# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CORREDORES FÉRREOS

## ET-05: TOPOGRAFÍA

**BOGOTÁ D.C., SEPTIEMBRE DE 2025**

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

# Contenido

1 INTRODUCCIÓN ..... 2
1.1 Objeto ..... 2
1.2 Normativa ..... 2
2 ALCANCE ..... 3
2.1 ETAPA 1 DEBIDA DILIGENCIA ..... 3
2.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD ..... 4
2.2.1 Área de Estudio ..... 4
2.2.2 Georreferenciación ..... 5
2.2.3 Materialización. Referente tipo mojón de formación cúbica. ..... 5
2.2.4 Posicionamiento ..... 6
2.2.5 Procesamiento y cálculo de las coordenadas ..... 8
2.2.6 Amarre Horizontal por Poligonal ..... 8
2.2.7 Nivelación ..... 9
2.2.8 Trabajos Topográficos ..... 11
2.3 PRODUCTOS ..... 16
2.3.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA ..... 17
2.3.2 FACTIBILIDAD TECNICA ..... 17

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

# 1 INTRODUCCIÓN

Mediante el presente se exponen los requerimientos para la estructuración a nivel de factibilidad para el desarrollo del componente de Topografía del Proyecto.

## 1.1 OBJETO

Establecer las pautas y lineamientos que deben ser tenidos en cuenta por parte del Contratista para la elaboración del componente de topografía del Proyecto.

## 1.2 NORMATIVA

La normatividad que rige el presente documento está compuesta por las siguientes normas, decretos y documentos, los cuales deben ser conocidos y acatados por el Consultor, garantizando el cumplimiento de estos.

- Normas ISO 17123, ISO 44631, ISO 19111.
- Decreto 2077 de 1941: estableció la reglamentación de los topógrafos y autorizó la expedición de la Matrícula, previa acreditación de práctica en el ejercicio de la profesión no inferior a 6 años a partir de su vigencia.
- LEY 842 de 2003 - Reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones
- Decreto 1782 de 1954: en su artículo 22 determinó los requisitos para ejercer la profesión de topógrafo, mediante un certificado expedido por el Consejo Profesional Seccional de Ingeniería y Arquitectura.
- Resolución No. 3762 de 1963 de la oficina jurídica del Ministerio de Justicia, fue creada la Sociedad Colombiana de Topógrafos.
- Ley 70 de 1979.
- Decreto Reglamentario 690/198, por medio del cual se reglamenta la Ley 70 de 1979.
- IGAC - Resolución número 1562 de 2018, por medio de la cual se definen los valores que representan la calidad de los puntos medidos en redes geodésicas y levantamientos geodésicos.
- IGAC - Resolución número 471 del 14 de mayo de 2020, por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.
- IGAC - Resolución número 529 del 5 de junio de 2020, Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020 "por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia".
- ASPRS - Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data, 2014.
- NTC 5660 - Evaluación de calidad, procesos y medidas.

- NTC 5661 - Catalogación de objetos geográficos
- NTC 5662:2010 - Información Geográfica. Especificaciones técnicas de productos geográficos.
- NTC 5043:2010 - Información Geográfica. Conceptos básicos de la calidad de los datos Geográficos.
- NTC 5798 - Información Geográfica. Referencia espacial por coordenadas.
- NTC 4611 (2ª actualización): Metadato geográfico.
- NTC 5204 - Precisión de redes geodésicas.
- NTC 5205: Precisión de datos espaciales
- NTC 6271 - Información Geográfica – Estudios Topográficos.
- NTC-ISO/IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- CONPES 3585 que establece entre otros objetivos: "Estandarizar y documentar la Información Geográfica. - Todas las entidades del Estado y aquéllas de carácter mixto o privado que ejerzan funciones públicas deben seguir, en la producción o adquisición de IG, los lineamientos y normas técnicas definidas en el marco del Comité Técnico de Normalización de la Información Geográfica 028 del ICONTEC, en el cual participan instituciones que integran la ICDE.
- Todas las demás normas que apliquen para el desarrollo del ejercicio topográfico

# 2 ALCANCE

## 2.1 ETAPA 1 DEBIDA DILIGENCIA

El Consultor debe utilizar y profundizar el levantamiento topográfico contratado y elaborado en el marco del Contrato que desarrolló la prefactibilidad del Proyecto. En este sentido el Consultor debe completar los levantamientos topográficos no cubiertos en la consultoría antes citada.

