Rubiano (Foto 148); la carretera requiere de mantenimiento.

Foto 148 Área en la base de la colina donde se ubica el sitio de torre T208, donde se puede instalar un helipuerto y/o patio de acopio



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Heliacopio H9 (municipio Rioblanco, Territorios Nacionales)**

El sitio identificado con el punto GPS MJ20HELI N, se localiza al frente de la última casa que hay por la carretera La Herrera antes de llegar al Páramo. El propietario es el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - Incoder, el nombre de la finca El Auxilio. Alrededor de la casa y al frente se dispone de espacios que pueden ser utilizados como helipuerto y/o patios de acopio; la carretera La Herrera requiere de mantenimiento (Foto 149).

Foto 149 Helicopio H9 casa INCODER abandonada



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Helipuerto H10 (municipio Rioblanco, Territorios Nacionales)**

El predio identificado con el punto GPS MJ10 corresponde a un área amplia, plana a ligeramente ondulada, constituida por un depósito fluvio-glacial (Qfg), con presencia de bloques de hasta 1,0 m de diámetro promedio; la cobertura consta de pastos destinados a potrero para engorde y el bosque ripario de la quebrada El Quebradón, que colinda al oriente con el sitio. La Finca se llama El Quebradón, cuenta con una casa y un galpón, es propiedad de Ciro Cárdenas y es cruzada por la carretera La Herrera - El Páramo (Foto 150).

Foto 150 Predio El Quebradon donde se puede instalar un helipuerto



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

- **Heliacopio H11 (municipio Rioblanco, límite vereda Las Mercedes - Territorios Nacionales)**

El sitio identificado con el punto GPS MJ7, corresponde al predio de Manuel Cifuentes, ubicado por la carretera La Herrera – El Páramo, en una terraza del río Hereje, de origen fluvio-glaciar, donde hay abundantes bloques de roca esparcidos sobre el terreno, con diámetros de hasta 1,0 m promedio y mayores; hay una casa que se puede adecuar como campamento y un corral para patio de acopio (Foto 151).

Foto 151 Heliacopio H11 casa de Manuel Cifuentes



Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

La información de los sitios de helipuerto ubicados en el municipio de Pradera, departamento del Valle del Cauca, se integrará como información complementaria una vez las condiciones de seguridad física en el área sean favorables y se cuente con el acompañamiento de las fuerzas militares para el ingreso al área de influencia directa del proyecto.

2.2.5.4 Bodegas y Patios de Acopio

Se contempla la habilitación de bodegas intermedias que corresponden a sitios de almacenamiento de materiales, insumos y herramientas, además de estacionamiento de maquinaria, equipos y vehículos.

El proyecto considera la habilitación de bodegas intermedias, las cuales se distribuyen tratando de optimizar la cobertura y despacho de materiales, insumos y herramientas hacia los frentes de trabajo, utilizando sitios despejados de vegetación, que de preferencia cuenten con buenos accesos viales.

Las Bodegas Intermedias tendrán la siguiente infraestructura general:

- Portería.
- Oficina del encargado de bodega.
- Servicios sanitarios.
- Bodega de acopio temporal para residuos.

- Patio de acopio de materiales y estructuras.
- Bodega de materiales, insumos y herramientas.
- Patios de maniobras y trabajos.
- Estacionamientos de vehículos, equipos y maquinarias.

La ubicación de las bodegas y patios de acopio se presenta en la Tabla 16.

Tabla 16 Bodegas y Patios de Acopio

Departamento	Municipio	Vereda	Área (ha)	Bodega de Acopio
Huila	Íquira	Santa Barbará	0,00	BP1
			0,36	
			0,01	
	Palermo	Nilo	0,05	BP3
			0,31	
			0,04	
	Santa maría	El Vergel	0,07	BP4
			0,21	
	Santa maría	San Francisco	0,15	BP5
			0,03	
Teruel	Primavera	0,08	BP6	
		0,29		
Tolima	Planadas	El Diamante	0,03	BP8
			0,12	
			0,34	
		El Paraiso	0,06	BP9
			0,06	
		La Primavera	0,03	BP10
			0,03	
			0,01	
		Puerto Tolima	0,40	BP11
	0,25			
	0,08			
	0,02			
	Siquila	0,02	BP12	
		0,55		
	Rioblanco	Territorios Nacionales	0,45	BP13
			0,53	
1,28				
0,01				
0,35				
3,28				
0,09	BP14			
0,09				
Valle del Cauca	Pradera	Bolo Azul	0,08	BP15
			0,06	
			0,25	
			0,11	
			0,50	
			0,50	
			0,14	
			0,50	
			0,36	
			0,50	
	Potrerito	Territorios Nacionales	0,01	BP16
			0,35	
			3,28	
Territorios Nacionales	0,09	BP17		
	0,09			
Pradera	Bolo Azul	0,08	BP18	
		0,06		
		0,25		
		0,11		
		0,50		
		0,50		
		0,14		
		0,50		
		0,36		
0,50				
Potrerito	Territorios Nacionales	0,01	BP19	
		0,35		
		3,28		
Territorios Nacionales	0,09	BP20		
	0,09			
Pradera	Bolo Azul	0,08	BP21	
		0,06		
		0,25		
		0,11		
		0,50		
		0,50		
		0,14		
		0,50		
		0,36		
		0,50		
Potrerito	Territorios Nacionales	0,01	BP22	
		0,35		
		3,28		
Territorios Nacionales	0,09	BP23		
	0,09			
Pradera	Bolo Azul	0,08	BP24	
		0,06		
		0,25		
		0,11		
		0,50		
		0,50		
		0,14		
		0,50		
		0,36		
0,50				
Potrerito	Territorios Nacionales	0,01	BP25	
		0,35		
		3,28		
Territorios Nacionales	0,09	BP26		
	0,09			
Pradera	Bolo Azul	0,08	BP27	
		0,06		
		0,25		
		0,11		
		0,50		
		0,50		
		0,14		
		0,50		
		0,36		
		0,50		
Potrerito	Territorios Nacionales	0,01	BP28	
		0,35		
		3,28		
Territorios Nacionales	0,09	BP29		
	0,09			

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2014

- **Bodega y/o patio de acopio BP14 (municipio Planadas, vereda Puerto Tolima)**

Sitio para acopio semiplano con una pendiente del 10 %, se ubica a la izquierda de la línea en dirección del sitio de torre T127, hay una casa sola que puede servir para la vigilancia del sitio, el acceso es por la vía que de Santa María conduce a Planadas y a la vereda Puerto Tolima; por el sitio cruza la vía.

Figura 10 Detalles de la localización de la bodega y/o patio de acopio BP16 ubicada en dirección del sitio de torre T127



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2014

Las descripciones de las restantes bodegas y patios de acopio que se relacionan en la Tabla 16, están contenidas en los Numerales 2.2.5.1 a 2.2.5.3, del presente informe, ya que las instalaciones temporales del proyecto fueron definidas mediante el criterio de áreas multifuncionales, de forma tal que, se definieron áreas de campamentos que además sirven como plazas de tendido y/o helipuertos y/o bodegas y patios de acopio.

La información referente a las bodegas y patios de acopio definidas para el municipio de Pradera en el departamento del Valle del Cauca, se integrará como información complementaria, una vez las condiciones de seguridad física en el área sean favorables y se cuente con el acompañamiento de las fuerzas militares para el ingreso al área de influencia directa del proyecto.

2.2.6 Infraestructura existente

2.2.6.1 Áreas intervenidas por otros proyectos licenciados/ en ejecución/ cierre

Con relación a las áreas intervenidas por otros proyectos, se encuentran los siguientes:

- **Proyecto Hidroeléctrica El Quimbo**

El proyecto hidroeléctrico El Quimbo se encuentra localizado al Sur del departamento del Huila, entre las cordilleras Central y Oriental, a 69 km aproximadamente al sur de la ciudad de Neiva por la carretera pavimentada que de Neiva conduce a Gigante. Está localizado a unos 1.300 m aguas arriba de la confluencia del Río Páez con el Río Magdalena. El Proyecto será un aprovechamiento a pie de presa con capacidad instalada de 400 MW, con la cual se estima que se puede lograr una generación media de energía de 2.216 GWh/año, con un embalse que tendrá un volumen útil de 1.824 hm³ y un área inundada de 8.250 ha.

- **Proyectos Exploratorios de Hidrocarburos**

En el ámbito de infraestructura e industria petrolera en los departamentos de Huila y Tolima, se destaca la presencia y los trabajos realizados por las empresas de Hocol, Técnica Vial, Telpico, Ecopetrol y Alange Energy. La actividad petrolera se caracteriza por su gran crecimiento e intensificación, específicamente en las dos últimas décadas; específicamente se identifican los siguientes proyectos de explotación de hidrocarburos en el área de estudio: (Tabla 17).

Tabla 17 Pozos operados por HOCOL en Tesalia Huila

Nombre	Este	Norte
La hocha-13	831388.34	766098.92
La hocha profundo-1 st	831554.75	766374.74
La hocha-12 st 1	830689.34	765438.84
La hocha-10	830877.08	765466.30
La hocha-11	830876.73	765671.45
La hocha-2	831367.49	766066.95
La hocha-14	830169.89	765207.61
La hocha-17	830331.50	765342.81
La hocha-18	830291.95	765327.87

Fuente ANH, 2013

- **Líneas de interconexión eléctrica**

Se identifica las siguientes líneas de transmisión eléctrica:

En el sector de Huila en inmediaciones de la futura subestación de Tesalia se encuentran las líneas:

- Betania – Altamira - Jamondino 230 kV es de propiedad de EEB.
- Betania - San Bernardino 230 kV es de propiedad de ISA.
- Betania – Altamira 115 kV es de propiedad de ELECTROHUILA.

En el sector de Valle del Cauca en inmediaciones de la futura subestación de Alférez se encuentran las líneas:

- Yumbo - San Bernardino 230 kV es de propiedad de ISA.
- Salvajina – Juanchito 220kV propiedad de EPSA
- Pance - Aguablanca 115 kV es propiedad de EPSA.

En la zona de Alférez en Cali se encuentran varias subestaciones y líneas de transmisión que vienen de las subestaciones de San Marcos, Mirolindo, Pance, Salvajina.

Existen las líneas de media tensión que realizan la distribución de energía eléctrica a los municipios del Sur del Tolima y Huila, las cuales se interceptan con las veredas del área de influencia del proyecto Tesalia - Alférez.

2.2.6.2 Descripción de obras en zonas urbanas

El Proyecto y sus áreas de influencia, se encuentran ubicados en una zona rural, alejada de cascos urbanos y/o asentamientos con alta densidad poblacional; las zonas urbanas más cercanas al Proyecto corresponden a la cabeceras municipales de Tesalia, Iquira, Teruel y Palermo en el departamento del Huila, los municipios de Planadas y Río Blanco en el departamento del Tolima y los municipios de Florida, Candelaria y Santiago de Cali en el departamento del Valle del Cauca, en las que no se contempla ningún tipo de intervención, diferente al posible alquiler de predios para la instalación de oficinas temporales y eventualmente alojamiento de personal.

