

30/06/2021

Especificación técnica

Consultoría e ingeniería para el diseño de los proyectos de reemplazo de apoyos, cable de guarda y sistemas de puesta a tierra en líneas de alta tensión

Gerencia Planificación Desarrollo Alta Tensión

## Especificación Técnica

Especificación técnica para la consultoría e ingeniería para el diseño de los proyectos

<b>Modificaciones respecto a la edición anterior:</b>

Siglas de los responsables y fechas de las tres ediciones anteriores							
Ed.	Obj. Ed.	Elaborado	Fecha	Revisado	Fecha	Aprobado	Fecha

<b>Objeto de la edición</b>
Petición de ofertas

Elaborado por: Jairo Durán Acosta	Revisado por: Heyder Salamanca F.	Aprobado por: Heyder Salamanca F.
Fecha: 28/06/2021	Fecha: 28/06/2021	Fecha: 28/06/2021

## Indice

<b>1.</b>	<b>Objeto .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Normativa Relacionada.....</b>	<b>1</b>
2.1.	Documentos del Sistema Integrado de Gestión de AFINIA .....	1
2.2.	Normativa Técnica de AFINIA .....	1
2.3.	Documentos regulatorios .....	1
2.4.	Otros documentos normativos.....	2
<b>3.</b>	<b>Alcance.....</b>	<b>2</b>
<b>4.</b>	<b>Documentación a entregar al Consultor .....</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>Proceso de elaboración de los diseños.....</b>	<b>4</b>
<b>6.</b>	<b>Formato de presentación de los diseños .....</b>	<b>6</b>
<b>7.</b>	<b>Diseño de Líneas de Alta Tensión .....</b>	<b>7</b>
<b>8.</b>	<b>Soporte técnico especializado.....</b>	<b>9</b>
<b>9.</b>	<b>Pautas para el desarrollo de Levantamientos topográficos .....</b>	<b>10</b>
9.1.	Alcance .....	10
9.2.	Metodología .....	12
9.3.	Levantamiento topográfico de líneas de Alta Tensión.....	14
9.4.	Equipos .....	16
9.5.	Productos a entregar .....	16
<b>10.</b>	<b>Pautas para el desarrollo de Estudios Geotécnicos .....</b>	<b>18</b>
10.1.	Alcance .....	18
10.2.	Trabajos de campo .....	19
10.3.	Trabajos de laboratorio .....	21
10.4.	Trabajos de gabinete .....	22
10.5.	Productos a entregar .....	23
10.5.1.	Informe Geotécnico.....	23
10.5.2.	Recomendaciones de Diseño .....	24
10.5.3.	Conclusiones.....	24
10.5.4.	Anexos .....	24
<b>11.</b>	<b>Recursos destinados a la prestación de la consultoría.....</b>	<b>25</b>
<b>12.</b>	<b>Condiciones económicas y presentación de la oferta .....</b>	<b>27</b>
<b>13.</b>	<b>Información de soporte técnico.....</b>	<b>28</b>

## 1. Objeto

En el presente documento se definen los requerimientos mínimos establecidos por AFINIA para la contratación de la consultoría e ingeniería para el diseño de los proyectos de reemplazo de apoyos, cable de guarda y sistemas de puesta a tierra en líneas de alta tensión.

El objeto de la presente especificación es la petición de ofertas para la consultoría e ingeniería de los diseños de obras civiles, electromecánicas, levantamiento topográfico, estudios geotécnicos, de líneas de alta tensión. Los proyectos serán diseñados según el alcance y los criterios que sean dados al diseñador en cada caso (acuerdos de materiales, normas de materiales, proyectos tipo, proyectos de referencia e información particular), cumpliendo en todo momento con la legislación y reglamentación aplicable teniendo en cuenta la localización de la instalación que se proyecta.

## 2. Normativa Relacionada

El siguiente es un listado no exhaustivo de las normas que están involucrado en el desarrollo de la consultoría en la presente especificación técnica:

### 2.1. Documentos del Sistema Integrado de Gestión de AFINIA

- PE.04291.CO-DS.PAT Diseño, Construcción y Montaje del Líneas AT
- PE.04293.CO-DS.PAT Puesta en servicio líneas AT
- PE.04291.CO-DS.PAT-AX.01 Información a recopilar ejecución de diseño.
- Otras normas, procedimientos, manuales e instrucciones.
- MO.00050.CO.DS-AX.03 Guía para la elaboración de Estudios Ambientales Proyectos de Adecuación o Construcción de Redes Eléctricas.

### 2.2. Normativa Técnica de AFINIA

- Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipos (varios documentos).
- Criterios de diseño de líneas aéreas de Alta tensión.
- Otras especificaciones y normas técnicas que apliquen.

### 2.3. Documentos regulatorios

- Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas de Colombia, RETIE, versión que esté vigente.
- NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR.
- Otras normas y disposiciones legales vigentes.
- Resoluciones Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG.

## 2.4. Otros documentos normativos

- ISO 31000. Gestión del Riesgo.
- ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad.
- ISO 14001. Sistemas de gestión ambiental.
- ISO 45001. Sistemas de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

## 3. Alcance

Los trabajos de consultoría e ingeniería para el diseño de los proyectos de reemplazo de apoyos, cable de guarda y sistemas de puesta a tierra en líneas de alta tensión serán realizados por el consultor ante solicitud específica de AFINIA y comprenderán las siguientes actividades, pero sin limitarse a ellas:

- Diseños de nuevas líneas aéreas o subterráneas.
- Extensiones de líneas aéreas o subterráneas existentes.
- Modificaciones, retranqueos y repotenciaciones de líneas aéreas o subterráneas existentes.
- Levantamiento de información de las instalaciones.
- Levantamientos Topográficos.
- Estudios de Suelos.
- Estudios de resistividad eléctrica del terreno.
- Soporte técnico para la adquisición de suministros.
- Soporte técnico para la tramitación de licencias y permisos.

AFINIA podrá contratar actividades parciales del diseño en lugar del diseño completo.

Adicionalmente el Consultor brindará soporte técnico especializado para requerimientos de AFINIA relacionados con la actividad de la consultoría e ingeniería, los cuales quedarán oportunamente especificados de conformidad a cada solicitud que haga AFINIA.

El consultor será responsable de la elaboración de la documentación listada en el anexo 1 de la presente especificación, la cual no pretende ser exhaustiva, siendo responsabilidad del consultor la edición de toda la documentación y realización de actividades necesarias para una correcta construcción y montaje de las instalaciones. Cabe anotar que en el Anexo 1 se listan los entregables requeridos por cada unidad constructiva.

El alcance de cada proyecto incluirá la elaboración de la documentación técnica necesaria para la contratación de la ejecución de obras que incluirán como mínimo y sin limitarse a ello lo siguiente:

- Ingeniería básica de líneas:
  - Documento de Criterios Básicos de Diseño (CBD).
  - Descripción del recorrido de la línea.

- Descripción de condicionantes del trazado.
- Características técnicas de la línea.
- Características técnicas de los componentes principales: Conductor, cable de guarda, aislamiento, herrajes, apoyos, cimentaciones, protección contra sobretensiones de origen atmosférico, señalización.
- Presupuesto preliminar.
- Planos:
  - Plano de planta de trazado sobre cartografía.
  - Planos de cimentaciones tipo, apoyos tipo, aislamiento, y puesta a tierra.
- Especificación de equipos y materiales (de los que aplique pues la mayor parte son suministrados por AFINIA):
  - Especificación técnica detallada.
  - Ficha Técnica de características requeridas y ofertadas.
- Levantamiento Topográfico.
- Estudio de suelos.
- Proyecto constructivo de obra civil: Ingeniería de detalle, planos, especificaciones de construcción, memorias de cálculo, etc.
- Proyecto constructivo electromecánico: Ingeniería de detalle, planos, especificaciones de montaje, memorias de cálculo, etc.
- Diseño de estructuras metálicas: planos, especificaciones, memorias de cálculo, etc.
- Documentación necesaria para la obtención de la licencia de construcción según la legislación vigente.
- Informes específicos para algún organismo público que lo requiera.
- Formularios de precios con las cantidades de obra y materiales.
- Presupuesto detallado de materiales, obras civiles y montajes. Todo presupuesto de diseño será confrontado contra el reconocimiento que hace la CREG a los activos eléctricos y se presentará un informe con las desviaciones y su justificación. El presupuesto será estructurado según las Unidades Constructivas de la CREG.
- Cronograma de ejecución de la obra.

Como ya se ha indicado de la documentación anterior se podrá requerir toda o una parte de la misma. El listado de unidades constructivas anexo para cotización contempla tanto ingenierías completas como partes de la misma.

Los diseños serán realizados según el alcance y los criterios básicos que sean dados al Consultor y serán para propósito de construcción.