Igualmente, el Consultor debe efectuar el análisis de información secundaria existente adicional, determinando la validez de lo encontrado y en caso de establecer que puede o no utilizar esa información, debe realizar un informe describiendo las razones técnicas que soportan su respuesta, con el fin de definir el área de estudio.

En esta etapa de Debida Diligencia, el Consultor debe realizar y/o considerar al menos los siguientes aspectos:

- Análisis de información recibida o investigada para el desarrollo de los estudios topográficos, en donde deben establecer el estado de avance del componente y el plan de acción a desarrollar para contar con análisis a nivel

de factibilidad, por lo que deberá presentar las conclusiones y recomendaciones correspondientes.
- Planos con trazados preliminares, diseños y planos urbanísticos en la zona de influencia, planos topográficos o planos récord de construcción.
- Información de redes de acueducto y alcantarillado existente (redes menores y redes matrices) y planos récord de obra construida.
- Consulta de planos de las redes de energía existentes de baja, media y alta tensión, así como redes telefónicas y de gas natural construido y/o proyectado dentro de la zona de desarrollo del proyecto ante las Entidades correspondientes.
- Análisis del estudio de Prefactibilidad.

Como resultado de la Debida Diligencia, el Consultor debe elaborar un informe incluyendo, como mínimo:
- Polígono con las áreas faltantes, a las que le van a realizar el estudio topográfico complementario, previamente conciliado con el Interventor.
- Registro sobre las condiciones actuales encontradas en la zona del proyecto, detallando especialmente lo concerniente a redes, predios, urbanismo y tránsito u otras que puedan afectar el desarrollo del estudio topográfico.
- Recomendación explicita del Consultor acerca de la iniciación del estudio topográfico con las condiciones actuales.

## 2.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD

El Consultor, para elaborar los levantamientos topográficos faltantes o complementarios, debe cumplir como mínimo con las especificaciones y requerimientos que se indican en los numerales siguientes.

### 2.2.1 Área de Estudio.

El levantamiento topográfico deberá realizarse tomando como partida el corredor analizado para el Proyecto en la etapa de prefactibilidad para el corredor. La definición final de la alternativa en estos tramos configurará el eje del trazado a partir del cual se deberá realizar el levantamiento topográfico del Proyecto en cumplimiento del alcance de esta Especificación técnica.

El trazado del corredor del proyecto estudiado en prefactibilidad, así como la definición de alternativa de corredor para los tramos en evaluación de DAA se consideran como referenciales y puntos de partida para la realización de los estudios de factibilidad del Proyecto. En ese sentido, el Consultor deberá realizar los análisis y diseño definidos para esta Consultoría para todas las disciplinas con el fin de viabilizar y detallar a nivel de factibilidad el Proyecto.

Por tal motivo, los levantamientos topográficos a realizar deberán tener en cuenta las eventuales variaciones que se puedan dar en el diseño geométrico

del trazado, la inserción definitiva de Estaciones de pasajeros y de carga y de Patios y talleres y de estructuras complejas como túneles y viaductos.

El Consultor debe realizar el levantamiento topográfico de las áreas no analizadas previamente en este corredor y analizar las áreas del corredor que cuente con información obtenida en la prefactibilidad con el fin de analizar si el nivel del detalle de esta información cumple con los requerimientos mínimos de precisión y resolución exigidos en este documento y para lo cual debe contar con el visto bueno de la Interventoría.

### 2.2.2 Georreferenciación

Para tener el control posicional de la toma de información topográfica recopilada, ya sea con la metodología LIDAR o convencional, y buscando garantizar la información pertinente para la elaboración de los diseños de factibilidad del proyecto con base en el corredor definido en la etapa de prefactibilidad, se materializará una red de control geodésico dividida en dos partes:

-La primera, una red con precisión de red de tercer orden la cual debe contar con parejas de puntos intervisibles, los cuales se materializarán cada 2 km según lo establecido en la NTC 6271. La materialización, posicionamiento y nivelación se realizará de acuerdo con las presentes Especificaciones Técnicas.
-La segunda red servirá como red de control posicional y altimétrico para los datos LIDAR, la cual será materializada y posicionada por el Consultor con base en la generada en la prefactibilidad, la cual debe garantizar la densidad necesaria para alcanzar la precisión mínima de 5 y 7,5 cm en las Orto imágenes y una precisión en de la nube de puntos correspondiente, para lograr salidas cartográficas con una escala mínimo de 1:500 y las cuales deberán ser aprobada por el interventor, previo su levantamiento.