2.3 ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA ETAPA DE PRE-CONSTRUCCIÓN

Las actividades requeridas en esta etapa del proyecto corresponden a la selección de la ruta, levantamiento topográfico, aplicación de criterios de susceptibilidad ambiental, cálculo de cartera o libreta topográfica, dibujo, elaboración de los planos planta perfil, plantillado preliminar, diseño de la línea (selección de conductor, cable de guarda y aislamiento), estudio de tensiones y flechas (preselección de estructuras), plantillado óptimo, cálculo de cargas en las torres y demás actividades de diseño.

Con el perfil topográfico, la preselección de altura máxima y mínima de torres y preselección del conductor, se calculan las tensiones y temperaturas y se definen cantidades y sitios de torre, longitud de los vanos y cargas en las torres. Simultáneo al diseño se realiza el estudio de impacto ambiental de la línea, con el fin de incorporar en el diseño criterios ambientales y formular el plan de manejo ambiental para la prevención, control, mitigación y compensación de los posibles impactos generados por el Proyecto.

2.3.1 Selección de Ruta

Para el diseño de los alineamientos de la línea de transmisión eléctrica, se analizaron diversas alternativas, considerando factores técnicos, ambientales, sociales, económicos y tenencia de la tierra. Así por ejemplo, el factor técnico es de gran relevancia, particularmente por el emplazamiento de la línea de transmisión en terrenos estables desde el punto de vista geológico y geotécnico, para asegurar la confiabilidad y continuidad en la prestación del servicio.

En la etapa de diseño del proyecto, se realizó una evaluación ambiental preliminar, a fin de contribuir con la perspectiva ambiental para la definición del trazado. Algunos de los criterios considerados para la determinación del trazado de la línea de transmisión fueron los siguientes: Alejarse de zonas pobladas; minimizar la afectación a la flora y vegetación; máxima utilización de caminos existentes; en la medida de lo posible: evitar zonas de interés turístico; evitar deslucir el paisaje; evitar en lo posible el paso por áreas protegidas; evitar afectar patrimonio: cultural, religioso, histórico, arqueológico, entre otros; buena accesibilidad para mantención y menor número de propietarios.

2.3.2 Trazado, plantillado y replanteo

En el Anexo B1-01, del presente estudio, se encuentran los Planos Planta-Perfil de las línea Tesalia – Alférez, donde se detalla el trazado y el perfil topográfico del terreno donde se encuentran emplazadas.

2.3.3 Compra de Bienes y Contratación de Servicios

Esta actividad contempla la compra de equipos eléctricos, materiales, insumos y la contratación de los servicios necesarios para construir el proyecto.

El proyecto requiere importar conductores, aisladores y herrajes, cables, estructuras metálicas, etc. Todos los materiales y equipos que serán usados en el proyecto, una vez desembarcados serán trasladados y almacenados en el patio de acopio seleccionado.

Los servicios asociados al suministro y mantenimiento de baños químicos, el soporte informático, la seguridad (guardias), el transporte de personal, las telecomunicaciones, el retiro y disposición de residuos industriales y domésticos, control de plagas y roedores, etc. serán contratados a empresas especializadas debidamente autorizadas.

2.3.4 Adquisición de Servidumbres

Previo al inicio de la etapa de construcción de la línea, se realiza el proceso de negociación de servidumbre a lo largo del eje de la línea, cuyo ancho es de 32 m para una línea de 230 kV doble circuito, la cual incluye vanos y sitios de torre requeridos.

2.4 ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

2.4.1 Organización y Planificación

De acuerdo con el plan de trabajo, se establece la cantidad de mano de obra no calificada que se requiere y el programa de contratación. El programa de contratación comprende un sistema de información para brindarle a la comunidad los requisitos y la forma de vinculación al Proyecto.

2.4.2 Demanda de Bienes y Servicios - Contratación de Mano de Obra Temporal

La construcción y operación de las líneas de transmisión eléctrica, generará la contratación de diversos bienes y servicios, que van desde la compra de insumos en almacenes y grandes empresas productoras de cables y perfilaría metálica, hasta el cemento y material pétreo utilizado para las zapata de las cimentaciones de las torres, entre otros.

En el área de influencia del Proyecto se demandarán particularmente los bienes y servicios relacionados con el alquiler de predios, ya sea en las cabeceras municipales o en las veredas, para la instalación de oficinas temporales y alojamiento de personal cuando este no sea de la región.

Se generará la contratación de mano de obra calificada y no calificada para las etapas de construcción y operación de las líneas. Los requerimientos de personal estimados para la construcción del Proyecto se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18 Requerimientos de personal para la construcción de las líneas

Personal	Cantidad
Director de Proyecto	4
Ingeniero Residente de Obra Civil	4
Ingeniero Residente Electricista	1
Especialista en Geotécnia	4
Ingenieros de Programación	4
Supervisores	12
Almacenista	4
Director de Interventoría	1
Ingeniero Residente de Interventoría	4
Topógrafo Contratista Construcción	4
Cadeneros Contratista Construcción	8
Topógrafo Interventoría	4
Inspectores Interventoría	12
Interventor Ambiental	12
Conductores	64
Oficiales Construcción	320
Técnicos electricistas	0
Ayudantes	640

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

La ejecución de las obras será subcontratada directamente o a través de empresas especializadas, las que deberán contar con profesionales y técnicos de distintos grados de especialización y calificación. Se privilegiará la contratación de mano de obra local, para todas aquellas actividades que no requieran de una especialización técnica en particular. Para ello, se ofrecerán los puestos de trabajo disponibles a las juntas de acción comunal en las municipalidades de las distintas zonas en donde se desarrollarán las obras.

2.4.3 Transporte de Personal

En general, durante el desarrollo del proyecto, el transporte del personal se realizará en forma diaria desde los centros urbanos y campamentos más cercanos hasta los frentes de trabajo, utilizando para ello vehículos apropiados que cumplan con la reglamentación establecida por la autoridad competente.

La frecuencia del transporte del personal está asociada al inicio y término de la jornada de trabajo.

Una vez terminada la jornada diaria de trabajo, el personal será trasladado hacia los centros urbanos y campamentos para su descanso.

2.4.4 Adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales

En desarrollo de esta actividad se adecuan los sitios donde se localizarán las áreas de trabajo temporal durante la etapa de construcción, que corresponden principalmente a las estaciones para tendido de conductores y patios de almacenamiento de materiales. Las adecuaciones necesarias, comprenden principalmente cerramientos y despeje de vegetación cuando sea necesario.

2.4.5 Replanteo de construcción

Esta actividad consiste en la definición de la ubicación de cada estructura mediante estacas o hitos que indican el centro de la misma, el eje de la línea y el eje perpendicular a ella. El equipo de topografía, compuesto por topógrafos, cadeneros y ayudantes, será el encargado de replantear la ubicación de todas las estructuras y caminos de acuerdo a los planos de planta y perfil validados para construcción.

Es una de las primeras actividades de la construcción de una línea y consiste además en la verificación planimétrica, altimétrica y chequeo del perfil de la línea, elaborado con la información procedente del trazado realizado en la fase de diseño; se llevará a cabo para determinar la ubicación final de las estructuras.

2.4.6 Obtención de Materiales de Construcción

Las obras a ejecutar en la línea de transmisión eléctrica Tesalia – Alférez 230 kV, no requieren de un volumen elevado de material granulado, de modo que no se hace necesario realizar explotación directa de las fuentes. El material granular que se utiliza para realizar los rellenos y cimentación de cada una de las patas de las torres es el que proviene de la excavación. Este material debe cumplir con las especificaciones técnicas apropiadas para tal fin, de lo contrario se deberá obtener dicho material de las canteras activas que cuenten con licencia y demás permisos concedidos por las autoridades ambientales y locales.

2.4.7 Preparación y Despeje de las Zonas de Emplazamiento

2.4.7.1 Habilitación de sitios de estructuras

Esta actividad comprende el descapote y limpieza de los sitios de torres, y los movimientos de tierra requeridos para la nivelación y mejoramiento del terreno.

El descapote comprende la remoción completa y el destino apropiado que se dará a árboles, matorrales, raíces, cerramientos, pavimentos, rocas y cantos rodados superficiales u otros objetos colocados sobre o sobresaliendo de la superficie de áreas que deben ser despejadas.

Los movimientos de tierra comprenden los cortes, excavaciones, rellenos y conformación de terraplenes que se requieran para la nivelación y mejoramiento del terreno, para los diferentes tipos de cimentación; de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas del terreno, indicados en los planos de construcción incluyendo la preparación y acabado de las superficies de cimentación; comprenden además todos los trabajos adicionales necesarios para garantizar la estabilidad de los taludes.

2.4.7.2 Adecuación de accesos para mulas, vehículos, helicópteros y/o teleféricos

En esta etapa se realiza la identificación y evaluación de los accesos a utilizar para sitios de torre, plazas de tendido y demás lugares de trabajo a donde se requiera llegar o salir con materiales, equipos, personal, por medio de diferentes modalidades incluyendo carreteras, caminos, caminos para mulas, posible adecuación de helipuertos y/o estaciones de teleférico temporal, etc.

Esta evaluación consiste en la realización de una inspección ocular, la cual ocasionalmente se efectúa conjuntamente con los representantes de las comunidades y el contratista, para determinar el estado general del acceso. Para este Proyecto, durante la elaboración de los estudios ambientales, específicamente el Estudio de Impacto Ambiental, se realizó la identificación preliminar de accesos a cada sitio de torre. Como se describió en el Numeral 2.2.3 Obras Complementarias – Vías de acceso, del presente documento.

Posteriormente se realizan las adecuaciones a que haya lugar, definiendo las modalidades de los accesos, de común acuerdo con las comunidades. Así mismo se toman las medidas pertinentes para evitar daños innecesarios con motivo de la adecuación y uso de vías de acceso y evitar molestias o trastornos a los usuarios e impedir que los trabajadores a su servicio asuman o ejecuten actos que de algún modo perjudiquen a las comunidades.

El alcance de las adecuaciones de los caminos considerará el banqueo (corte y llenos) para permitir el acceso de las mulas cargadas así como el corte de la vegetación que se requiera para el ingreso, así como obras provisionales tales como alcantarillas y empedrados, entre otras; pero en todo caso no se contempla la apertura como tal de nuevas vías de acceso (carreteras o carretables). En los puntos donde no se identifiquen vías de acceso existente se dará prioridad al transporte de materiales y equipos utilizando caminos para el tránsito de mulas.

También se contemplan las adecuaciones necesarias para los teleféricos, tales como adecuaciones de terreno y corte de vegetación, entre otras.

2.4.8 Fundaciones de las Estructuras

2.4.8.1 Excavaciones, concretos y rellenos

Las excavaciones se realizarán por medios mecánicos ó manual. Todas las excavaciones se harán de acuerdo con los alineamientos y cotas indicadas en los planos.

Se someterá a la aprobación del Supervisor el procedimiento de la excavación y de las obras de protección. Estos procedimientos no podrán poner en peligro la estabilidad de los taludes. La cota final de fundación se obtendrá una vez realizados los ensayos de capacidad soportante.

El fondo de las excavaciones estructurales que recibirán concretos será terminado cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones indicadas en los planos. En aquellas excavaciones en las cuales por las características del terreno existan riesgos de derrumbes, se colocará entibado.