Para las labores de diseño el Consultor tendrá como referencia las normas y especificaciones de AFINIA y su responsabilidad será utilizar las normas existentes, particularizar y complementar el proyecto de acuerdo con las necesidades y condiciones locales del proyecto.

Los diseños aplicarán a proyectos específicos identificados con una ficha técnica de inversión y/o un requerimiento técnico de AFINIA. Cumplirán con la legislación y reglamentación vigentes y con los proyectos tipo de AFINIA o normativa técnica que AFINIA indique. Serán elaborados acorde con el esquema vigente de Unidades Constructivas CREG.

La documentación de normativa y proyectos tipo de AFINIA le será suministrada al Consultor contratado.

#### 4. Documentación a entregar al Consultor

Antes de empezar cada proyecto y como datos de partida, AFINIA entregará al Consultor la documentación que se presenta a continuación:

- Ficha Técnica con definición del alcance según Unidades Constructivas UUCC.
- Informe viabilidad técnica del proyecto.
- Proyecto tipo y normativa de AFINIA.
- Pautas y directrices para el diseño.
- Especificaciones y documentación de equipos homologados según contratos vigentes y equipos particulares.
- Datos de partida para realizar los cálculos.
- Documentación existente de la instalación, en caso de ampliaciones.

#### 5. Proceso de elaboración de los diseños

El proceso para la elaboración de cada diseño solicitado por AFINIA será el siguiente:

**1.- Comunicación de AFINIA al Consultor de requerimientos de diseño:** Se informan las solicitudes de diseños a ejecutar, se entrega la Ficha Técnica asociada con cada uno, se indica la fecha de necesidad de entrega de cada diseño y se acuerda un plan de visitas a los sitios donde se ejecutarán las obras.

**2.- Visita técnica al emplazamiento de la obra objeto del diseño:** Se realiza esta visita para precisar en sitio el alcance descrito en la Ficha Técnica, toma de datos in situ (medidas, fotos...) precisar los requerimientos a contemplar en el diseño que garanticen la continuidad del servicio y la compatibilización con las actuaciones de mantenimiento previstas en la instalación existente. De cada visita técnica el Consultor elaborará un Informe Técnico de la misma. Esta visita no contempla estudios topográficos ni geotécnicos.

Posteriormente, durante el desarrollo de la ingeniería se realizarán cuantas visitas sea necesario para elaborar adecuadamente el proyecto.

**3.- Documentación previa:** Concluidas las dos etapas antes descritas el Consultor elaborará y presentará para aprobación de AFINIA los documentos siguientes:

- Acta de Iniciación de Trabajos (AIT): Documento donde se pactan los lineamientos técnico-económicos del proyecto y que contiene:
  - Lugar y fecha donde se acuerda la realización del servicio.
  - Nombre del trabajo.

- Objeto del trabajo.
- Alcance del trabajo.
- Documentos a entregar por el Consultor.
- Recursos asignados por el Consultor para la realización de los trabajos.
- Plazo de ejecución.
- Precio de los servicios adjuntando el correspondiente cuadro de precios.
- Cronograma de elaboración del diseño (CED): Cronograma con todas las actividades a desarrollar para la elaboración del proyecto, presentado en formato de Project. La fecha de entrega será exclusivamente definida por las necesidades de AFINIA y no debiendo verse afectada por disponibilidad del consultor. Se destacarán en el cronograma los siguientes hitos fundamentales: Entrega de la disposición general en planta y unifilar (existente y proyectado), entrega del proyecto válido para construcción, entrega de topografía, entrega estudio de suelos, así como las revisiones de AFINIA.
- Criterios Básicos de Diseño (CBD): Documento donde se establecen los criterios técnicos bajo los cuales se desarrollará el proyecto.

**4.- Ingeniería básica de líneas:** El Consultor presentará para aprobación de AFINIA la siguiente documentación:

- Documento de Criterios Básicos de Diseño (CBD).
- Descripción del recorrido de la línea: Zonas que atraviesa, coordenadas de los vértices principales.
- Descripción de condicionantes del trazado: Cruzamientos y paralelismos, medioambientales, permisos, pendientes, áreas mineras, hidrología, vegetación (ecosistemas), fauna, espacios naturales, paisaje, caracterización geológica y geotécnica, población (etnias), accesibilidad, urbanismo, etc.
- Realización de una visita al emplazamiento para revisar la validez del trazado considerado.
- Características técnicas de la línea: Tensión, conductores por fase, nº de circuitos, tipo de conductor y cable de guarda, tipo de aisladores, longitud, nº de apoyos, nº de apoyos por tipo, vano medio.
- Características técnicas del conductor.
- Características técnicas del cable de guarda
- Características técnicas del aislamiento.
- Características generales de herrajes.
- Características generales de los apoyos.
- Características generales de las cimentaciones.
- Protección contra sobretensiones de origen atmosférico.
- Señalización de apoyos.



- Características técnicas de los empalmes y terminaciones en caso de líneas subterráneas.
- Presupuesto preliminar desglosado. Debe estructurarse según las unidades constructivas de la CREG.
- Planos:
  - Plano de planta general con propuesta básica de trazado sobre cartografía.
  - Planos de cimentaciones tipo.
  - Planos de apoyos tipo.
  - Plano tipo de aislamiento.
  - Plano tipo de puesta a tierra.
  - Planos de zanja tipo y cámara de empalme en caso de líneas subterráneas.

**5.- Proyecto VALIDO PARA CONSTRUCCIÓN:** Finalmente el Consultor entregará la documentación del proyecto que se indica más adelante según se trate de un proyecto de líneas.

**6.- Aprobación y/o comentarios:** AFINIA se reserva el derecho de comentar y/o aprobar los planos y documentos que formen parte del alcance de esta especificación. AFINIA emitirá los comentarios y/o aprobación de los documentos y planos, emitiendo los conceptos de “APROBADO”, “APROBADO CON COMENTARIOS” o “DEVUELTOS PARA CORRECCIÓN”. El Consultor tendrá cinco (5) días hábiles para hacer las correcciones en los documentos no aprobados y entregarlos a AFINIA. Los comentarios serán incorporados a los documentos dentro del programa de contrato y no constituirán un coste adicional para AFINIA.

Se realizarán cuantas revisiones sean precisas hasta que el proyecto tenga la calidad requerida por AFINIA. El precio es cerrado, no variará por las revisiones que se tengan que hacer hasta su aprobación por AFINIA. La garantía sobre la calidad del diseño llega hasta la puesta en servicio de la instalación construida, es decir, que el Consultor deberá atender y corregir todos los defectos que se detecten hasta ese momento sin costo adicional para AFINIA.

La aprobación de los documentos y planos por parte de AFINIA no releva al Consultor de la responsabilidad adquirida por el Contrato.

El Consultor informará a AFINIA de forma inmediata cuando un plano o documento quede superado, cancelado u obsoleto, debiendo llevar el control actualizado de todos los planos de que consta el proyecto y enviar a AFINIA un listado actualizado quincenalmente incluyendo el estado de cada plano o documento emitido por el Consultor.

## 6. Formato de presentación de los diseños

Se entregarán tres (3) ejemplares impresos de toda la documentación en carpetas con el nombre claramente visible del proyecto en su portada y copia digital en cuatro (4) CD con la información de los archivos de la documentación en Word, Excel y Autocad (todos ellos compatibles con AFINIA), así como una versión de todos los archivos en formato pdf.

Toda la documentación deberá entregarse en los formatos y con la codificación indicada por AFINIA en cada caso, en base a estándares y normalizaciones de AFINIA u otros que se indiquen, los cuales serán facilitados al Consultor.

Los documentos tendrán los textos en español y las dimensiones se expresarán en el sistema métrico decimal.

## 7. Diseño de Líneas de Alta Tensión

Para los diseños de líneas de alta tensión las actividades a cubrir con las Unidades Constructivas son las indicadas a continuación:

- Elección del trazado de la línea: El Consultor presentará para aprobación de AFINIA el trazado seleccionado de la línea del proyecto, en base a recopilación de información disponible y habiendo sido validada en terreno, justificando ser la ruta de menor impacto ambiental y económico para el proyecto, de modo que posteriormente se pueda continuar con el detalle de la ingeniería VALIDA PARA CONSTRUCCIÓN que será la entrega final del proyecto.
- Recopilación, análisis y almacenamiento clasificado de la información
- Elaborar los criterios básicos de diseño (CBD).
- Topografía de la ruta seleccionada.
- Estudio de suelos y medidas de la resistividad del terreno.
- Relación de predios afectados por la servidumbre de la línea con sus propietarios.
- Relación de cruzamientos y paralelismos de los tramos aéreo y subterráneo con redes existentes de servicios públicos.
- Coordenadas X, Y y Z de los apoyos de la línea y de los empalmes (en el caso de líneas subterráneas).
- Descripción de la instalación:
  - Para el tramo aéreo: Frecuencia (Hz), Tensión nominal (KV), Tensión más elevada de la red (KV), N° de circuitos, N° de conductores aéreos por fase, Tipo de conductor aéreo, Tipo de cable de tierra, Número de cables de tierra, Potencia máxima de transporte en aéreo (MVA), Número de apoyos, Longitud (km), Tipo de aislamiento, Apoyos, Cimentaciones, Puesta a tierra, N° Apoyos alineación/Tipo, N° Apoyos ángulo/Tipo, N° Apoyos anclaje/Tipo, N° Apoyos fin de línea/Tipo.
  - -Para el tramo subterráneo: Longitud en metros, tipo de cable subterráneo, tipo de canalización, configuración de la instalación, número de ternas, profundidad de la zanja en metros, anchura de la zanja en metros, conexión de las pantallas, capacidad de transporte, tipo de descargadores, numero de empalmes y ubicación de los mismos.
- Características de los materiales a utilizar: Conductor aéreo, cable de guarda/fibra óptica, cable de potencia subterráneo, cable de fibra óptica subterráneo, aisladores, herrajes, apoyos y cimentaciones, puesta a tierra, empalmes y terminaciones.