### 2.2.3 Materialización. Referente tipo mojón de formación cúbica.

Se deben considerar las siguientes características:

- La materialización y construcción de los referentes topográficos se hará como mínimo dos días antes de que las comisiones de topografía lleguen a realizar la tarea de posicionamiento y su diseño, emplazamiento, sistema constructivo, identificación con placa, y todas las especificaciones técnicas, deben realizarse obligatoriamente de acuerdo con la RESOLUCIÓN N° 1562 del 27 de septiembre del 2018 del IGAC.
- En los algunos lugares donde sea difícil construir mojones de concreto, se podrán materializar tornillos o varillas (ambos de ¾ y de acero inoxidable) con una longitud mínima de 10 cm, las cuales serán incrustadas en zonas duras existentes, de acuerdo con la Resolución 1562 del 2018 del IGAC.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.
PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

### 2.2.4 Posicionamiento

El rastreo o posicionamiento de la micro red de control geodésico se realizará mediante el uso de tecnología GNSS (Sistema de Navegación Global por Satélite, por sus siglas en inglés), utilizando receptores GNSS doble frecuencia de última generación, empleando la metodología de posicionamiento estático relativo con doble determinación, con un mínimo de seis (6) equipos. A continuación, se describen algunas consideraciones adicionales:

- Teniendo en cuenta la importancia del Levantamiento Topográfico, las sesiones de rastreo serán de mínimo ocho (8) horas para los puntos de la red de tercer orden según la Resolución 1562 del 27 de septiembre del 2018 del IGAC.
- El Consultor debe entregar un documento con las especificaciones de cada uno de los equipos GPS utilizados para el posicionamiento, así como los parámetros de las antenas utilizadas.
- Para eliminar o mitigar el efecto multisenda que es causado por múltiples reflexiones de la señal emitida por el satélite, el Consultor tiene la posibilidad de utilizar antenas tipo choke ring (DAPM, 2015).
- La condición de geometría de los satélites (PDOP) durante el rastreo y medición de los datos no debe ser superior a 6; cuanto más bajo sea este valor mejor será la configuración geométrica.
- La máscara de elevación, para evitar el efecto multisenda, será de 15 grados. No obstante, en zonas despejadas con buen horizonte de rastreo, se podrá usar una máscara de elevación del orden de 10° para zonas libres y 13° para zonas con obstáculos; lo anterior debe ser previamente aprobado por el Interventor.
- La relación señal-ruido, debe ser como mínimo de 39bBHz.
- De deberá incluir copia digital de los archivos en formato RINEX de los puntos georreferenciados y de la base empleada para el amarre.
- Así mismo la precisión del posicionamiento deberá cumplir con los estándares definido NTC 5204:2003 para la precisión buscada para los modelos.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

*Tabla 1. Tabla Estándar de precisión horizontal en posicionamiento satelital, alturas elipsoidales, niveladas y normales*

| Orden | Clasificación de la precisión | 95% de confianza menor o igual que: | Aplicación |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 mm | 0,001 m | Geodesia Precisión cm: 0,1-0,2-0,5 |
| 2 | 2mm | 0,002 m | |
| 3 | 3mm | 0,005 m | |
| 4 | 1 mm | 0,010 m | Topografía Precisión cm: 1-2-5 |
| 5 | 2mm | 0,020 m | |
| 6 | 3mm | 0,050 m | |
| 7 | 1 mm | 0,1 | SIG Precisión en cm: 10-20-50 |
| 8 | 2mm | 0,2 m | |
| 9 | 3mm | 0,5 | |
| 10 | 1 mm | 1,000 m | Cartografía Precisión en cm: 100-200-500-1000-1500-2000-5000 |
| 11 | 2 mm | 2,000 m | |
| 12 | 5 mm | 5,000 m | |
| 13 | 10 mm | 10,000 m | |
| 14 | 15 mm | 15,000 m | |
| 15 | 20 mm | 20,000 m | |
| 16 | 50 mm | 50,000 m | |
| Fuente NTC 5204:2003 | | | |