Durante la ejecución de las excavaciones y el tiempo que permanezcan abiertas, se instalarán cercas y señalización apropiada que impidan el acceso de personas y animales a los sitios de trabajo, con el propósito de evitar accidentes. De igual forma se tomaran las medidas necesarias para que los materiales producto de las excavaciones no produzcan daños a la vegetación aledaña al sitio destinado a la instalación de la torre.

La construcción de la cimentación, según el tipo de cimentación estipulada por el diseño, consiste en ubicar y armar el acero de refuerzo, formaletas y fundición de zapatas y pedestales en concreto o la ubicación de la celosía preparada para el montaje de las parrillas dentro de cada excavación de cada una de las cuatro patas de cada torre.

El relleno consiste en la colocación y compactación mecánica de los materiales para las cimentaciones, la nivelación de los mismos con materiales provenientes de la misma excavación (cuando estos cumplen con las especificaciones y no se encuentran contaminados), o de otras fuentes de material autorizadas, en los sitios y con las dimensiones señaladas en los planos de construcción o indicadas por el interventor.

Cuando se requieran cimentaciones en concreto, se emplea una mezcladora de concreto manual, la cual es manejable en los sitios de torre. Una vez terminado el tiempo de fraguado del concreto (mínimo 72 horas) se puede proceder a realizar el relleno y compactación del material proveniente de la excavación y con las dimensiones señaladas en los planos de construcción o indicadas por el interventor.

Los elementos constitutivos de las parrillas son de acero galvanizado y sus características de diseño, fabricación y pruebas deberán cumplir las especificaciones exigidas para los elementos de las torres.

Otro tipo de cimentaciones corresponde a las especiales que se dividen a su vez tres tipos; el primero de estos son las zapatas superficiales tradicionales con micropilotes, estos micropilotes consisten en barras de acero que se introducen en perforaciones con

un diámetro mayor al de la barra el cual es relleno con una inyección de pasta de cemento; el segundo tipo de cimentación especial corresponde a pilotes preexcavados manualmente o caisson los cuales se excavan manualmente, se procede al armado del acero y se hace el vaciado del concreto finalmente, los pilotes también pueden ser preexcavados mecánicamente con equipos excavadores de gran tamaño, que solo entran a zonas de fácil acceso; finalmente está la cimentación especial tipo anclaje helicoidal que está compuesto por un tubo o barra metálica con una aleta helicoidal por secciones, dicho anclaje se introduce en el suelo de igual manera que un tornillo, para alcanzar la profundidad de diseño se va añadiendo secciones que van desde 1 hasta 3 m. de longitud.

2.4.8.2 Disposición de material sobrante de las excavaciones

Para la construcción de las fundaciones de las estructuras no se realizarán movimientos de tierra significativos que generen la necesidad de disponer materiales sobrantes de excavación en sitios adecuados para tal fin.

Por lo anterior, no se requiere para la construcción de las líneas de transmisión eléctrica Tesalia – Alférez la selección ni adecuación de zona de disposición de material proveniente de excavación (Escombreras). El material proveniente de excavaciones es seleccionado y empleado para rellenos en el sitio cuando sus condiciones técnicas lo permiten; por otra parte, el material sobrante o de desecho, será manejado alrededor del sitio de torre (por lo general se esparce uniformemente alrededor del sitio de torre y/o en la forma en que se apruebe, sin que obstruya el drenaje natural ni se afecten las áreas adyacentes por causa de su mala disposición), de igual forma, el material del descapote se podrá utilizar cubriendo adecuadamente el área intervenida para facilitar el proceso de revegetalización.

2.4.8.3 Obtención de materiales de construcción

Las obras a ejecutar en la línea de transmisión eléctrica Tesalia – Alférez 230 kV, no requieren de un volumen elevado de material granulado, de modo que no se hace necesario realizar explotación directa de las fuentes. El material granular que se utiliza para realizar los rellenos y cimentación de cada una de las patas de las torres es el que proviene de la excavación. Este material debe cumplir con las especificaciones técnicas apropiadas para tal fin, de lo contrario se deberá obtener dicho material de las canteras activas que cuentan con licencia y demás permisos concedidos por las autoridades ambientales y locales.

2.4.9 Sistema de Puesta a Tierra de las Estructuras

Paralelamente a la construcción de las fundaciones, se realizará la construcción del sistema de puesta a tierra de cada una de las estructuras. Esto se realizará aprovechando la excavación realizada para la fundación, instalando las varillas y cables de contrapesos

que conforman el sistema, antes de que se alcance la cota de terreno con el relleno compactado.

Para la construcción del sistema se utilizarán básicamente varillas y cable de acero galvanizado, o de acero con recubrimiento de cobre.

Finalmente, se realizarán las mediciones de resistencia para verificar que cumpla el valor máximo especificado por las normas y especificaciones técnicas del Proyecto. De no lograrse esto, se deberá ampliar el sistema según indique el diseño, hasta que se alcance el valor de resistencia requerido.

2.4.10 Transporte y Montaje de Estructuras

El transporte de las estructuras se realizará desde el sitio seleccionado como área de almacén o patio de acopio, y de acuerdo con la identificación de accesos realizada previamente se determina la modalidad de transporte hasta cada sitio de torre.

Posteriormente se procede al pre-armado de la torre, que se realizará por secciones en el piso para después montarlas valiéndose de plumas, manilas y poleas; también se puede armar sobre la base elemento por elemento, pero siempre de acuerdo con un sistema de trabajo previamente aprobado por el interventor.

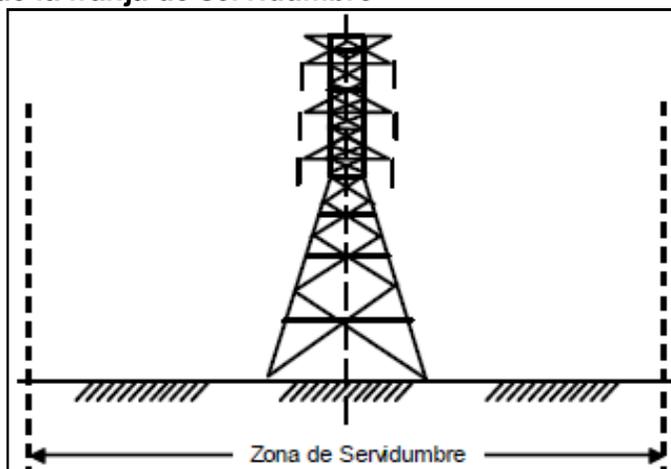
Durante la operación de montaje se cuida que los elementos estructurales no sufran daños en el galvanizado, no se tuerzan o queden sometidos a deformaciones permanentes y/o esfuerzos superiores a los previstos en el diseño de la estructura, por lo que, de ocurrir cualquier daño o sobreesfuerzo de los elementos, éstos pueden ser rechazados y reemplazados. Durante el montaje el contratista debe tomar las medidas que sean necesarias para evitar daños a las personas y a la propiedad pública y privada.

Los elementos estructurales se izan utilizando cables o manilas y con el cuidado necesario para que las piezas que se están elevando no hagan contacto con la estructura ya colocada. El contratista utiliza el equipo y herramientas previamente aprobado por la interventoría.

2.4.11 Despeje de la Franja de Servidumbre

A lo largo del recorrido de la línea se debe realizar el despeje de la vegetación en el área destinada a las labores del tendido y operación. De acuerdo con la topografía de la zona y lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE para líneas de transmisión a 230 kV, esta área conocida como franja de servidumbre está conformada por un corredor de 32 metros en la línea Tesalia – Alférez. (Figura 11).

Figura 11 Ancho de la franja de servidumbre



Fuente: RETIE, 2008

El despeje de la franja de servidumbre y los patios de tendido, se desarrolla teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Cortar o podar la vegetación que pueda presentar acercamiento cuando la línea esté energizada o presente riesgos potenciales por su altura y localización.
- Cortar la vegetación que interfiera el paso del personal con el pescante para el tendido del conductor o cable de guarda.
- El corte de vegetación en aquellas zonas que por la topografía del terreno queden retiradas de los conductores, será el estrictamente necesario para permitir el proceso de riega y tendido.
- Restringir el corte de los árboles a ras de piso sino a una altura de 30 ó 40 cm del piso.
- En las zonas de hondonadas, para la riega del pescante, se realizará el corte de la vegetación estrictamente necesaria para el paso de cada conductor.
- En lo posible, para la tala de árboles maderables se definirá el sistema de tala con miras a lograr que se deriven los mayores beneficios de su eventual utilización.
- En lo posible se evitará el corte de cultivos.
- Restringir el corte de vegetación cuando se intercepten o crucen nacimientos de agua y en caso de que las distancias de seguridad sean menores a las dadas, se podarán sólo los árboles más grandes hasta cumplir con estas distancias, adicionalmente, cuando se considere necesario se utilizaran defensas en el paso de los cables por estos sitios, para no causar daños a la vegetación existente.

2.4.12 Instalación de Conductores y Cables de Guarda

El tendido del conductor se realiza generalmente por el método de “tensión controlada” utilizando equipos de tensionado con tambor revestido de neopreno. El freno es accionado por un sistema que efectivamente disminuya el riesgo de daño a los conductores. El equipo de tensionado debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El conductor debe dar por lo menos cinco vueltas sobre los tambores.
- Los carretes deben ir montados en portabobinas provistas de freno, para evitar el desenvolvimiento excesivo del conductor.
- El sistema de frenos debe ser automático.
- Los conductores no deben tocar el suelo durante el proceso de riega y tendido.
- La tensión debe mantenerse constante.

Para la iniciación de las labores de tendido se requiere cumplir previamente con las siguientes actividades:

- Elaboración y aprobación del programa de tendido.
- Colocación de cadenas y poleas.
- Despeje de la zona.
- Revisión de las estructuras para tendido.

Las estaciones de tendido se localizan a una distancia tal de las torres, que permita ubicar los equipos de manera que el conductor no ejerza esfuerzos peligrosos sobre la estructura. Una vez aprobada la localización de las estaciones de tendido y las rutas de acceso se inicia la adecuación de las mismas y la colocación del equipo y/o materiales.

La ubicación de las plazas de tendido se describe en el numeral 2.2.4.2 del presente Capítulo.

El contratista evaluará las características de las plazas de tendido teniendo en cuenta el tipo de equipos y accesos a los sitios. El área requerida en la estación de salida para la instalación de equipos y materiales varía entre 0,01 ha y 3,28 ha (ver Tabla 13).

2.4.13 Montaje de Señales de Identificación y Protección

Corresponden a actividades menores que tienen por objeto facilitar la operación de la línea. Se instalarán las siguientes señales, de acuerdo con establecido en los diseños:

- Placas de numeración de las estructuras.
- Placas de advertencia de peligro de muerte.
- Colocación de las protecciones anti-trepantes.
- Colocación de balizas de señalización para el tránsito aéreo.
- Señalización de las estructuras.

2.4.14 Desmontaje y Limpieza de las Instalaciones Temporales

Una vez finalizadas las obras, las áreas utilizadas para las instalaciones temporales del proyecto serán restauradas en su totalidad. Las principales actividades que implica esta restauración corresponden a las siguientes etapas.