- Especificaciones y fichas técnicas para adquisición de materiales por parte de AFINIA (facilitado por AFINIA).
- Especificaciones y fichas técnicas para adquisición de materiales por parte del Contratista.
- Memorias de cálculo del tramo aéreo y del tramo subterráneo.
- Diseño eléctrico, incluyendo los parámetros eléctricos de la línea objeto de diseño.
- Cálculo mecánico de conductores.
- Cálculo mecánico del cable de fibra óptica.
- Cálculo mecánico y dimensionamiento de estructuras.
- Cálculo mecánico y dimensionamiento de cimentaciones.
- Cálculo mecánico y dimensionamiento de cámaras de empalme.
- Cálculo del sistema de puesta a tierra aéreo y subterráneo (conexión de las pantallas, descargadores, etc.).
- Planos del diseño electromecánico y obras civiles (planta y perfil incluyendo los predios), estructuras, fijaciones de conductores, materiales, herrajes, sistema de puesta a tierra, cimentaciones, canalizaciones, zanjas, cajas de empalme, cajas de puesta a tierra de líneas subterráneas.
- Planos de cimentaciones.
- Tablas de tendido y cálculo mecánico de conductores.
- Especificaciones de construcción civil, montaje electromecánico, pruebas y puesta en servicio
- Listado de materiales
- Estudio de accesos.
- Formularios de precios con las cantidades de obra y materiales.
- Presupuesto detallado de materiales, obras civiles y montajes. Todo presupuesto de diseño será confrontado contra el reconocimiento que hace la CREG a los activos eléctricos y se presentará un informe con las desviaciones y su justificación.
- Cronograma de ejecución que incluye el programa de consignaciones requeridas para la ejecución y puesta en servicio de la obra diseñada.
- Documentación técnica para trámites y permisos requeridos para la ejecución de obras.

Para el caso de diseño de líneas subterráneas además de las anteriores se tendrán en cuenta estas otras actividades

- Inventario de redes subterráneas existentes de servicios públicos para compatibilización de cruces y paralelismos.
- Canalizaciones de cables.

- Diseño electromecánico con disposición de cables en canalizaciones y transición para conexión a red aérea cuando se requiera.

La elaboración del Plan de Manejo ambiental, estudio de impacto ambiental, estudio de seguridad y salud, gestión de licencias y permisos o levantamientos topográficos de líneas existentes, no están incluidas en estas Unidades Constructivas, contemplándose como una actividad independiente.

A continuación, se indica la lista mínima de planos de diseño:

- Planos de la línea:
  - Localización general
  - Plano plante-perfil instalación existente y proyectada (en el caso de retranqueos).
  - Plano planta - perfil
  - Plano disposición general
  - Plano de zanja de línea subterránea
  - Plano de cajas de empalme de línea subterránea
  - Esquema de conexión de puesta a tierra de pantallas
  - Puestas a tierra de los apoyos de línea aérea
  - Diagrama trifilar secuencia de fases
- Planos de materiales:
  - Aisladores
  - Herrajes
  - Apoyos y postes de concreto
- Planos de estructuras:
  - Montaje de estructuras
  - Armados
  - Conjuntos de suspensión y amarre de conductor e hilo de guarda
  - Señalización de estructuras
  - Cimentaciones
  - Árboles de carga
  - Siluetas

## 8. Soporte técnico especializado

AFINIA podrá requerir servicios de soporte técnico especializado para las actividades descritas a continuación:

- Levantamiento topográfico.
- Estudio de suelos.

- Estudios de Seguridad y Salud.
- Elaboración de ingeniería básica de líneas aéreas o subterráneas.
- Diseño para sustitución o modificación de apoyos de líneas aéreas: Levantamiento de información de apoyos en campo, comprobación de validez de apoyos y cimentaciones para las hipótesis de cargas que se soliciten, elaboración de planos de detalle de los apoyos según las mediciones tomadas en campo, definición de refuerzos necesarios para el apoyo, incluyendo planos constructivos.
- Supervisión de la ingeniería para fabricación de materiales para líneas y accesorios, estructuras metálicas.
- Elaboración de especificaciones y fichas técnicas de equipos y materiales a suministrar por AFINIA.

## **9. Pautas para el desarrollo de Levantamientos topográficos**

### **9.1. Alcance**

El objeto de los trabajos topográficos es la reproducción lo más fiel posible, de la morfología del terreno donde se construirán las obras de infraestructura eléctrica a realizar por AFINIA realizando el levantamiento topográfico del lote del trazado para la línea a construir de acuerdo con los requisitos técnicos del RETIE.

El trabajo podrá consistir en el levantamiento topográfico de instalaciones existentes o bien en el de ubicaciones donde no existan instalaciones eléctricas.

Los trabajos de levantamiento topográfico podrán ser realizados en cualquier lugar de la geografía de Colombia y comprende las actividades necesarias para el levantamiento topográfico en planimetría y altimetría de las ubicaciones determinadas por AFINIA que permitan el diseño e ingeniería detallados de instalaciones AT.

Los trabajos se realizarán bajo la responsabilidad de un topógrafo con matrícula profesional y previamente aprobado por AFINIA, con equipos de topografía debidamente calibrados.

El levantamiento debe efectuarse con amarre al sistema de coordenadas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi; para lo cual se debe partir de vértices geodésicos o placas conocidas de la red geodésica nacional, cubriendo la zona de estudio con suficiente densificación. Estos vértices descriptos compondrán la red principal siendo como mínimo 3 vértices. En caso de la no existencia de vértices o placas de la red geodésica nacional deberán ser materializados previamente los mojones o vértices fijos a los cuales se le debe hacer el traslado de coordenadas mediante el uso de GPS de doble frecuencia y con ocupación simultánea de rastreo.

Para el apoyo de la toma de datos del levantamiento topográfico será necesario establecer una red secundaria. Dicha red será obtenida de la observación y cálculo de poligonales de precisión apoyadas en la red principal. Estará referenciado fielmente y servirá para el levantamiento topográfico y replanteos posteriores.

La materialización de los puntos de amarre se debe hacer con mojones de concreto y placas de bronce de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas por el IGAC para este tipo de trabajos. La materialización del punto topográfico en cada mojón se hará con una puntilla embebida en el mismo de longitud mínima de 2". La cabeza de la puntilla quedará a ras con la superficie del concreto curado y encerrarse

en un círculo pintado en color rojo con pintura tipo esmalte no lavable. Igualmente, se construirán en puntos estratégicos que brinden suficiente estabilidad y permanencia y que sean visibles entre sí. Las placas deben llevar una inscripción que permita la identificación del punto en campo. Cada uno de los mojones estarán referenciados, mínimo a tres (3) elementos existentes en el entorno o en su defecto a estacas enterradas para tal fin. Los testigos se identificarán claramente para poder reubicar los mojones en caso de perderse.

Características del emplazamiento de los vértices o mojones (red principal y red secundaria):

- Intervisibilidad relativa y enlace con geodesia.
- Ubicación en puntos concretos de forma que se puedan referir a 3 puntos estables próximos.
- Ubicación en lugares despejados, elevados y en la medida de lo posible sin afectación de propiedad para garantizar la máxima permanencia de la señal.

Los puntos de arranque materializados con incrustación de placa de bronce llevarán una inscripción que permita la identificación del punto en campo, esta debe ser coincidente con la descripción que se haga en el informe final.

El contratista realizará los estudios y levantamientos topográficos utilizando Estación Total de Topografía de lectura directa al segundo, para la cual deberá presentar antes de iniciar los trabajos, el Certificado de Calibración del equipo. Si por alguna razón se requiere cambiar los equipos de topografía, se deberá presentar a AFINIA el Certificado de Calibración del nuevo equipo.

Se debe tomar información topográfica para cada punto levantado en las tres (3) dimensiones: coordenada X (norte), coordenada Y (Este), Z (Elevación: m.s.n.m.).