### 2.2.5 Procesamiento y cálculo de las coordenadas

Para el procesamiento de los datos rastreados, el Consultor debe seguir los siguientes lineamientos:

- Para tener una mayor redundancia en el procesamiento y ajuste de los datos de la micro Red, adicional a los datos rastreados sobre las estaciones de referencia, se revisará la disponibilidad de datos de la antena GNSS de observación continua del IGAC (MAGNA- ECO).
- En el caso que se empleen datos de las estaciones activas MAGNA-ECO, también debe hacerse el cálculo de las coordenadas procesadas finales, las cuales están publicadas en la siguiente página WEB del proyecto Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS): http://www.sirgas.org/es/ .
- Identificar marca y modelo del receptor utilizado, así como los parámetros de la antena y la altura de esta. Lo anterior para el correspondiente ingreso de la información al software de post-proceso.
- Para mejorar la precisión del procesamiento y ajuste, se debe usar efemérides precisas de IGS (International GNSS Service), para cada uno de los días en los que se realizarán los rastreos.
- Se deberá utilizar los parámetros de calibración de cada una de las antenas GNSS utilizadas, las cuales se adjuntarán como archivo entregable. No se aceptará rastreos de equipos que no tengan parámetros de calibración.
- Posterior al procesamiento y ajuste de los referentes de la micro Red, las coordenadas deben ser trasladadas nuevamente a la época 1995,4 en ITRF 2008 (International Terrestrial Reference Frame).
- Reportes: Épocas, observaciones, estaciones rover y posición satélites para las épocas de observación, estación central, análisis de vectores, gráfico de ajustes y vectores de la red, gráfico con la posición satélites, reporte de errores, deltas análisis de ajustes, precisión relativa de la red, número de satélites captados, cuadro resumen coordenadas planas cartesianas locales origen aprobado por la Interventoría y coordenadas geográficas, Datum Magna Sirgas elipsoide de referencia vigente, vértices geo posicionados y vértice IGAC, cuadro con azimut magnéticos y azimut reales entre vértices geo posicionados. Los anteriores reportes deben formar parte integral del estudio Topográfico.
- El procesamiento de los datos GNSS debe contar con ajuste de Red, mediante el uso de mínimos cuadrados u otra metodología de ajuste de red.
- Ficha técnica de los equipos utilizados.

### 2.2.6 Amarre Horizontal por Poligonal

Para este procedimiento se debe partir con una poligonal cerrada geométricamente con lecturas adelante y atrás, desde un par de placas georreferenciadas. Los deltas deben estar acompañados por dos referencias materializadas y cumplir con la precisión angular y lineal.

No se emplearán datos que no estén consignados en la cartera digital del equipo, la precisión mínima para esta metodología es de 1:25000 y debe ser ajustada con la nivelación geométrica de la totalidad de los deltas.

Los datos deben ser almacenados, transferidos y procesados de manera automática para evitar inexactitudes cometidas en el traspaso manual de la información.

### 2.2.7 Nivelación

Teniendo en cuenta que la altura obtenida mediante tecnología GNSS es referida al elipsoide y que los puntos materializados requieren tener la coordenada de altura con alta precisión, el Consultor debe realizar un proceso de nivelación geométrica en los casos que aplique. Para lo anterior se deben adoptar las siguientes especificaciones:

- Usar niveles digitales de última tecnología con miras con códigos de barras.

- Las secciones de nivelación no deben superar distancias superiores a 2 km, por lo cual será necesario materializar mojones de nivelación en los lugares que se supere esta distancia y no se haya alcanzado los puntos de la micro red a estimar, para posteriormente continuar con la nivelación respectiva.

- Durante el trabajo de nivelación se tendrán en cuenta los parámetros descritos en las siguientes tablas para la aplicación de vías y servicios públicos:

*Tabla 2. (Tabla 21 "Estándares mínimos de exactitud de cierre altimétrico")*

| Clasificación | Cierre estándar de elevación en (mm) | Aplicación |
|---|---|---|
| Primer orden | 3√K | Montajes Industriales |
| Segundo orden, Clase I | 4√K | Túneles Extensos |
| Segundo orden, Clase II | 6√K | Puentes Extensos |
| Tercer orden, Clase I | 8√K | Vías, servicios PÚblicos |
| Tercer orden, Clase II | 12√K | Bordillos, cunetas, edificios |
| Cuarto Orden | 24√K | Movimientos de tierra |
| K= Distancia en Kilómetros | | |