Las instalaciones temporales serán desmanteladas, se limpiarán las áreas afectadas directamente y zonas aledañas, se restituirán las áreas intervenidas lo más parecido posible a la condición original; utilizando en la medida de lo posible la tierra vegetal proveniente del escarpe realizado previo a la construcción de las instalaciones temporales. Se retirarán contenedores y se desarmar talleres, patios de salvataje, bodegas de acopio, etc. Se retirarán todos los materiales de desecho de la fase de construcción, para transportarlos y disponerlos en lugares autorizados más cercanos a estas instalaciones. Además, se retirarán los equipos y las maquinarias utilizadas en la obra.

Una vez que se hayan retirado las instalaciones temporales, se realizarán las actividades para restaurar la superficie original. Estas actividades implicarán la remoción o el recubrimiento de las estructuras de hormigón, como cimientos de construcciones temporales.

Los frentes de trabajo, serán cerrados y abandonados ambientalmente al término de la fase de construcción del proyecto. Para ello:

- Se retirará cualquier elemento y residuo que haya quedado en los frentes de trabajo.
- Se efectuará el retiro de los pórticos o andamios instalados en caminos, canales, esteros y otras líneas pertenecientes a terceros.
- Se verificará el retiro de los materiales sobrantes, residuos y desechos de las áreas que hayan sido intervenidas, los cuales serán enviados a los distintos lugares de acopio de residuos dispuestos en las instalaciones temporales.
- Se restituirán las superficies donde estaban los frentes móviles de trabajo e instalaciones temporales, lo más parecido posible al estado original y previo al inicio de las obras, según corresponda.

- En aquellos predios donde se instalaron estructuras y/o se realizó alguna intervención, se solicitará un certificado de recepción conforme, que señale que no hay aspectos pendientes, a cada uno de los propietarios afectados por la construcción.

2.4.15 Pruebas y Puesta en Servicio

Esta actividad corresponde a una inspección a lo largo de toda la línea. Una vez que se haya verificado la correspondencia de las instalaciones con los protocolos de calidad y las especificaciones técnicas, se dará paso a las pruebas de continuidad de fases, puesta a tierra y medición de impedancias. Se programará la realización de las pruebas de puesta en servicio, que incluirían:

- Inspección visual a través de un recorrido pedestre del estado de la línea.
- Verificación del retiro de todas las puestas a tierra provisionales.
- Verificación de resistencia de aislación entre cada fase y tierra y entre fases.
- Medida de resistencia y continuidad del conductor.
- Secuencia y correspondencia de fases.

Realizada todas estas pruebas, y aprobadas satisfactoriamente, la línea quedará en condiciones de ser energizada.

2.5 ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA ETAPA DE OPERACIÓN

2.5.1 Transporte de Energía

Consiste en la puesta en servicio de las líneas, al nivel de tensión previsto en el diseño, es decir 230 kV. Previo a la energización se deben realizar las siguientes actividades:

- Evaluar el estado y operatividad de las obras que se hayan construido, para el control y solución de problemas detectados durante el proceso constructivo; se revisa también el estado de los rellenos y acabados de las fundaciones.
- Verificar que todos los elementos de cada torre, tales como: perfiles, pernos, tuercas, placas, platinas, entre otros, hayan sido instalados de acuerdo con las especificaciones técnicas y los planos de montaje.
- Verificar que todas las cadenas de suspensión y retención estén montadas según las especificaciones técnicas y los planos de montaje.

- Revisar el estado de los conductores, el número y colocación de los amortiguadores de los mismos y los empalmes y camisas de reparación. De igual forma se revisan las distancias de seguridad verticales y laterales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.

2.5.2 Mantenimiento Electromecánico

Comprende las obras de conservación y cuando sea necesario recuperación de la infraestructura eléctrica construida; comprende actividades como: Cambio o refuerzo de estructuras o de algunos de sus elementos, pintura de patas, señalización de estructuras, cambio de aisladores rotos y/o accesorios de las cadenas de aisladores, instalación de empalmes, blindajes o camisas de reparación en los conductores, instalación de uno o varios tramos conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, y mediciones de resistencia de las puestas a tierra, entre otras.

2.5.3 Control de Estabilidad de Sitios de Torre

Cuando se identifiquen erosiones, riesgos de avalancha o derrumbe, deforestación o cualquier tipo de anomalía que atente contra la estabilidad de los sitios de torre o de las zonas circundantes, se deberán realizar obras puntuales de protección y estabilización geotécnica tales como trinchos, muros de contención, gaviones, cunetas, filtros, empradizados, entre otras.

2.5.4 Mantenimiento de Zona de Servidumbre

Para controlar los acercamientos y garantizar que se conserve la distancia de seguridad establecida a los cables conductores, se debe proceder a realizar los programas de despeje de la servidumbre mediante rocería, poda o tala de árboles y demás vegetación y limpieza de los sitios de torre, siguiendo las recomendaciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.

2.5.5 Reparaciones de Emergencia

Corresponden a las reparaciones no programadas, producto de daños producidos por fallas en el sistema, por atentados cometidos por personas o por daños provocados por la naturaleza. No son predecibles, y por lo general, se localizan en una estructura determinada. Las actividades de reparación pueden requerir el uso de equipo mayor y de personal adecuado, lo cual afectaría temporalmente el terreno en una zona limitada alrededor de dicha estructura.

La ocurrencia de una emergencia como la descrita o de un mantenimiento mayor es de muy baja probabilidad.

2.6 ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA ETAPA DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO

Cuando el propietario de la línea decida suspender la explotación comercial debido a terminación del ciclo de vida, la relación costo - beneficio de una línea existente justifique su desmantelamiento, la modernización, repotenciación y/o ampliación sea menos favorable que la construcción de una nueva; en esos casos deberá desmantelar la línea, para lo cual debe desmontar y retirar de la zona todos aquellos equipos, materiales y estructuras que sirvieron para el desarrollo de la actividad de transporte de energía eléctrica y dejar la zona por lo menos en condiciones similares a las encontradas antes de su construcción. Esta etapa comprende las siguientes actividades:

- Desmonte del conductor la cual consiste en retirar los conductores y los cables de guarda.
- Desvestida y desarme de torre la cual consiste en retirar aisladores, herrajes y otros accesorios, desarmar la estructura de la torre.
- Realizar excavaciones para demoler las fundaciones que sobrepasen el nivel del suelo, relleno, compactación y empedradización de las mismas.
- Clasificación, empaque y transporte del material.

Como requerimiento ambiental para el cierre técnico del proyecto se deberá presentar con seis (6) meses de antelación el Plan de abandono y restauración final contemplado en el Capítulo 10, incluyendo las cuantificaciones de residuos sólidos industriales, peligrosos y excedentes de construcción y demolición (escombros), definiendo las estrategias encaminadas para su manejo integral. Así mismo se deberán especificar las acciones de manejo de las aguas residuales domésticas ocasionadas por las actividades de desmantelamiento y restauración de la línea de transmisión, tal como lo ordena el artículo tercero, numeral 13 del Auto 1939 de 2013.

2.7 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS INTERCEPTADOS

El trazado de las líneas de transmisión eléctrica Tesalia - Alférez, se desarrolla en una zona rural dentro de un relieve montañoso y plano, el cual se caracteriza por la ausencia de proyectos de infraestructura que pudieran verse afectados por el mismo.

En cuanto a infraestructura de servicios, se identifican los siguientes cruces de líneas de alta tensión:

En el departamento del Huila se cruzan las siguientes líneas:

- Betania – Altamira – Jamondino a 230 kV, de la EEB, entre las torres T4N y T5.

- Betania – San Bernardino a 230 kV, de ISA, entre las torres T37 y T38.

En el departamento del Valle del Cauca se cruzan las siguientes líneas:

- Línea La Papelera a 115 kV, de EPSA, entre las torres T393N y T394N.
- Línea San Bernardino - Alférez a 230 kV, de ISA, entre las torres T400N, T401N.
- Línea Salvajina - Juanchito a 220 kV, de EPSA, entre las torres T401N y T402N.

De igual forma no se identifica interferencia con infraestructura de telecomunicaciones. Para el caso de acueductos o alcantarillados, no habrá ningún tipo de intervención sobre ésta infraestructura, en razón a que en todos los casos, los cruces se realizarían mediante vanos, evitando así la construcción de torres en los sitios de posible intersección.

Con relación a la infraestructura vial, se evidencia la intersección del trazado con las vías de accesos 01, 03, 06, 07, 08, 10 y 12, las cuales se encuentra identificadas en el mapa de accesos, el cual hace parte del anexo cartográfico del presente estudio.

2.8 ASENTAMIENTOS HUMANOS E INFRAESTRUCTURAS SOCIALES, CULTURALES Y ECONÓMICAS A INTERVENIR

La línea de transmisión Tesalia-Alférez a 230 kV en su recorrido interviene principalmente zonas de cultivos, ya sean de café, plátano, frijol, entre otros, en los departamentos de Huila y Tolima o cañaduzales en el Valle del Cauca, así como potreros de uso pecuario, evidenciando una reducida presencia de infraestructuras sociales y viviendas, así como asentamientos poblados nucleados.

Si bien fueron tenidas en cuenta en los diseños del trazado las distancias mínimas de seguridad respecto a dichos asentamientos humanos y construcciones de interés social, la geografía colombiana se caracteriza por acoger familias que se asientan en zonas agrestes, así como en espacios montañoso, riveras de los ríos y otros territorios de difícil acceso y estabilidad, generando asentamientos dispersos que podrían estar ubicados en el Área de Influencia Indirecta física del proyecto, sin llegar a estar en el corredor de 32 m establecidos para la servidumbre.

En la Tabla 19 se relacionan las unidades territoriales cuyos asentamientos se ubican más próximos a las actividades propuestas para el presente Proyecto:

Tabla 19 Asentamientos poblacionales

Municipio	Corregimiento	Centro Poblado	Distancia lineal al eje
Tesalia	Pacarní	Pacarní	10 km
Íquira	Íquira	Íquira	2 km
Íquira	Valencia de La Paz	Valencia de La Paz	1 km
Teruel	Varas Meson	Teruel	2 km
Palermo	San Juan	San Juan	5 km
Palermo	Ospina Pérez	Ospina Pérez	2 km
Santa María	Santa María	Santa María	1 km
Santa María	San Joaquín	San Joaquín	4 km
Planadas	Gaitania	Gaitania	2 km
Planadas	Planadas	Planadas	5 km
Planadas	Bilbao	Bilbao	3 km
Rioblanco	La Herrera	La Herrera	2 km
Pradera	Pradera	Pradera	2 km
Florida	Florida	Florida	2 km
Florida	San Antonio de los Caballeros- Casco urbano	San Antonio de los Caballeros - Casco urbano	3 km
Florida	Tarragona	Tarragona	5 km
Candelaria	El Cabuyal	El Cabuyal	1 km
Candelaria	La Regina	La Regina	4 km
Candelaria	El Arenal	El Arenal	5 km
Candelaria	Villagorgona	Villagorgona	4 km
Candelaria	San Joaquín	San Joaquín	3 km
Candelaria	El Tiple	El Tiple	1 km
Candelaria	El Carmelo	El Carmelo	4,5 km
Santiago de Cali	El Hormiguero	El Hormiguero	4,4 km

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Se observa que el proyecto trazado se ubica a distancias adecuadas de los asentamientos altamente poblados, resaltando que algunas cabeceras como las de Íquira y Santa María en el Huila, así como Cali en el Valle del Cauca y los corregimientos de Candelaria, El Cabuyal y El Tiple, se ubican a menos de 2 km de la línea, pero en todo caso, se encuentran por fuera del alcance físico, sin entrar a afectar los procesos de movilización al interior del centro poblado, así como las dinámicas económicas y comerciales, sociales, la prestación de bienes y servicios, toda vez que son focos de interacción y desarrollo en la región.