Para el Cierre Lineal el máximo error admisible en las poligonales será de 1:10000.

Para el cierre Angular el máximo error admisible (E), estará dado por la siguiente ecuación: Siendo "E" el error de cierre en segundos, "n" el número de vértices o estaciones de la poligonal, y "a" la aproximación de la estación en las mismas unidades de "E".  $E = a\sqrt{n}$ .

Las carteras deberán ser diligenciadas y presentadas en forma clara y ordenada, para permitir la revisión completa y sin problemas. El Consultor deberá entregar las carteras originales debidamente firmadas por el profesional responsable.

Generar cartografía de detalle, impresa y digital a escala 1:250. Los planos deben incluir detalles como la referenciación de agrietamientos en el terreno, quebradas, viviendas, escuelas, arroyos, lagos, nacimientos de agua, caminos, carreteras, cercas, linderos, así como otros elementos geográficos que se consideren de importancia dentro del estudio Geotécnico (escarpes, rocas y árboles de gran tamaño, etc.).

Se deben generar curvas de nivel cada 50 centímetros y elaborar mínimo cuatro (4) perfiles en campo (con equipo), de acuerdo con los requerimientos que en el terreno entregará AFINIA, perfiles en los cuales se detallarán los cambios de pendiente más críticos y los elementos de importancia para el propósito del estudio.

La Topografía es de tipo Geotécnica, luego se deben identificar las grietas y fisuras "anormales", que presente el terreno natural (pastos y zonas de vegetación, así como

las presentes en paramentos de viviendas o quiebres topográficos), referenciando apertura máxima, longitud y orientación de la misma. De igual forma, se debe detallar de manera esquemática los elementos como viviendas, andenes, postes de cerramiento, cercas y otros elementos que se encuentren en una posición que no se considere normal (no se encuentren aplomadas, o se encuentren desplazadas o deformadas de acuerdo con una posición que se considera normal para uso apropiado), informando del hecho a AFINIA, a fin de colocar un punto de control topográfico de referencia. Punto que se deberá incluir dentro del Listado de Puntos para Seguimiento a evaluar durante la etapa de diseño hasta la construcción de la infraestructura.

De igual forma, se deben referenciar elementos naturales y/o artificiales como: Humedales, Quebradas, Ríos, Canales, Nacimiento de Aguas, Depósitos de agua, Aljibes, etc.

Todos los equipos y elementos necesarios para la ejecución de los levantamientos topográficos deben ser suministrados por el consultor y los Certificados de Calibración no deben tener fecha mayor a dos (2) meses.

## 9.2. Metodología

Observación mediante sistema de posicionamiento por satélite GPS Red Principal:

### Observación:

- Posicionamiento Estático Relativo o Estático Rápido.
- La observación para definir la transformación de semejanza entre el sistema de referencia geodésico y GPS se efectuará situando 3 receptores de GPS de doble frecuencia y código P en igual nº de vértices geodésicos o mojones de la Red Geodésica nacional que cubra con holgura la zona o zonas de trabajo.
- Para completar la observación se situarán (en los vértices o mojones de los cuales queremos obtener coordenadas) receptoras en observación simultanea de duración no menor de 45min. para garantizar una precisión del orden de 0,01m. + 5 ppm con una configuración de satélites adecuados.
- El número, características y marca de los equipos que se emplearan simultáneamente en la observación se medirá en la memoria explicativa, facilitando el reporte de cálculos y observaciones, así como observándose GPS en sistema WGS 84 obtenidas. Formato papel y digital con ficheros de observación.

### Calculo:

Una vez efectuada la observación, se realizará el cálculo de coordenadas de los vértices teniendo en cuenta:

- Modelación del Geoide para realizar de forma homogénea la transformación Helmert entre el sistema WGS 84 y el sistema de referencia oficial.
- Se realizará el ajuste de cada red básica por el método de mínimos cuadrados (mmcc) sobre la superficie del elipsoide obteniendo coordenadas ajustadas en sistema de referencia oficial, para metros de fiabilidad y precisión, residuos y error medio cuadrático del ajuste y detección de posibles errores groseros. Para enlazar

con la red geodésica nacional la precisión tanto en planimetría con altimetría debe ser inferior a 5 partes por millón.

- Se prepara memoria de los trabajos, en la que se incluirán la descripción de los programas empleados, coordenadas obtenidas reseñas con fotografía, croquis, ubicación e itinerario de acceso, coordenadas en WGS 84 y sistema oficial.

Observación mediante poligonal de precisión Red Secundaria:

El levantamiento de los predios debe iniciar y llegar a los mojones materializados, a los que previamente se les ha hecho traslado de coordenadas. Se debe utilizar el método de poligonal cerrada y detalles.

#### Poligonal:

Para la Red Secundaria, se comenzarán y cerrarán las poligonales en vértices geodésicos. Se podrá enlazar o cerrar en éstos midiendo ángulos y distancias en las dos direcciones (por tramo), utilizando para ello instrumentación de alta precisión.

- En cada estación de la Red se tomarán datos meteorológicos para corrección de distancias en el proceso de cálculo previo al ajuste final y todos los datos angulares y de distancias posibles a otros vértices diferentes a los que configuran el tramo donde se ha estacionado, de manera que la alternativa de poligonación expuesta, proporcione una red en la que se han medido todos los ángulos y distancias posibles a los puntos adyacentes.
- La longitud máxima de cada poligonal de la Red secundaria no excederá de 5000 metros con distancias de tramos entre 500 metros como máximo.
- Se dará cota a los vértices por cadenas de nivelación, partiendo de las señales Nivelación Alta Precisión más próximas. Dichas cadenas serán cerradas de doble nivelación con precisión de  $7\text{m/m} \times \square K$  ( $K$ =distancia en Km).
- En el cierre de vuelta de horizonte el error será siempre menor a 20 segundos centesimales.
- En el cierre angular de poligonales el error será siempre menor a  $30 * \sqrt{N}$  segundos centesimales, siendo N el número de vértices.
- En el cierre lineal de poligonales, el error será siempre menor de  $0,7 + 0,01 * D$  metros, siendo D la distancia total obtenida sumando los tramos.
- En la medida de las bases, el error relativo será siempre menor de  $1 / 20000$ .
- En la longitud de los lados, el relativo será siempre menor a  $1 / 5000$ .
- En la diferencia de altitudes trigonométricas el error será siempre menor de  $20 * D$  metros siendo D la longitud de los lados expresado en Kilómetros.
- El cálculo y compensación de estas poligonales de precisión se efectuará considerando:
  - Corrección por parámetros meteorológicos en la R.B.C.
  - Corrección por esfericidad y refracción de las observaciones angulares en las Redes Básica y Secundaria.
  - Reducción al nivel del mar. Reducción al elipsoide.



- Reducción de distancias a la proyección.
- Compensación en bloque de los errores angulares y lineales cometidos en toda la red.
- La medida de distancias en este método se realizará siempre empleando distanciómetros electroópticos, cuya desviación estándar máxima sea de  $\pm 3$  mm.  $\pm 3$  ppm e instrumentación con precisión de 1" con certificado de calibración actualizado.
- Como operación previa a todo lo citado anteriormente se deberá presentar a AFINIA antes del comienzo de los trabajos, el proyecto de poligonación de precisión, en cartografía a escala adecuada, describiendo el método elegido, la forma de enlace con la Red Geodésica y el arrastre de altitud desde la Red de Nivelación de Alta Precisión, programas informáticos, incluyendo también una relación de todas las incidencias y circunstancias que concurren en la red secundaria y que pudieran afectar al cumplimiento de las prescripciones citadas.

Igualmente, y en el caso mencionado de la inexistencia de vértices geodésicos con coordenadas conocidas o con algún vértice geodésico de primer orden, se presentará a AFINIA para su estudio y aprobación de la solución aportada como paso previo para el comienzo de los trabajos.

En desarrollo de los trabajos se debe llevar una cartera de campo en la que se hará un croquis con los detalles relevantes de los predios y las observaciones del caso, también se debe llevar un registro fotográfico debidamente ordenado, de las actividades de campo. Esta cartera es un instrumento de soporte que se deberá entregar a AFINIA junto con la Base Topográfica y los respectivos cortes (perfiles del terreno indicados).

Durante la ejecución del levantamiento el Consultor debe advertir sobre rasgos que indique movimientos (antiguos o recientes), detalles como agrietamientos en el terreno natural y elementos de infraestructura que no guarden parámetros normales, tales como la inclinación y uniformidad. Los anteriores detalles se deberán informar a AFINIA para que se considere incluirlos dentro del Listado de Puntos para seguimiento. De igual forma, se deberán amojonar veinte puntos (localizados en piso y/o paredes), que indique AFINIA los cuales estarán dentro del Listado de Puntos para Seguimiento.