Respecto al Área de Influencia Social, se están interviniendo 11 municipios, Tesalia; Íquira, Teruel; Palermo y Santa María en el Huila, Planadas y Rioblanco en Tolima y Pradera, Florida; Candelaria y Santiago de Cali en el Valle del Cauca. Igualmente, el trazado interviene un aproximado de 80 unidades territoriales entre veredas y corregimientos.

Como se mencionó, la mayor parte del recorrido a través de dichas unidades territoriales se realiza sobre zona de cultivos y potreros ubicados en los predios que conforman el Área de Influencia Directa, evitando la intervención directa sobre áreas poblacionales densas y viviendas.

Es de resaltar que, de acuerdo con la descripción realizada en los Lineamientos de Participación del numeral 3.4 Medio Socioeconómico en el Capítulo 3 Caracterización del área de influencia del proyecto, el acceso inicial a las zonas a intervenir con la realización del proyecto se dificultó originalmente por el paro cafetero efectuado en el país, específicamente para el sector del proyecto entre el Huila y Tolima; seguido por el rechazo de los habitantes de la zona en razón de los pasivos ambientales y sociales generados por la Hidroeléctrica El Quimbo, así como la proyección de varias microcentrales eléctricas en el sur del Tolima. Estas situaciones, sumadas al estado de conflicto armado que se viven en la región, generó que sólo se pudieran llevar a cabo ingresos a predios con el fin de tomar muestras para los grupos ambientales y técnicos a partir del mes de mayo, resaltando que en algunos casos, como en la zona del Valle del Cauca, los grandes ingenios azucareros cuentan con un protocolo de accesos a sus predios, razón por la cual no se determinó en un primer momento un inventario de infraestructuras sociales en el corredor de servidumbre.

El inventario se realizó empleando las imágenes de alta resolución que acompañaron la captura de información con LIDAR, verificando todas aquellas construcciones existentes en la servidumbre que serán susceptibles a reubicar; esta información puede ser consultada en el numeral 3.4.9 Información sobre población a reasentar del Capítulo 3 Caracterización del área de influencia del proyecto.

2.9 REQUERIMIENTO DE USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

La construcción de la línea de transmisión eléctrica Tesalia – Alférez 230 kV, requerirá el aprovechamiento de una serie de recursos naturales, tales como; el despeje de vegetación en el área de influencia directa del proyecto. Durante las obras de cimentación en los sitios de torre, cuando estas sean en concreto se requerirá de los recursos agua (captación directa a fuente natural o suministro con carrotanque) y suelo (descapote y material de cantera).

El aprovechamiento forestal se realizará sobre las coberturas vegetales de origen natural presentes en el AID del Proyecto, correspondientes a: arbustales, bosques de galería y/o riparios, Bosques densos, bosques fragmentados, vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja y pastos arbolados (ver Mapa de Unidades de Coberturas de la Tierra identificado con el número 9-EEB-TES-AMB-CONCOL-5061-1-EEB).

Para estimar el área total a intervenir se realizó un ejercicio para la definición de las áreas a aprovechar según las condiciones del perfil del terreno y del perfil de la vegetación, obtenidos a través de la información detallada LIDAR, tal como se explica en el numeral 4.7 Aprovechamiento Forestal del Capítulo 4 Demanda, Uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales. En la Tabla 20 se presentan los volúmenes maderables a aprovechar y las áreas a intervenir durante la construcción y operación del Proyecto.

Tabla 20 Áreas y volúmenes a intervenir

Ecosistema	Volumen total (m ³)			Volumen comercial (m ³)	Cantidad de individuos			Área (ha)
	fustal	latizal	consolidado	Fustal consolidado	fustal	latizal	consolidado	
Arbustal abierto del Orobioma alto de los Andes	0,00	2,00	2,00	0,00	0	1.976	1.976	0,87
Arbustal denso del Orobioma alto de los Andes	1,12	1,00	2,12	0,00	70	955	1.025	0,23
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma alto de los Andes	287,22	6,85	294,07	122,71	610	833	1.443	1,37
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma bajo de los Andes	793,25	67,52	860,77	278,76	1.491	6.772	8.263	4,81
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma medio de los Andes	1.496,41	45,24	1.541,65	704,36	2.648	6.400	9.048	6,51
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohigrico y o Subxerofítico Tropical del Alto Magdalena	241,32	12,29	253,61	87,86	554	1.527	2.081	1,18
Bosque denso del Orobioma alto de los Andes	4.464,00	282,22	4.746,22	2.152,85	10.522	21.513	32.035	22,28
Bosque denso del Orobioma bajo de los Andes	172,73	11,31	184,05	98,76	164	1.087	1.251	0,37
Bosque denso del Orobioma medio de los Andes	7.326,82	308,79	7.635,61	3.473,13	12.610	25.383	37.993	25,27
Bosque fragmentado del Orobioma alto de los Andes	373,15	28,54	401,69	123,97	1.324	3.293	4.617	2,86
Bosque fragmentado del Orobioma medio de los Andes	75,94	20,29	96,22	20,54	497	3.362	3.859	1,24
Pastos arbolados del Orobioma alto de los Andes	10,31	0,01	10,32	4,20	21	70	91	0,35
Pastos arbolados del Orobioma bajo de los Andes	136,22	14,18	150,40	38,29	407	2.745	3.152	6,00
Pastos arbolados del Orobioma medio de los Andes	1.601,52	37,03	1.638,55	711,62	1.702	5.986	7.688	19,93
Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico y o Subxerofítico Tropical del Alto Magdalena	79,11	4,30	83,41	24,02	133	1.560	1.693	2,12
Pastos arbolados del Zonobioma alternohigrico y o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	152,73	0,00	152,73	87,03	24	0	24	1,15
Vegetación de páramo y subpáramo del Orobioma alto de los Andes	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	3,75
Vegetación secundaria alta del Orobioma alto de los Andes	325,33	67,98	393,31	169,73	819	7.139	7.958	3,21
Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	124,30	9,40	133,70	52,15	359	1.029	1.388	0,69
Vegetación secundaria alta del Orobioma medio de los Andes	2.943,90	81,55	3.025,45	1.382,79	4.638	10.243	14.881	10,15

Ecosistema	Volumen total (m ³)			Volumen comercial (m ³)	Cantidad de individuos			Área (ha)
Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohigrico y o Subxerofitico Tropical del Alto Magdalena	41,34	12,67	54,01	9,70	197	2.198	2.395	0,60
Vegetación secundaria baja del Orobioma alto de los Andes	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,08
Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes	231,59	103,23	334,82	70,93	1.076	13.948	15.024	7,07
Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes	267,79	56,72	324,51	109,29	1.644	7.105	8.749	7,61
Vegetación secundaria baja del Zonobioma Alternohigrico y o Subxerofitico Tropical del Alto Magdalena	5,67	25,79	31,46	2,30	52	3.803	3.855	1,48
Total general	21.151,78	1.198,90	22.350,68	9.724,99	41.562	128.927	170.489	131,22

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Los estimativos para la demanda de agua se presentan en la Tabla 22 , la estimación de material pétreos se basaron en los requerimientos dados por cada pata de las torres que requieren cimentaciones en concreto considerando una dosificación de 1,40 m³ de material de cantera (0,83 m³ de grava y 0,57 m³ de arena) por cada m³ de concreto que se utilice para dichas estructuras y 225,1 litros de agua por cada metro cubico que se utilice de concreto. Los volúmenes estimados se incluyen en la Tabla 21.

Tabla 21 Volúmenes de materiales pétreos requeridos en las líneas asociadas

Ítem	Unidad	Torres	Cantidad
Arena	m ³	415	3.747,2
Grava	m ³	415	3.747,2

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

Durante la construcción y operación de las líneas de transmisión, no se intervendrá directamente los cauces de las quebradas, caños y drenajes naturales del área de influencia del Proyecto, en razón a que los cruces en los cuerpos de agua se realizarán a través de vanos, por lo tanto, no se requiere la construcción de estructuras adicionales para este fin.

Tabla 22 Volúmenes de agua y materiales pétreos requeridos en las líneas asociadas

Actividad	Tipo de uso	Caudal (l/s)	Fuente de obtención del recurso hídrico
Construcción de torres de transmisión (producción de concretos de cimentaciones)	Uso Industrial	0.056	Captación en fuente superficial y/o acueducto que cuente con concesión de aguas para uso industrial vigente
Construcción de torres de transmisión (humectación de rellenos)	Uso Industrial	0.032	Captación en fuente superficial y/o acueducto que cuente con concesión de aguas para uso industrial vigente
Construcción de torres de transmisión (caudal para el riego de vegetación)	Uso Industrial	0.008	Captación en fuente superficial y/o acueducto que cuente con concesión de aguas para uso industrial vigente
Otros (agua para vehículos y maquinaria etc.)	Uso Industrial	0.008	Captación en fuente superficial y/o acueducto que cuente con concesión de aguas para uso industrial vigente
Humectación de vías de acceso en afirmado	Uso Industrial	0.159	Captación en fuente superficial y/o acueducto que cuente con concesión de aguas para uso industrial vigente
Imprevistos	Uso Industrial	0.065	Captación en fuente superficial y/o acueducto que cuente con concesión de aguas para uso industrial vigente
Abastecimiento en campamento mayor	Uso doméstico	0.24	Captación en fuente superficial y para consumo Humano, se suministrara agua en botellones.(La solicitud de aprovechamiento se estima para la condición más crítica, es decir con los consumos requeridos para los campamentos mayores)
Abastecimiento en campamento	Uso doméstico	0.069	Captación en fuente superficial y para

Actividad	Tipo de uso	Caudal (l/s)	Fuente de obtención del recurso hídrico
menor			consumo Humano, se suministrara agua en botellones.
Total		0.57	-

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

En la Tabla 23 se presenta el inventario de las fuentes de agua que se interceptan con el trazado de la línea Tesalia – Alférez 230 kV.

Tabla 23 Inventario de las fuentes de agua interceptados por LT Tesalia – Alférez

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
1	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	832122,9	764132,5
2	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	832038,7	764192,3
3	Zanjón las cocas	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831295,9	765172,3
4	Zanjón del medio	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831190,9	765686,0
5	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831178,9	765846,1
6	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la hocha	Tesalia	Huila	831060,3	768098,7
7	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831055,7	768168,5
8	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831043,7	768355,0
9	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831043,5	768357,7
10	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831036,4	768466,6
11	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831033,1	768518,6
12	Quebrada el Baurá	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831025,1	768641,5
13	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	831017,3	768762,7
14	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	830996,8	769078,6
15	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	830989,8	769186,7
16	Quebrada el Venado	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	830950,2	769797,4
17	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	830943,4	769903,0
18	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	830934,9	770034,4
19	Nn	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	830928,8	770128,3
20	Quebrada las Yeguas	Drenaje_sencillo	Alto de la Hocha	Tesalia	Huila	830861,3	770690,2
21	Quebrada el Morrocon	Drenaje_sencillo	La Hocha	Íquira	Huila	830510,4	772263,1
22	Nn	Drenaje_sencillo	La Hocha	Íquira	Huila	830483,5	772353,4
23	Quebrada Chucha	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	830287,5	773556,9
24	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	830134,3	774511,7
25	Quebrada el Chocho	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	830082,7	774769,2
26	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	830036,1	775001,9
27	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	830009,0	775137,0
28	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829988,6	775239,0

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
29	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829964,6	775358,3
30	Quebrada la Chorrera	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829796,7	776196,2
31	Quebrada el Guamal	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829701,6	776882,1
32	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829684,5	777225,9
33	Quebrada la chorrera	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829661,4	777691,4
34	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829653,8	777846,0
35	Quebrada de paredes	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829620,6	778514,9
36	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829601,0	779359,8
37	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829618,2	779569,9
38	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829628,1	779691,4
39	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829653,4	780002,0
40	Quebrada de Vertientes	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829663,2	780121,7
41	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829651,3	781202,7
42	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829643,4	781387,7
43	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829626,3	781790,5
44	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Íquira	Huila	829611,0	782151,6
45	Río Callejón	Drenaje_doble	Santa Lucia	Íquira	Huila	829589,0	782669,0
46	Río Callejón	Drenaje_doble	Santa Lucia	Íquira	Huila	829589,0	782669,0
47	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829540,8	783372,5
48	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829521,8	783541,2
49	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829491,4	783810,0
50	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829470,1	783999,3
51	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829468,3	784015,1
52	Quebrada el Gucharaco	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829409,3	784537,5
53	Quebrada el Garrapato	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829304,6	785464,3
54	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829259,6	785863,0
55	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829248,4	785962,4
56	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829225,3	786166,9
57	Quebrada Grande	Drenaje_doble	Potreritos	Íquira	Huila	829187,8	786498,7
58	Quebrada Grande	Drenaje_doble	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829187,8	786498,7
59	Río Iquira	Drenaje_doble	Potreritos	Íquira	Huila	829229,5	786859,4
60	Río Iquira	Drenaje_doble	Potreritos	Íquira	Huila	829229,5	786859,4
61	Río Iquira	Drenaje_doble	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829229,5	786859,4
62	Río Iquira	Drenaje_doble	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829229,5	786859,4

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
63	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829761,7	788222,2
64	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	829939,1	788676,5
65	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Bárbara	Íquira	Huila	830075,7	789026,3
66	Nn	Drenaje_sencillo	Estambul	Teruel	Huila	830492,3	790934,9
67	Quebrada Bolloneque	Drenaje_sencillo	Estambul	Teruel	Huila	830498,7	791034,2
68	Nn	Drenaje_sencillo	Estambul	Teruel	Huila	830523,9	791423,6
69	Quebrada la Calavera	Drenaje_sencillo	Estambul	Teruel	Huila	830707,7	792703,5
70	Nn	Drenaje_sencillo	Monserate	Teruel	Huila	830992,6	793173,9
71	Nn	Drenaje_sencillo	Monserate	Teruel	Huila	831315,4	793706,9
72	Quebrada Beberrecio	Drenaje_sencillo	Monserate	Teruel	Huila	831455,1	793937,5
73	Nn	Drenaje_sencillo	Monserate	Teruel	Huila	832084,8	794986,0
74	Nn	Drenaje_sencillo	Varas Meson	Teruel	Huila	832329,6	795407,9
75	Quebrada el Minche	Drenaje_sencillo	Varas Meson	Teruel	Huila	832420,4	795564,3
76	Quebrada los Bollos	Drenaje_sencillo	Varas Meson	Teruel	Huila	832539,3	795769,3
77	Quebrada Moitas o pueblo	Drenaje_sencillo	Varas Meson	Teruel	Huila	832655,0	796178,1
78	Nn	Drenaje_sencillo	Varas Meson	Teruel	Huila	832765,0	796657,9
79	Quebrada el Balzal	Drenaje_sencillo	Primavera	Teruel	Huila	832869,7	797325,1
80	Rio La María	Drenaje_sencillo	Primavera	Teruel	Huila	832904,5	797623,2
81	Nn	Drenaje_sencillo	Primavera	Teruel	Huila	832908,5	797657,5
82	Nn	Drenaje_sencillo	Primavera	Teruel	Huila	832995,8	798404,8
83	Nn	Drenaje_sencillo	Primavera	Teruel	Huila	833014,8	798567,3
84	Nn	Drenaje_sencillo	Primavera	Teruel	Huila	833040,5	798787,7
85	Quebrada Gualpi	Drenaje_sencillo	Gualpi	Teruel	Huila	833145,1	799135,0
86	Quebrada el Alto	Drenaje_sencillo	Sinaí	Teruel	Huila	833490,8	800296,0
87	Nn	Drenaje_sencillo	Sinaí	Teruel	Huila	833510,7	800446,0
88	Nn	Drenaje_sencillo	Sinaí	Teruel	Huila	833545,4	800708,2
89	Nn	Drenaje_sencillo	Sinaí	Teruel	Huila	833575,8	800937,3
90	Quebrada el Pedernal	Drenaje_doble	Sinaí	Teruel	Huila	833601,0	801127,4
91	Quebrada el Pedernal	Drenaje_doble	Sinaí	Teruel	Huila	833601,0	801127,4
92	Nn	Drenaje_sencillo	Sinaí	Teruel	Huila	833689,4	801811,8
93	Quebrada la Hodura	Drenaje_sencillo	Yarumal	Teruel	Huila	833754,3	802354,9
94	Nn	Drenaje_sencillo	Yarumal	Teruel	Huila	833764,5	802441,1

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
95	Nn	Drenaje_sencillo	Yarumal	Teruel	Huila	833795,7	802702,0
96	Nn	Drenaje_sencillo	El tablón	Teruel	Huila	833917,6	803275,5
97	Quebrada San Juan o Tablón	Drenaje_sencillo	Pedernal	Teruel	Huila	834000,0	803589,5
98	Nn	Drenaje_sencillo	Pedernal	Teruel	Huila	834069,0	803852,6
99	Nn	Drenaje_sencillo	Pedernal	Teruel	Huila	834089,1	803929,4
100	Nn	Drenaje_sencillo	Pedernal	Teruel	Huila	834153,6	804175,3
101	Nn	Drenaje_sencillo	Pedernal	Teruel	Huila	834246,6	804513,4
102	Nn	Drenaje_sencillo	Pedernal	Teruel	Huila	834299,1	804699,2
103	Quebrada el Eso	Drenaje_sencillo	San Gerardo	Palermo	Huila	834317,5	804764,1
104	Quebrada Purgatorio	Drenaje_sencillo	San Gerardo	Palermo	Huila	834530,3	805516,5
105	Quebrada el Algodonal	Drenaje_sencillo	Los Pinos	Palermo	Huila	834632,0	805876,0
106	Quebrada el Tigre	Drenaje_sencillo	Los Pinos	Palermo	Huila	834717,7	806368,6
107	Nn	Drenaje_sencillo	Los Pinos	Palermo	Huila	834717,8	806369,2
108	Nn	Drenaje_sencillo	Los Pinos	Palermo	Huila	834731,3	806533,6
109	Nn	Drenaje_sencillo	La Florida	Palermo	Huila	834782,8	807161,5
110	Nn	Drenaje_sencillo	Nilo	Palermo	Huila	834767,5	807977,4
111	Quebrada florida o volcan	Drenaje_sencillo	Nilo	Palermo	Huila	834729,3	808138,5
112	Nn	Drenaje_sencillo	Nilo	Palermo	Huila	834667,7	808398,2
113	Quebrada Pan de Azúcar	Drenaje_sencillo	Nilo	Palermo	Huila	834615,1	808620,1
114	Quebrada el Nilo	Drenaje_sencillo	Nilo	Palermo	Huila	834606,1	808657,9
115	Nn	Drenaje_sencillo	Nilo	Palermo	Huila	834583,3	808753,9
116	Nn	Drenaje_sencillo	Moral	Palermo	Huila	834167,0	810454,9
117	Nn	Drenaje_sencillo	Moral	Palermo	Huila	834099,0	810574,7
118	Quebrada las moras	Drenaje_sencillo	Moral	Palermo	Huila	833673,2	811224,6
119	Nn	Drenaje_sencillo	Corozal	Palermo	Huila	833043,2	812129,1
120	Nn	Drenaje_sencillo	San José	Santa María	Huila	832349,9	813131,3
121	Nn	Drenaje_sencillo	Divino niño	Santa María	Huila	831929,8	813748,0
122	Nn	Drenaje_sencillo	Divino niño	Santa María	Huila	831484,2	814480,3
123	Nn	Drenaje_sencillo	Divino niño	Santa María	Huila	831400,2	814658,1
124	Nn	Drenaje_sencillo	Divino niño	Santa María	Huila	831318,9	814830,1
125	Nn	Drenaje_sencillo	Divino niño	Santa María	Huila	831280,4	814911,6
126	Nn	Drenaje_sencillo	Divino niño	Santa María	Huila	831126,6	815189,9