El CONTRATISTA tomará todas las medidas necesarias para asegurar que sus trabajos de topografía sean exactos y será responsable por la corrección y/o demolición de obras que resulten defectuosas por errores en estos trabajos.

El CONTRATISTA gestionará las autorizaciones y permisos que pudieran requerirse para la realización de los trabajos, así como para el acceso y tránsito hacia las zonas de trabajo. Además, respetará la normativa de seguridad y de acceso a las propiedades establecida por AFINIA.

Los daños generados a la propiedad privada o pública, como consecuencia de las acciones del Consultor serán de su exclusiva responsabilidad, y serán reparados a su costo.

### **9.3. Levantamiento topográfico de líneas de Alta Tensión**

Generar cartografía de detalle digital que incluya la referenciación de elementos orográficos e hidrológicos, edificaciones, vías de comunicación, líneas eléctricas y de

telecomunicaciones, como otros elementos. Obtención de toda la información física del terreno para la elaboración de los planos que servirán para el diseño de las líneas áreas o subterráneas de alta tensión.

Se recabará la información de cruzamientos y paralelismos con redes subterráneas de servicios públicos a lo largo del trazado de la línea subterránea o de aquellas que puedan interferir con las cimentaciones de los apoyos en el caso de una línea aérea, reflejándose en los planos.

Además, se identificarán los propietarios de los terrenos y bienes afectados por la línea aérea o subterránea, mediante parcelario correspondiente con la identificación del lindero físico existente entre parcelas, así como su número de identificación.

Se deben generar curvas de nivel cada metro de trazado de la línea. Juntamente con el levantamiento del perfil deberá ser levantada una franja planimétrica según el nivel de tensión:

- De 10 m para líneas a 13,8 kV y 34,5 kV (5 m a cada lado del eje de la línea).
- De 30m a 66-115 kV (15 m cada lado del eje de la línea).

Cuando la pendiente del terreno transversal al eje del trazo sea mayor que el 30% se deberá levantar un perfil transversal al eje detallando las líneas de ruptura y elementos significativos, a la izquierda y a la derecha del eje.

En las quebradas profundas, en las que los taludes del terreno presenten pendientes muy pronunciadas, y donde se prevea la existencia de un vano de gran longitud, se hará el levantamiento en detalle sólo hasta cierta profundidad de la quebrada, de tal manera que provea los elementos de juicio suficientes para una adecuada localización de estructuras.

En el caso de que se haga el levantamiento de una línea eléctrica existente o en el caso del cruce del trazado objeto del trabajo con líneas eléctricas y de telecomunicaciones existentes se indicará la ubicación de las estructuras sobre los planos de planta y perfil reflejando los tipos y niveles de las mismas, indicando los puntos de enganche y trazando las catenarias de los cables.

Para el cruce con líneas eléctricas y de telecomunicaciones deberán ser indicadas también los ángulos respectivos con relación al eje de la línea, la altura de todos los conductores y cable de guarda (si existiera) en el punto de cruce, la tensión de la línea y la temperatura ambiente a la que se han efectuado las mediciones.

En el caso de líneas de telecomunicaciones que estuviesen ubicadas cerca del eje de la línea, pero fuera del alcance de la franja planimétrica y que corran paralelamente a ésta, se deberá dar información indicando:

- Longitud del paralelismo.
- Distancia exacta del eje de la línea.

En los planos deberá detallarse e identificarse además la siguiente información que se identifique a lo largo del trazado:

- Tipos de cultivos y límites de los predios.
- El nombre de los propietarios y linderos.
- Tipo y altura de los árboles.

- Cruzamientos y paralelismos con carreteras, vías férreas y caminos, indicando la altura del cruce.
- Cruzamientos con ríos, quebradas, acequias, canales, etc., indicando la altura del cruce.
- Cruzamientos y paralelismos con líneas eléctricas y de telecomunicaciones, oleoductos, gasoductos, acueductos, etc., indicando la altura del cruce.
- Las casas, edificios, corrales, granjas.
- Los accidentes topográficos importantes, tales como taludes, barrancos y en general, los obstáculos de cualquier naturaleza indicando su altura y relación con el trazo.

El Consultor recabará la información necesaria (de las instituciones oficiales) para indicar en los planos la clasificación de carreteras, la existencia o no de restos arqueológicos en la zona de servidumbre de la línea para poder efectuar las variantes topográficas de la línea si fuera necesario.

Durante los trabajos del levantamiento topográfico de la línea de transmisión se debe determinar, además:

- Cantidad de árboles que será necesario talar.
- Clasificación superficial del suelo donde se localiza el trazado, e indicar si es zona húmeda o salina.
- Facilidades de transporte y accesibilidad al eje de la línea.
- Nombre de ciudades, pueblos, localidades o nombres de los accidentes geográficos más cercanos al eje de la línea.

El reportaje fotográfico debe incluir la suficiente toma desde diversas perspectivas que permitan entender adecuadamente los cruzamientos, paralelismos, edificaciones próximas, accidentes, cercas, entre otros aspectos que puedan ser relevantes para el diseño de la línea.

#### **9.4. Equipos**

El Consultor debe presentar una relación de los equipos propuestos (estaciones, niveles, GPS), para la ejecución de los trabajos, y anexar carta de compromiso de disponibilidad de los mismos, y certificados de calibración con fecha no superior a dos meses. Así mismo, para cada uno de los equipos se debe incluir una descripción detallada de las especificaciones técnicas (características, modelo, marca y estado).

#### **9.5. Productos a entregar**

a) Informe final general.

Un informe final escrito y en medio magnético que debe contener como mínimo la siguiente información:

- Descripción general de los predios medidos con sus respectivos linderos.
- Descripción de la metodología utilizada.

- Descripción de los mojones y referencias materializados en cada uno de los predios. Debe incluir registro fotográfico en detalle y panorámico.
  - Determinación de coordenadas de los mojones materializados en cada predio medido; debe incluir archivos Rinex de la base permanente y archivos Rinex del rastreo en campo en caso de hacer traslado de coordenadas con uso de GPS.
  - Relación de los Profesionales y auxiliar que participó en el levantamiento.
  - Relación de equipos, adjuntando certificados de calibración.
  - Base de datos del Listado de Puntos para Seguimiento, en el cual se asienten los datos históricos tomados para cada punto, indicando la respectiva fecha.
  - Cuadro de identificación de propietarios de terrenos afectados por la instalación.
  - Reportaje fotográfico.
  - Planos en Planta y Perfil en donde se muestre el comportamiento de posibles desplazamientos (usando vectores), del Listado de Puntos en Seguimiento. Importante anotar que los vectores se dibujarán en el plano a escala 1:250, pero a otra escala a definir con AFINIA.
- b) Carteras de campo (originales debidamente firmadas por el Topógrafo).
- c) Carteras de cálculos.
- d) Nube de punto con datos de coordenadas y cotas.
- e) Archivos digitales en formato Autocad DWG y de intercambio DXF.
- f) Mojones materializados en campo.

Se debe hacer la entrega en medio digital e impreso de la información solicitada. El Consultor debe entregar toda la información impresa en original y dos (2) copias idénticas. De igual manera, la información en formato digital que contenga el estudio debe entregarse en original y dos (2) copias idénticas en la caja de CD, debidamente etiquetado y acompañado de un inventario de archivos con su correspondiente contenido.

En el caso particular de líneas, además de lo anterior se deberá entregar:

- Plano resumen con todo el trazado de la línea en planta y perfil.
- Planos del trazado de la línea en planta a escala 1:500 y de perfil a escala 1:2000. Además de los datos indicados en el apartado 11.6 en los planos de perfil deberán indicarse estos otros:
  - Cotas del terreno.
  - Distancias parciales.
  - Identificación de los mojones.
  - Perfil lateral en caso de pendientes transversales mayores del 30%.
  - Los perfiles laterales serán ilustrados siguiendo la siguiente nomenclatura.
  - Eje con una línea sólida.
  - Lados derechos e izquierdos con una línea segmentada.

Además de los datos indicados en el apartado 11.6 en los planos de planta deberán indicarse estos otros:

- El valor de los ángulos de los cruces y los datos indicados en los planos de perfil.
- Eje de la línea: Línea horizontal con ángulos de deflexión indicados por una interrupción del eje de tres (3) centímetros en el punto de deflexión.
- Se indicará la deflexión del ángulo con un trazo de 2,5 cm de longitud hacia arriba o hacia abajo, según la deflexión sea a la izquierda o a la derecha respectivamente.
- El valor del ángulo deberá indicarse en grados, minutos y segundos.

## 10. Pautas para el desarrollo de Estudios Geotécnicos

### 10.1. Alcance

Los estudios geotécnicos son un requisito de la Ley 400 de 1997, que a través de la Norma Sismo Resistente NSR-10, Título H, regula su ejecución.

El diseño de cimentaciones de estructuras, cajas de tiro, etc., requiere como datos de entrada los parámetros básicos de las características mecánicas del suelo, las cuales solo se pueden obtener satisfactoriamente a través de la exploración del suelo y del análisis de laboratorio de las muestras extraídas de él.

El Consultor deberá realizar el estudio de suelos para el proyecto, para investigar y definir las propiedades geomecánicas y de deformabilidad del suelo de fundación, evaluar el estado de interacción suelo-estructura y entregar las recomendaciones para su cimentación. Deberá realizar pruebas de campo y laboratorio, análisis geotécnico y recomendaciones.

El CONTRATISTA deberá determinar todo lo relativo a las condiciones físico-mecánicas del subsuelo y las recomendaciones particulares de diseño y construcción de todas las obras relacionadas conforme a la NSR-10 y en especial los títulos A y H, entre otras:

- Realización de pruebas de campo según el tipo de material que se encuentre. Profundidad mínima de exploración 6 m (según NSR-10).
- Determinación del perfil estratigráfico de la zona de fundación.
- Ensayos de laboratorio para identificar y determinar características mecánicas y químicas del suelo.

De los estudios de suelos habrá de extraerse, entre otra, la siguiente información:

- Capacidad admisible del suelo (kPa).
- Densidad del suelo (kN/m<sup>3</sup>).
- Angulo de arrancamiento  $\delta$  = grados).
- Coeficiente de compresibilidad horizontal ( $C_c = \text{kp/cm}^3$ ).
- Resistividad del suelo. Ohm.m.

El estudio geotécnico definitivo contendrá como mínimo los aspectos contemplados en el numeral H.2.2.2.1 – Contenido de la NSR – 10.

## 10.2. Trabajos de campo

El alcance de los trabajos para los estudios de suelos comprenderá las siguientes actividades:

- Estudio geológico del emplazamiento y/o trazado mediante el uso de material bibliográfico, de pares estereográficos y realización de recorridos de campo. Servirá de base para el planteamiento de las investigaciones geotécnicas a efectuar.
- Realización de investigaciones de campo en el sitio de trabajo mediante la ejecución de calicatas, sondeos a rotación, penetraciones estáticas o dinámicas, u otros procedimientos exploratorios reconocidos en la práctica geotécnica, hasta profundidades que permitan definir niveles de fundación óptimos para las cimentaciones requeridas (equipos de patio, transformadores de potencia, pórticos, apantallamiento, torres.).
- La tabla resume los valores de profundidad mínima de exploración

Cimentación propuesta	Profundidad de exploración mínima
Superficial (Zapatatas y losas)	Df + 2B para suelos granulares
	Df + 3B para Suelos finos
Profundas (Micropilotes y pilotes)	Dfp+4B

Dónde:

Df = Profundidad de excavación.

Dfp = Profundidad de la punta de la pila o pilote.

B = Ancho o diámetro de la cimentación.

- En todo caso la profundidad mínima de exploración será de 6 m. Podrá ser menor si se encuentra en el sitio explorado roca o un suelo muy compacto que ocasione el rechazo en ensayos de penetración (NSPT >50 o NDPSH >100). En caso de no encontrarse adecuado el suelo para soportar cimentaciones superficiales por la presencia de pantanos, suelos de baja compacidad relativa, dunas, etc., el Consultor deberá realizar los sondeos hasta la profundidad que sea necesaria para encontrar un nivel de fundación confiable y recomendar el tipo de cimentación apropiado.
- En caso de requerirse cimentaciones profundas el Consultor presentará la capacidad por fricción y por punta del pilote, incluyendo su memoria de cálculo. En estos casos las investigaciones a efectuar habrán de alcanzar al menos cuatro diámetros por debajo de la punta del elemento de cimentación de forma que exista seguridad suficiente en cuanto a las características del material sobre el que se desarrollará la zona activa inferior del pilote.
- Las investigaciones mediante sondeos se efectuarán por el método de rotación con recuperación de testigo. En su interior se realizarán pruebas de penetración estándar al menos cada 1,5 m o cambio litológico. La toma de muestras para

ensayo se efectuará utilizando tubos muestreadores de pared delgada (shelby) para suelos blandos y muestreadores tipo denison, pitcher, barril doble giratorio o similar para materiales de mayor resistencia.

- En las zonas donde aflore roca o se encuentre a menos de 2 m de profundidad, se deben obtener muestras utilizando el equipo adecuado.
- En el caso que no se realicen pruebas de laboratorio con muestras inalteradas se deben realizar pruebas de campo tales como vane test, dilatómetro, presiómetro, piezocono, prueba de placa horizontal y vertical, y con cualquiera de estas pruebas obtener propiedades mecánicas de los suelos, tanto de resistencia como de deformabilidad.
- Las calicatas se deben excavar con pico y pala o medios mecánicos a una profundidad mínima de 3 m o la limitada por el nivel freático o suelo. En cada uno de los pozos se hace una inspección visual y se obtienen muestras representativas de cada estrato identificado. En los pozos representativos del tramo en cuestión se deben obtener, además, muestras cúbicas inalteradas retirando previamente la capa de suelo alterado producto de la excavación, para su caracterización y pruebas de laboratorio (índices y mecánicas). Las dimensiones de las calicatas deben ser las mínimas necesarias para que una persona con toda seguridad a efectos de derrumbe pueda introducirse en ellos, previo una entibación adecuada, para la inspección de sus paredes y obtención de muestras alteradas y/o inalteradas.
- La ejecución de ensayos de penetración dinámica DPSH o estática se efectuará con arreglo a las normas ASTM o UNE correspondientes. La tabla adjunta resume su rango de aplicabilidad:

Tipo de penetrómetro	Aplicación al suelo	
	Aceptable	Inaceptable
Cono holandés de 3,6 cm de diámetro y 60 ° de ángulo de ataque (CPT)	-arena -limo -arcilla	Grava
Cono holandés eléctrico de 3,6 cm de diámetro y 60 ° de ángulo de ataque (CPT)	-arena -limo -arcilla	Grava
Penetrómetro estándar de 5,1 cm de diámetro exterior y 3,6 cm de diámetro interior (SPT)	-arena -arcilladura -arcillamedia	Arcilla blanda
Cono simple hincado a percusión de 5,1 cm de diámetro y 60 ° de ángulo de ataque	-grava -arena	Arcilla
Penetrómetro Sermes de 7 cm de diámetro y 90 ° de ángulo de ataque	-grava -arena	Arcilla
Piezocono de 3,6 cm (U1 o U2) y 60 ° de ápice	- arena -arcilla dura - arcilla media - arcilla blanda	Gravas y boleos

- Se deben definir los sitios donde aflore roca mediante el estudio geológico a lo largo de la trayectoria de acuerdo con la norma ASTM D1586-84 u otro tipo de ensayo que fije la Legislación Vigente del país en el momento de realización de los trabajos.
- En zonas bajas, inundables, de suelos compresibles y en cruces de ríos, deben realizarse las exploraciones y el muestreo necesario para establecer la estratigrafía, los índices y mecánicas del subsuelo con las que se defina el modelo estratigráfico del sitio para realizar el análisis y diseño geotécnico de la cimentación.
- Cuando en la traza de la obra se presenten suelos que tengan un comportamiento mecánico inestable frente a cambios de su contenido de humedad (suelos expansivos y colapsables), de temperatura (suelos sometidos a congelamiento y deshielo) y vibraciones (suelos licuables o fluidos), deberán ser analizados mediante ensayos geotécnicos especiales.

### 10.3. Trabajos de laboratorio

- Las muestras obtenidas serán oportunamente analizadas en laboratorio. El uso de muestras alteradas solo será permitido para la ejecución de ensayos de identificación, estado y químicos; la ejecución de cualquier ensayo destinado a determinar los parámetros de corte, deformabilidad, consolidación o potencial expansivo/colapsable de un suelo habrá de efectuarse exclusivamente sobre muestras obtenidas de forma inalterada.
- Los análisis de laboratorio habrán de efectuarse en número suficiente para la correcta identificación y clasificación de todos y cada uno de los litotipos encontrados durante la investigación.
- De igual forma habrá de procederse respecto a la determinación de los parámetros que gobiernan su comportamiento reológico, debiéndose efectuar para ello los correspondientes ensayos destinados a determinar su comportamiento bajo la acción de cargas de forma que se determinen con suficiente fiabilidad sus parámetros de corte y deformabilidad.
- Será preceptiva bien la determinación del potencial expansivo/colapsable de los suelos analizados bien la justificación de su inactividad por causas bien hidrogeológicas, geotécnicas o geoquímicas.
- Se realizarán ensayos geoquímicos de suelos de los estratos característicos y nivel freático con los cuales se determinará como mínimo el contenido de sales totales, PH, cloruros y sulfatos solubles con la finalidad de determinar la agresividad del subsuelo a las cimentaciones y a los sistemas de puesta a tierra. Además, permitirán definir el grado de agresión y las protecciones anticorrosivas necesarias.
- En cualquier caso y de forma previa a su ejecución habrá de efectuarse una propuesta de investigaciones tanto de campo como, posteriormente, de laboratorio que habrá de ser aprobada por la propiedad o quien esta designe. Dicha propuesta habrá de estar argumentada y soportada por criterios geológicos y geotécnicos utilizando para ello información bibliográfica o procedente de proyectos próximos al área en cuestión.