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
127	Nn	Drenaje_sencillo	El Censo	Santa María	Huila	830937,9	815515,6
128	Quebrada el oso	Drenaje_sencillo	El Censo	Santa María	Huila	830872,5	815628,5
129	Nn	Drenaje_sencillo	El Censo	Santa María	Huila	830732,2	815870,8
130	Nn	Drenaje_sencillo	El Vergel	Santa María	Huila	830499,5	816271,3
131	Río el Carmen	Drenaje_doble	El Vergel	Santa María	Huila	829923,5	817172,5
132	Río el Carmen	Drenaje_doble	El Vergel	Santa María	Huila	829923,5	817172,5
133	Quebrada San Isidro	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Santa María	Huila	828936,6	817870,3
134	Quebrada el encanto	Drenaje_sencillo	Santa Lucia	Santa María	Huila	828616,4	817928,1
135	Nn	Drenaje_sencillo	El Encanto	Santa María	Huila	827871,2	818073,1
136	Nn	Drenaje_sencillo	Los Pinos	Santa María	Huila	826950,6	818313,3
137	Quebrada la Pizarra	Drenaje_sencillo	Los Pinos	Santa María	Huila	826597,2	818423,5
138	Nn	Drenaje_sencillo	San Francisco	Santa María	Huila	824570,4	820893,1
139	Quebrada la Trigueña	Drenaje_sencillo	San Francisco	Santa María	Huila	824583,8	821042,2
140	Quebrada la Trigueña	Drenaje_sencillo	San Francisco	Santa María	Huila	824583,8	821042,2
141	Quebrada la Trigueña	Drenaje_sencillo	San Francisco	Santa María	Huila	824583,8	821042,2
142	Quebrada San Pedro	Drenaje_sencillo	Jerusalén	Santa María	Huila	824691,8	821724,0
143	Nn	Drenaje_sencillo	Jerusalén	Santa María	Huila	824884,2	822530,4
144	Nn	Drenaje_sencillo	Jerusalén	Santa María	Huila	824884,2	822530,4
145	Nn	Drenaje_sencillo	Puerto Tolima	Planadas	Tolima	825139,3	823599,3
146	Quebrada Santa Bárbara	Drenaje_sencillo	Puerto Tolima	Planadas	Tolima	825320,5	824358,8
147	Quebrada Chile	Drenaje_sencillo	Puerto Tolima	Planadas	Tolima	825559,8	825203,8
148	Quebrada la Esperanza	Drenaje_sencillo	Puerto Tolima	Planadas	Tolima	825997,1	826663,5
149	Quebrada la Estrella	Drenaje_sencillo	Puerto Tolima	Planadas	Tolima	826039,4	827397,0
150	Nn	Drenaje_sencillo	Puerto Tolima	Planadas	Tolima	826153,5	829378,9
151	Río Claro	Drenaje_sencillo	Puerto Tolima	Planadas	Tolima	826171,1	829684,3
152	Quebrada la Cristalina	Drenaje_sencillo	Puerto Tolima	Planadas	Tolima	825936,0	831291,7
153	Quebrada Corazón Diamante	Drenaje_sencillo	Río Claro	Planadas	Tolima	825079,6	833144,3
154	Río Ata	Drenaje_doble	El Diamante	Planadas	Tolima	823779,8	836177,2
155	Río Ata	Drenaje_doble	El Diamante	Planadas	Tolima	823779,8	836177,2
156	Quebrada la	Drenaje_sencillo	La Primavera	Planadas	Tolima	823285,8	837085,8

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
	Primavera						
157	Nn	Drenaje_sencillo	La Primavera	Planadas	Tolima	823234,4	837476,1
158	Quebrada San Joaquín	Drenaje_sencillo	Oasis alto	Planadas	Tolima	822515,3	839991,7
159	Nn	Drenaje_sencillo	El Jardín	Planadas	Tolima	822466,3	840157,6
160	Nn	Drenaje_sencillo	San Joaquín alto	Planadas	Tolima	822355,7	840531,8
161	Nn	Drenaje_sencillo	San Joaquín alto	Planadas	Tolima	822259,6	840857,2
162	Nn	Drenaje_sencillo	San Joaquín alto	Planadas	Tolima	822121,1	841325,9
163	Nn	Drenaje_sencillo	San Joaquín alto	Planadas	Tolima	822078,8	841468,7
164	Nn	Drenaje_sencillo	El Silencio	Planadas	Tolima	821946,7	841776,9
165	Nn	Drenaje_sencillo	Topacio	Planadas	Tolima	821850,2	841982,6
166	Nn	Drenaje_sencillo	Topacio	Planadas	Tolima	821804,7	842079,4
167	Nn	Drenaje_sencillo	Topacio	Planadas	Tolima	821717,1	842266,1
168	Quebrada San Gabriel	Drenaje_sencillo	San Gabriel alto	Planadas	Tolima	821448,0	842839,7
169	Nn	Drenaje_sencillo	San Gabriel alto	Planadas	Tolima	821289,8	843176,7
170	Nn	Drenaje_sencillo	San Gabriel bajo	Planadas	Tolima	821059,6	843782,6
171	Quebrada El Encanto	Drenaje_sencillo	San Gabriel bajo	Planadas	Tolima	820819,2	844512,1
172	Nn	Drenaje_sencillo	El Paraíso	Planadas	Tolima	820232,7	846292,0
173	Nn	Drenaje_sencillo	El Paraíso	Planadas	Tolima	819985,9	846944,6
174	Nn	Drenaje_sencillo	El Paraíso	Planadas	Tolima	819338,2	847692,1
175	Quebrada Montalvo	Drenaje_sencillo	El Paraíso	Planadas	Tolima	819331,8	847699,4
176	Nn	Drenaje_sencillo	Vista Hermosa	Planadas	Tolima	818073,3	849151,6
177	Nn	Drenaje_sencillo	Vista Hermosa	Planadas	Tolima	817779,1	849491,1
178	Nn	Drenaje_sencillo	Vista Hermosa	Planadas	Tolima	817629,1	849664,1
179	Nn	Drenaje_sencillo	Vista Hermosa	Planadas	Tolima	817445,6	849875,8
180	Nn	Drenaje_sencillo	Vista Hermosa	Planadas	Tolima	817232,3	850122,1
181	Nn	Drenaje_sencillo	Cristalina	Planadas	Tolima	816203,5	850894,7
182	Quebrada Cristalina	Drenaje_sencillo	Cristalina	Planadas	Tolima	815966,6	851002,4
183	Nn	Drenaje_sencillo	El Castillo	Planadas	Tolima	812980,9	851137,5
184	Nn	Drenaje_sencillo	El Castillo	Planadas	Tolima	812560,7	851145,6
185	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	812528,9	851150,4
186	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	812097,0	851215,8
187	Quebrada Matanza	Drenaje_sencillo	El Castillo	Planadas	Tolima	813804,9	851222,3
188	Río Siquila	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	811477,9	851309,5

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
189	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	811106,8	851365,7
190	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	810451,2	851657,0
191	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	810173,8	851862,0
192	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	810008,2	851984,5
193	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	809919,7	852049,9
194	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	809730,8	852189,5
195	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	809529,6	852338,3
196	Nn	Drenaje_sencillo	Siquila	Planadas	Tolima	809342,7	852476,4
197	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	807306,1	852651,3
198	Nn	Drenaje_sencillo	La Libertad	Planadas	Tolima	809102,4	852654,1
199	Quebrada Patagonia	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	807436,4	852659,0
200	Nn	Drenaje_sencillo	Patagonia	Planadas	Tolima	807678,3	852673,1
201	Nn	Drenaje_sencillo	Patagonia	Planadas	Tolima	808004,6	852692,1
202	Nn	Drenaje_sencillo	Santa rosa	Planadas	Tolima	806983,5	852702,5
203	Nn	Drenaje_sencillo	Santa rosa	Planadas	Tolima	806983,5	852702,5
204	Nn	Drenaje_sencillo	Patagonia	Planadas	Tolima	808417,9	852716,2
205	Nn	Drenaje_sencillo	Patagonia	Planadas	Tolima	808890,0	852743,8
206	Quebrada Barranquillita	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	806872,8	852758,2
207	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	806859,4	852765,0
208	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	806736,7	852826,8
209	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	806675,4	852857,6
210	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	806620,9	852885,1
211	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	806204,8	853125,0
212	Quebrada Santa Rosa	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	805875,7	853320,4
213	Nn	Drenaje_sencillo	Santa Rosa	Planadas	Tolima	805747,5	853396,5
214	Río Saldaña	Drenaje_doble	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	805657,8	853449,7
215	Río Saldaña	Drenaje_doble	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	805657,8	853449,7
216	Nn	Drenaje_sencillo	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	805365,1	853623,4
217	Nn	Drenaje_sencillo	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	805365,1	853623,4
218	Nn	Drenaje_sencillo	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	804970,2	853849,8
219	Nn	Drenaje_sencillo	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	804710,3	853986,2
220	Río Hereje	Drenaje_doble	Campo Hermoso	Rioblanco	Tolima	802554,6	854459,2
221	Río Hereje	Drenaje_doble	Campo Hermoso	Rioblanco	Tolima	802554,6	854459,2
222	Río Hereje	Drenaje_doble	Las Mercedes	Rioblanco	Tolima	802554,6	854459,2
223	Río Hereje	Drenaje_doble	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	802554,6	854459,2

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
224	Río Hereje	Drenaje_doble	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	802554,6	854459,2
225	Río Hereje	Drenaje_doble	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	802554,6	854459,2
226	Nn	Drenaje_sencillo	Las Mercedes	Rioblanco	Tolima	803755,1	854487,5
227	Nn	Drenaje_sencillo	Los Cristales	Rioblanco	Tolima	803017,9	854622,9
228	Nn	Drenaje_sencillo	Campo Hermoso	Rioblanco	Tolima	802398,4	854690,4
229	Quebrada la Secreta	Drenaje_sencillo	Campo Hermoso	Rioblanco	Tolima	801785,2	854757,3
230	Nn	Drenaje_sencillo	Campo Hermoso	Rioblanco	Tolima	801326,7	854807,3
231	Nn	Drenaje_sencillo	Campo Hermoso	Rioblanco	Tolima	800934,0	854850,1
232	Nn	Drenaje_sencillo	Campo Hermoso	Rioblanco	Tolima	800759,4	854869,2
233	Quebrada Honda	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	799586,1	855016,1
234	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	798942,4	855121,5
235	Quebrada el Quebradón	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	798901,3	855128,2
236	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	796473,3	855264,3
237	Quebrada las Delicias	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	796875,9	855266,3
238	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	797352,4	855268,6
239	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	795705,6	855324,0
240	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	795478,2	855375,7
241	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	795245,5	855428,5
242	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	794811,8	855531,5
243	Quebrada el Venao	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	794336,0	855652,7
244	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	794115,3	855709,0
245	Quebrada Albania	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	793092,0	855985,1
246	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	792475,9	856150,5
247	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	792339,4	856186,7
248	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	792245,0	856211,8
249	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	792002,7	856276,0
250	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	791666,6	856365,2
251	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	791498,8	856409,7

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
252	Quebrada Bejuquero	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	790837,5	856605,8
253	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	790479,6	856823,8
254	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	790254,1	856961,1
255	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	790108,4	857049,9
256	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	789999,5	857116,2
257	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	789961,8	857139,2
258	Quebrada el Purgatorio	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	789791,1	857243,2
259	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	789662,9	857321,2
260	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	789043,7	857644,0
261	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	788851,4	857739,5
262	Quebrada el Triunfo	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	788479,5	857924,1
263	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	787857,0	858233,3
264	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	787622,6	858349,7
265	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	787429,5	858445,5
266	Quebrada el Auxilio	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	787416,6	858452,0
267	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	787346,1	858487,0
268	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	786665,5	858831,9
269	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	786407,5	858965,2
270	Nn	Canal_sencillo	Cañales	Florida	Valle del Cauca	753455,6	859217,9
271	Nn	Canal_sencillo	Cañales	Florida	Valle del Cauca	753488,3	859223,8
272	Nn	Canal_sencillo	Cañales	Florida	Valle del Cauca	753960,4	859308,3
273	Nn	Canal_sencillo	Cañas abajo	Florida	Valle del Cauca	753960,4	859308,3
274	Río las Cañas	Drenaje_sencillo	Cañas abajo	Florida	Valle del Cauca	754814,5	859459,8
275	Nn	Canal_sencillo	Cañales	Florida	Valle del Cauca	752001,0	859678,0
276	Acequia	Canal_sencillo	Balsilla	Florida	Valle del Cauca	756682,1	859791,1
277	Acequia	Canal_sencillo	Balsilla	Florida	Valle del Cauca	757131,0	859870,7
278	Quebrada la Soledad	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Valle del Cauca	785227,9	860448,0