#### 10.4. Trabajos de gabinete

- Con base en los trabajos de campo y laboratorio, se deben elaborar los perfiles estratigráficos del subsuelo en escala 1/100. En ellos se dibujan los resultados de los sondeos y calicatas efectuados.
- Se realizará el modelo estratigráfico y zonificación geotécnica.
- Se analizan las alternativas de cimentación más convenientes, definiendo la profundidad de excavación y los siguientes aspectos:
  - Identificación y clasificación de cada estrato
  - Cohesión y ángulo de fricción interna por estrato.
  - Densidad de cada uno de los materiales analizados
  - Deformabilidad horizontal y vertical
  - Expansividad
  - Agresividad
  - Excavabilidad
- Capacidad de carga de la cimentación superficial y/o roca y anclaje, señalando la profundidad de excavación y características del anclaje.
- Capacidad de carga de tensión de anclaje, de forma individual y en grupo, conforme a normativa vigente.
- Capacidad de carga vertical y lateral de micropilotes y pilotes. Estimación de los módulos de rigidez horizontal y vertical, en el caso de micropilotes y pilotes, a través de métodos numéricos o expresiones analíticas que consideren el sistema pilote-suelo o micropilote-suelo.
- Cálculo de asentamientos totales y diferenciales.
- Riesgos sísmicos, geológicos (suelos que tengan un comportamiento mecánico inestable frente a cambios de su contenido de humedad (suelos expansivos y colapsables), de temperatura (suelos sometidos a congelamiento y deshielo) y vibraciones (suelos licuables o fluidos)) y geomorfológicos (Laderas inestables, socavación de ríos, inundabilidad...). Deberán ser analizados mediante ensayos geotécnicos especiales.
- Estabilidad de excavaciones.
- Deben presentarse los procedimientos constructivos, indicando los más convenientes.
- El estudio aportará los datos del terreno necesarios para los cálculos de los sistemas de puesta tierra.

En el caso de los estudios para líneas de alta tensión el Consultor deberá evaluar la geología, geomorfología, geodinámica y riesgo sísmico a lo largo de la traza.

El Consultor tomará todas las medidas necesarias para asegurar que sus trabajos de estudios de suelos sean exactos y será responsable por la corrección y/o demolición de obras que resulten defectuosas por errores en estos trabajos.

El Consultor gestionará las autorizaciones y permisos que pudieran requerirse para la realización de los trabajos, así como para el acceso y tránsito hacia las zonas de trabajo. Además, respetará la normativa de seguridad y de acceso a las propiedades establecida por AFINIA.

Los daños generados a la propiedad privada o pública, como consecuencia de las acciones del Consultor serán de su exclusiva responsabilidad, y serán reparados a su costo.

## 10.5. Productos a entregar

Se presentará un informe que contemplará entre otros los siguientes aspectos:

### 10.5.1. Informe Geotécnico

Una vez realizados los trabajos de campo, las pruebas de laboratorio y los análisis necesarios, el licitante debe preparar un informe del estudio realizado por duplicado en forma impresa y entregarlo al área técnica responsable de la adquisición para su revisión, así como en disco compacto (CD-ROM).

El informe debe contener lo siguiente:

- a) Índice.
- b) Lista de tablas, figuras y fotografías digitalizadas.
- c) Introducción, incluye objetivo y alcance del estudio, fechas de inicio y terminación de trabajos de campo y otros antecedentes de interés.
- d) Datos del sitio y del proyecto, donde se describa la ubicación de la línea con su longitud, tipo de estructuras, características topográficas
- e) Trabajos de campo y laboratorio realizados.
- f) Geología general, de acuerdo con la norma ASTM D 1586, así como la sismicidad de la zona.
- g) Geología superficial a lo largo de la trayectoria de la línea, incluyendo rasgos significativos, susceptibilidad de los depósitos de suelo a la licuación presencia de suelos colapsables, problemas de inestabilidad de taludes y de socavación.
- h) Riesgos hidrogeológicos, geológicos, geotécnicos y geomorfológicos.
- i) Estratigrafía a lo largo de la trayectoria de la línea, con zonificación geotécnica para definición de cimentaciones tipo.
- j) Modelo estratigráfico por zona geotécnica definida
- k) Definición de litotipos geotécnicos y asignación de parámetros geotécnicos (Identificación y estado, clasificación, parámetros de corte, Deformabilidad, expansividad y colapsabilidad, permeabilidad) geoquímicos (agresividad de suelos al hormigón y armaduras) y geoelectricos (conductividad y resistividad de los suelos). Zonificación geotécnica.
- l) Análisis de cimentaciones (tipo, capacidad de carga, excavabilidad, estabilidad de excavaciones, profundidad de excavación y desplante, estabilidad de laderas, vuelco, arrancamiento, deslizamiento y

asentamientos). El factor de seguridad mínimo a emplear será 3, salvo que el Consultor sustente tomar un valor mayor.

- m) Reportaje fotográfico que permita reconocer e interpretar adecuadamente la situación y condiciones del terreno desde diferentes perspectivas. Se incluirán fotografías de cualquier detalle (accidente, construcción, etc) que pueda ser relévate para el estudio de suelos.

#### **10.5.2. Recomendaciones de Diseño**

- a) Tipo de cimentaciones a utilizar a lo largo de la línea en función de la zonificación geotécnica hecha (definiendo claramente zonas donde las cimentaciones estarán sobre roca o suelo). Señalar si existen o no problemas de estabilidad de taludes y como resolverlos.
- b) Tipo de cimentaciones a utilizar para equipos de patio, transformadores de potencia, edificaciones, etc, en función de la zonificación geotécnica hecha (definiendo claramente zonas donde las cimentaciones estarán sobre roca o suelo). Señalar si existen o no problemas de estabilidad de taludes y como resolverlos.
- a) Profundidades de excavación en función de la zonificación geotécnica y de los riesgos geológicos, capacidades de carga. Para el caso de cimentaciones profundas (micropilotes y pilotes) indicar también capacidad de carga lateral.
- b) Cálculo de asentamientos totales y diferenciales (en caso de suelos compresibles).
- c) Profundidad del nivel de aguas freáticas y sitios donde sea posible que existan riesgos por presión de agua durante la construcción. Debe indicarse también la longitud libre de los dados de cimentación para proteger las estructuras por inundaciones.
- d) Profundidades de socavación calculadas para el caso de estructuras que tengan que ubicarse en cauces de ríos o arroyos, y recomendaciones de protección para las estructuras que se ubiquen en estas condiciones.
- e) Definiciones de zonas donde se requieran tratamientos especiales para evitar fallas por inestabilidad de las laderas naturales ante falla por cortante o por erosión, etc.

#### **10.5.3. Conclusiones**

Conclusiones y recomendaciones basadas en las investigaciones realizadas, que permitan el diseño estructural para el proyecto, de tal forma que se garantice un comportamiento geotécnico adecuado en el tiempo, garantizando las mejores soluciones técnicas y económicas, protegiendo los predios y construcciones vecinas al proyecto, así como las estructuras y propiedades dentro de la zona a intervenir. Se deben incluir las recomendaciones para la adecuación del terreno, etapas constructivas en los movimientos de tierra, controles de compactación, criterios para la protección de drenajes naturales, y procedimientos constructivos especiales para garantizar la estabilidad de la obra.

#### **10.5.4. Anexos**

- a) Plano en planta de la trayectoria de la línea de transmisión

- b) Plano de ubicación de sondeos con coordenadas UTM.
- c) Plano geológico superficial del trazo de la línea de transmisión y zonificación geotécnica.
- d) Tablas y gráficas de resultados de prueba de campo y laboratorio
- e) Perfiles estratigráficos
- f) Registros de laboratorio
- g) Referencias y bibliografía de consulta para este estudio

## 11. Recursos destinados a la prestación de la consultoría

El Consultor tendrá que disponer de todos los recursos necesarios y la logística apropiada para la consultoría con altos niveles de calidad que le permitan garantizar un total y efectivo soporte técnico a AFINIA.

El Consultor utilizará personal altamente calificado, con experiencia comprobada en las actividades de consultoría para infraestructura de Alta Tensión, con su debida matrícula profesional para el ejercicio profesional de conformidad a la legislación vigente.

El personal asignado por el Consultor para la consultoría, independientemente de su especialidad, cumplirá los requerimientos siguientes:

CATEGORÍA	ACTIVIDAD	EXPERIENCIA (AÑOS)	EXPERIENCIA APLICABLE
Profesional I	Dirección de Proyecto	Mayor a 15 años	Director de Proyectos de redes AT con experiencia en niveles de 110-220 kV o superiores en actividades de diseño de obras
Profesional II	Coordinación de actividades	Entre 12 y 15 años	Coordinador de actividades en proyectos de redes AT con experiencia en niveles de 110-220 kV o superiores en actividades de diseño de obras
Profesional III	Liderazgo de actividades	Entre 9 y 11 años	Líder de actividades en proyectos de redes AT con experiencia en niveles de 110-220 kV o superiores en actividades de diseño
Profesional IV	Ejecución trabajos complejos	Entre 6 y 8 años	Ingeniero desarrollador de diseños de redes AT a 110 kV
Profesional V	Ejecución trabajos de mediana complejidad	Entre 3 y 5 años	Ingeniero desarrollador de diseños de redes AT a 110 kV
Profesional VI	Ejecución trabajos de	Menor a 3 años	Ingeniero desarrollador de diseños de redes AT a 110 kV

CATEGORÍA	ACTIVIDAD	EXPERIENCIA (AÑOS)	EXPERIENCIA APLICABLE
	poca complejidad		
Trabajador Social	Trabajo de campo	Mayor a 3 años	Trabajo de campo en la socialización de proyectos de redes AT o similares
Técnico I	Soporte en trabajos	Mayor a 5 años	Participación en diseños de redes AT
Técnico II	Soporte en trabajos	Menor a 5 años	Participación en diseños de redes AT
Dibujante	Dibujo técnico	Mayor a 3 años	Participación en diseños de redes AT

El Consultor dotará a su personal de modernos equipos de cómputo, celulares, cámaras, impresoras y accesorios para la prestación de los servicios solicitados. El Consultor dispondrá de reconocidos programas y desarrollos propios aplicables en la práctica de la ingeniería en las especialidades objeto de esta especificación, los cuales relacionará en su propuesta y presentará sus correspondientes licencias.

El Consultor dispondrá de los recursos logísticos adecuados para el desarrollo de las labores de campo que permitan la oportuna comunicación con su personal, así como su desplazamiento hasta los sitios de obra y garantizar su permanencia durante las labores asignadas que permitan garantizar su óptimo desempeño.

El Consultor suministrará el personal, todos los equipos, herramientas, materiales, insumos, artículos y demás requerido para la consultoría objeto de estas especificaciones.

Todos los trabajos se realizarán bajo la supervisión de un coordinador, que tendrá la titulación de ingeniero eléctrico con más de 12 años de experiencia en el sector. Será el interlocutor técnico con AFINIA, y coordinará los diferentes integrantes de los equipos de trabajo (ingenieros eléctricos, ingenieros civiles, de control y protección, arquitectos, etc.) a la vez que asumirá la autoría de los proyectos que le sean de su competencia.

El responsable de realizar los trabajos de topografía en campo ha de tener una experiencia mínima de 5 años realizando labores similares.

El elaborador del informe geotécnico ha de tener una experiencia de 10 años mínima realizando trabajos similares, se responsabilizará del contenido del mismo y reflejará lo indicando en el presente documento.

El responsable de realizar los trabajos de campo ha de tener una experiencia mínima de 5 años realizando labores similares, y se responsabilizará de la consecución de los mismos de acuerdo con lo indicando en el presente documento.

El Consultor presentará a AFINIA las hojas de vida del personal destinado a los trabajos asignados bajo el alcance de estas especificaciones.

El Consultor deberá tener una base o establecimiento en Colombia con los recursos suficientes de personal y medios que le permitan prestar estos servicios con la máxima agilidad y calidad. Téngase en cuenta que durante la prestación de los servicios suele ser necesaria la realización de diversas visitas técnicas a las

instalaciones sobre las que se elaboran las ingenierías pues la mayor parte de las mismas son ampliaciones o modificaciones de las existentes.

## 12. Condiciones económicas y presentación de la oferta

Los valores ofertados cubren todos los costos que resulten necesarios para la consultoría.

Con la oferta se entregarán las hojas de vida del personal que pueda estar involucrado en la realización de los trabajos.

AFINIA pagará a la conclusión de cada trabajo asignado de diseño los precios cotizados en la plantilla de cotización.

### Topografías

Para el caso de líneas aéreas o subterráneas se hará por metro lineal (ml) de trazado levantado.

Los valores ofertados cubren todos los costos que resulten necesarios para la prestación del servicio incluido el transporte.

Con la oferta se entregarán las hojas de vida del personal que pueda estar involucrado en la realización de los trabajos, así como la experiencia en servicios relevantes relacionados con el objeto del contrato que se hayan realizado en los últimos cinco años. Se debe anexar copia de las licencias profesionales con sus respectivos certificados de vigencia expedidos por el Consejo Profesional Nacional de Topografía de los técnicos profesionales y tecnólogos en topografía que vayan a estar involucrados en la prestación de los servicios

La garantía sobre la calidad de la topografía llega hasta la puesta en servicio de la instalación construida, es decir, que el CONTRATISTA deberá atender y corregir todos los defectos que se detecten hasta ese momento (si es necesario se repetirá el levantamiento topográfico) sin costo adicional para AFINIA.

### Estudios de suelos

Para cada trabajo de líneas de alta tensión AFINIA determinará los puntos en los que realizar los estudios de suelos que podrán ser entre otras opciones, pero sin limitarse a ello:

- Una perforación o sondeo en cada estructura de ángulo, retención o terminal. Y adicionalmente una perforación o sondeo cada 10 estructuras de alineamiento o cada 2 km lineales lo que antes ocurra. Además, cada 1 metro o donde exista cambio de perfil se deben realizar los ensayos de clasificación, límites, etc.
- Una perforación o sondeo en cada estructura sea de alineamiento, de ángulo, de retención o terminal. Además, cada 1 metro o donde exista cambio de perfil se deben realizar los ensayos de clasificación, límites, etc.

Los valores ofertados cubren todos los costos que resulten necesarios para la prestación del servicio incluido el transporte.

La garantía sobre la calidad de los estudios geotécnicos y geoelectrónicos llega hasta la puesta en servicio de la instalación construida, es decir, que el CONTRATISTA deberá atender y corregir todos los defectos que se detecten hasta ese momento (si es necesario se repetirán los sondeos necesarios y ensayos de laboratorio) sin costo adicional para AFINIA.

### 13. Información de soporte técnico

AFINIA solicita al proponente presentar en su oferta información de soporte técnico acerca del personal y aplicaciones que utilizará en los trabajos de supervisión de obras descritos en estas especificaciones técnicas, así como información de trabajos similares desarrollados que permitan verificar su experiencia en esta actividad.

El proponente incluirá obligatoriamente en la documentación de su oferta la documentación descrita a continuación:

#### **Formulario Datos de Personal No. \_\_\_\_\_.**

En este formulario el proponente presentará información acerca del personal que tiene previsto dedicar a los trabajos solicitados bajo las siguientes consideraciones:

- Presentar un formulario por cada persona propuesta para trabajar en el contrato.
- Numerar consecutivamente cada formulario hasta el número de personas incluidas en su propuesta.
- Adjuntar fotocopia del título adquirido de mayor nivel, de la tarjeta profesional y de la hoja de vida de la persona referenciada en cada formulario presentado.
- Ordenar cronológicamente la experiencia aplicable partiendo desde los trabajos más recientes.

#### **Formulario con información de aplicaciones**

En este formulario el proponente presentará información de todas las aplicaciones propias o adquiridas que tiene previsto utilizar en los trabajos solicitados bajo las siguientes consideraciones:

- Listar cada una de las aplicaciones propias y adquiridas, indicando para estas últimas su autor. A continuación, se menciona un listado mínimo de aplicaciones requeridas:
  - Microsoft Office (Word, Excel, Power Point, Project)
  - Autodesk Autocad (Versión 2018 o más reciente)
  - Software para el cálculo del sistema de puesta a tierra
  - Software para la selección de conductores
  - PLS CADD
  - PLS Tower
  - PLS Pole
- Presentar una impresión de muestra con los datos requeridos por la aplicación y los resultados que entrega la misma.
- Adjuntar fotocopia de la licencia de cada aplicación adquirida.

La información suministrada por el proponente en su oferta acerca del personal y las aplicaciones que destinará a los trabajos solicitados serán objeto de análisis por parte de AFINIA en la evaluación técnica de su propuesta.

#### **Formulario con información de experiencia aplicable**

En este formulario el proponente presentará información de los principales servicios prestados en consultoría e ingeniería en proyecto de alta tensión en los últimos cuatro (4) años adjuntando certificación de la aceptación de los clientes.

La información suministrada por el Proponente en los formularios antes descritos servirá a AFINIA para la evaluación técnica de su propuesta.



## ANEXO 1: Listado mínimo de entregables

## ANEXO 2: Personal, aplicaciones y experiencia