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
279	Río Fraile	Drenaje_sencillo	Corregimiento San Antonio de los caballeros	Florida	Valle del Cauca	757782,4	860500,3
280	Nn	Drenaje_sencillo	Corregimiento San Antonio de los caballeros	Florida	Valle del Cauca	757991,1	860727,1
281	Zanjón el Limón	Drenaje_sencillo	Corregimiento La Diana	Florida	Valle del Cauca	758523,9	861305,9
282	Nn	Canal_sencillo	Las Cuarenta	Candelaria	Valle del Cauca	746740,5	861398,5
283	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	783644,9	861860,6
284	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	783644,9	861860,6
285	Quebrada el Asalto	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	783555,8	861925,7
286	Nn	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Tolima	783255,2	862145,1
287	Nn	Otros cuerpos de agua	Corregimiento La Diana	Florida	Valle del cauca	759775,8	862666,1
288	Nn	Otros cuerpos de agua	Corregimiento La Diana	Florida	Valle del cauca	759775,8	862666,1
289	Nn	Drenaje_sencillo	Corregimiento La Diana	Florida	Valle del cauca	759857,3	862754,6
290	Nn	Canal_sencillo	Tiple arriba	Candelaria	Valle del Cauca	741651,9	862787,0
291	Nn	Canal_sencillo	Sector geográfico Valle de Lili	Cali	Valle del Cauca	731505,7	862800,8
292	Nn	Drenaje_sencillo	Corregimiento La Diana	Florida	Valle del Cauca	759939,7	862844,1
293	Nn	Canal_sencillo	Sector geográfico Valle de Lili	Cali	Valle del Cauca	731882,2	862877,3
294	Nn	Canal_sencillo	Sector geográfico Valle de Lili	Cali	Valle del Cauca	731214,0	862900,7
295	Nn	Canal_sencillo	Morga	Cali	Valle del Cauca	732184,3	862938,7
296	Nn	Drenaje_sencillo	Corregimiento La Diana	Florida	Valle del Cauca	760169,2	863093,5
297	Caño el Estero	Drenaje_doble	Morga	Cali	Valle del Cauca	733128,1	863130,5
298	Caño el Estero	Drenaje_doble	Morga	Cali	Valle del Cauca	733128,1	863130,5
299	Nn	Canal_sencillo	Sector geográfico Valle de Lili	Cali	Valle del Cauca	731123,7	863136,6
300	Quebrada las Arrugas	Drenaje_sencillo	Territorios nacionales	Rioblanco	Valle del Cauca	782050,3	863140,2
301	Nn	Canal_sencillo	Cuchipe	Candelaria	Valle del Cauca	739800,2	863224,8

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
302	Nn	Canal_sencillo	Cuchipe	Candelaria	Valle del Cauca	739511,1	863293,2
303	Nn	Drenaje_sencillo	Corregimiento La Diana	Florida	Valle del Cauca	760422,3	863368,5
304	Nn	Canal_sencillo	Sector geográfico Valle de Lili	Cali	Valle del Cauca	731052,3	863373,2
305	Nn	Canal_sencillo	Morga	Cali	Valle del Cauca	734521,6	863419,3
306	Nn	Canal_sencillo	Morga	Cali	Valle del Cauca	734700,5	863461,7
307	Río Cauca	Drenaje_doble	Tiple abajo	Candelaria	Valle del Cauca	734756,3	863473,6
308	Río Cauca	Drenaje_doble	Tiple abajo	Candelaria	Valle del Cauca	734756,3	863473,6
309	Nn	Canal_sencillo	Corregimiento San Joaquín	Candelaria	Valle del Cauca	736901,3	863707,0
310	Nn	Canal_sencillo	Corregimiento San Joaquín	Candelaria	Valle del Cauca	737738,8	863712,3
311	Nn	Canal_sencillo	Corregimiento San Joaquín	Candelaria	Valle del Cauca	737368,1	863738,9
312	Nn	Canal_sencillo	Sector geográfico Valle de Lili	Cali	Valle del Cauca	731085,4	863854,6
313	Nn	Canal_sencillo	Sector geográfico Valle de Lili	Cali	Valle del Cauca	731029,0	864390,9
314	Río Parraga	Drenaje_doble	Corregimiento la diana	Florida	Valle del Cauca	760991,3	864658,5
315	Río Parraga	Drenaje_doble	Corregimiento La Diana	Florida	Valle del Cauca	760991,3	864658,5
316	Nn	Drenaje_sencillo	Parraga	Pradera	Valle del Cauca	761038,1	864795,9
317	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	780634,2	865043,8
318	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	780634,2	865043,8
319	Quebrada la Fría	Drenaje_sencillo	El Recreo	Pradera	Valle del Cauca	761212,6	865308,2
320	Quebrada la Alacranera	Drenaje_sencillo	El Recreo	Pradera	Valle del Cauca	761484,5	866106,4
321	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	779880,9	866326,7
322	Quebrada Salsipuedes	Drenaje_sencillo	El Recreo	Pradera	Valle del Cauca	761679,4	866678,5
323	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	779373,4	867011,5
324	Nn	Drenaje_sencillo	La Granja	Pradera	Valle del Cauca	762163,9	868100,6
325	Zanjón Guabina	Drenaje_sencillo	La Granja	Pradera	Valle del Cauca	762254,0	868365,1
326	Quebrada Mendoza	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	778585,3	868488,4
327	Quebrada	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del	778514,7	868684,2

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
	Cansa perros				Cauca		
328	Nn	Drenaje_sencillo	Lomitas	Pradera	Valle del Cauca	763007,9	869182,0
329	Nn	Drenaje_doble	Lomitas	Pradera	Valle del Cauca	763176,2	869302,4
330	Rio Bolo	Drenaje_doble	Lomitas	Pradera	Valle del Cauca	763176,2	869302,4
331	Nn	Drenaje_doble	Lomitas	Pradera	Valle del Cauca	763176,2	869302,4
332	Rio Bolo	Drenaje_doble	Lomitas	Pradera	Valle del Cauca	763176,2	869302,4
333	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo azul	Pradera	Valle del Cauca	778083,5	869491,3
334	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	777981,2	869607,2
335	Nn	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	763708,2	869683,1
336	Nn	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	763708,2	869683,1
337	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	777827,2	869781,9
338	Nn	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	764089,2	869969,1
339	Quebrada Salsipuedes	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	764180,8	870046,9
340	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	777482,4	870172,8
341	Quebrada Salsipuedes	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	764608,6	870410,3
342	Nn	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	764773,2	870550,2
343	Nn	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	764909,8	870666,3
344	Nn	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	765036,8	870774,2
345	Quebrada el Silencio	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	776655,2	871258,7
346	Nn	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	766235,6	871743,4
347	Nn	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	766303,9	871762,7
348	Nn	Drenaje_sencillo	Potrerito	Pradera	Valle del Cauca	766494,7	871816,5
349	Quebrada el Tamboral	Drenaje_sencillo	La Carbonera	Pradera	Valle del Cauca	766807,2	871904,7
350	Quebrada la Elvira	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	775398,9	872053,5
351	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	775100,3	872070,1
352	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Azul	Pradera	Valle del Cauca	774370,4	872110,8
353	Quebrada los Negros	Drenaje_sencillo	La Carbonera	Pradera	Valle del Cauca	767941,6	872185,4

N.	Nombre	Fuente	Vereda	Municipio	Depto	Este	Norte
354	Nn	Drenaje_sencillo	El Retiro	Pradera	Valle del Cauca	768936,1	872396,9
355	Nn	Drenaje_sencillo	El Retiro	Pradera	Valle del Cauca	769062,6	872428,4
356	Nn	Drenaje_sencillo	Bolo Blanco	Pradera	Valle del Cauca	772654,3	872437,7
357	Nn	Drenaje_sencillo	El Retiro	Pradera	Valle del Cauca	769397,3	872511,6
358	Río Bolo Blanco	Drenaje_sencillo	Bolo Blanco	Pradera	Valle del Cauca	772087,3	872681,7
359	Quebrada Maltina	Drenaje_sencillo	El Retiro	Pradera	Valle del Cauca	770115,2	872690,1

Fuente: Consultoría Colombiana, 2014

2.10 MAQUINARIA Y EQUIPO A UTILIZAR

A continuación se presenta una relación de los equipos y maquinaria que se requerirán en la construcción y montaje de líneas de transmisión:

- **Excavaciones:** Las excavaciones por ser manuales emplean herramientas, básicamente picos y palas, ocasionalmente se requerirá el empleo de retroexcavadoras; en tanto que en la subestación se empleará principalmente esta última perforadores mecánicos, compresores de aire, herramientas neumáticas.
- **Cimentaciones en concreto:** Mezcladoras de concreto, balanza para pesaje de los agregados o recipientes, patrones para medidas de volumen, vibradores eléctricos, formaletas, cilindro para toma de muestras de resistencia, conos para medida de asentamiento, baldes y contenedores de agua.
- **Cimentaciones especiales preexcavadas mecánicamente:** adicionalmente a los implementos de cimentaciones en concreto es necesario un equipo piloteador de gran tamaño (tractor) que presenta el taladro para excavar, solo para zonas de fácil acceso.
- **Cimentaciones especiales tipo anclajes helicoidales:** Camión tipo C3 con adaptación en el brazo hidráulico para zonas de fácil acceso, o equipo liviano con bobcat con adaptación para zonas de mediana dificultad de acceso.
- **Nivelación de parrillas y ángulos de espera:** Estación total, nivel de precisión, llaves de punta, copas, *ratches*, plomadas, gatos mecánicos, palas, pisones y compactadores con motor a gasolina (ranas).
- **Para el patio de torres y de acopio:** Montacargas, cargador sobre llantas, cizallas manuales, prensa hidráulica, taladro de banco, grúas, camiones, herramientas eléctricas.

- Pre-armado y montaje de torres: Plumas metálicas, malacate, poleas de montaje, *ratches* con copas, guaya, manila, arnés de seguridad, llaves de punta, estrobos y herramienta menor.
- Riega de pescante y tendido de conductor y cable de guarda: Malacate o winche. Freno, motores, helicóptero, pescante de acero antitorsión, pescante de nylon liviano y resistente, malacates portátiles, rebobinador, freno, portabobinas, poleas de aluminio, agarradoras para pescante, agarradoras para conductor, agarradoras para cable de guarda, juegos de radios móviles, diferenciales de cadena, fundas intermedias para conductor, fundas intermedias para cable de guarda, fundas de cabeza para el cable de guarda, giradores para conductor, giradores para cable de guarda, escaleras, aparejos, binóculos, arnés de seguridad, poleas de montaje y herramientas varias.
- Para empalme y regulación: Prensas hidráulicas con sus dados, para conductor y cable de guarda, malacate, diferenciales de cadena, agarradoras para conductor, aparejos de guaya antitorsión, escaleras para amarre, teodolitos, nivel de precisión, termómetros de vástago, radios portátiles, bicicletas, poleas de montaje, arnés de seguridad, herramientas varias.
- Otros equipos requeridos: Volquetas, vehículos 4X4, camiones, etc. Helicóptero.