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Fuente NTC 6271 Información Geográfica. Estudios Topográficos / 2018-05-23 Icontec

*Tabla 3. (Tabla 22. Rutina de control de campo para aseguramiento de calidad y precisión de niveles)*

| Operación/Especificación | Nivel compensador observación de tres hilos | Nivel compensador observación de un hilo | Nivel electrónico digital código de barras |
|---|---|---|---|
| Diferencia de longitud entre vistas adelante y atrás máximo por instalación | 10 m | 10 m | 10 m |
| Longitud máxima de visión | 90 m | 90 m | La que permita el equipo |
| Distancia mínima del suelo de la línea de visión | 0.5 m | 0.5 m | 0.5 m |
| Máximo error de cierre | 12 mm x √D en Km | 12 mm x √D en Km | 8 mm x √D en Km |
| Diferencia entre el intervalo superior y el intervalo inferior que no exceda | 0.30 de la unidad de mira | N/A | N/A |
| Colimación (Dos Pruebas) | Diariamente (no más de 2 mm) | Diariamente | Diariamente |
| Número Mínimo de lecturas (Use la opción de medida de repetición para cada observación) | N/A | N/A | 3 |
| D= Distancia | | | |

Fuente NTC 6271 Información Geográfica. Estudios Topográficos / 2018-05-23 Icontec

### 2.2.8 Trabajos Topográficos

El estudio topográfico detallado e identificación de redes y estructuras, entre otros elementos adicionales al terreno, se realizará con tecnología LIDAR Terrestre Móvil y/o cualquier otra tecnología que garantice el cumplimiento del trabajo, de acuerdo con las normas citadas en estas especificaciones técnicas.

Sin embargo, tanto la tecnología como la metodología propuesta debe garantizar que la información tomada en campo cumpla con una precisión planimétrica y altimétrica igual o inferior a los 5 cm y una resolución de 1 punto al menos cada 20 cm, y para el componente planimétrico y altimétrico, con lo determinado en

el presente documento, permitiendo la correcta representación de las condiciones del terreno en los planos entregables.

La vigilancia y seguridad de los equipos topográficos estará a cargo del Consultor.

El Levantamiento Topográfico Detallado e Identificación de Redes con tecnología LIDAR Terrestre Móvil debe permitir la identificación de los elementos principales del corredor y su área de influencia.

*Tabla 4. Elementos que se deben incluir en el levantamiento.*

| Tema | Elementos | Escala |
|---|---|---|
| Localización general de l área de intervención | Se representarán los puntos de control amarrados a los mojones | 1:500 |
| Amoblamiento urbano | Elementos de comunicación: Carteleras y Mapas, relojes e informadores. Elementos de organización: Bolardos, paraderos de bus, topellantas.<br>Elementos de ambientación: Luminarias, rejillas de árbol, bancas, materas, pérgolas, Esculturas.<br>Elementos de recreación: módulos de juegos infantiles e infraestructura deportiva.<br>Elementos de servicios: Bicicleteros, casetas de venta, casetas de vigilancia.<br>Elementos de salud e higiene: canecas, contenedores.<br>Elementos de seguridad: cámaras de tráfico, cámaras de seguridad, hidrantes y/o equipos contra incendios.<br>Elementos de semaforización: peatonal y vehicular, ciclo infraestructura y equipos de control.<br>Elementos y estado de señalización Vertical y horizontal por tipología. Elementos de regulación y control de tráfico.<br>Nomenclatura domiciliaria | 1:500 |
| Vegetación | Árboles y arbustos con su ubicación exacta donde se registre (según procedimientos de la entidad reguladora): diámetro de tronco y altura de copa. | 1:500 |
| Red hídrica | Ríos, quebradas, canales naturales y artificiales, humedales. | 1:500 |
| | Dimensiones de: calzadas vehiculares, andenes, separadores, sardineles, acceso a garajes, bermas, bordes de vía, tipo de superficie de las calzadas, | 1:500 |

| Tema | Elementos | Escala |
|---|---|---|
| Vías y perfil vial | (destapada, pavimento en hormigón, en asfalto, etc.), resaltos, ciclo infraestructura.<br>En los andenes se debe demarcar la zona blanda, la zona dura, material en el cual está construido (hormigón, tablón u otro tipo de material).<br>Cercas, cunetas, sumideros, cámaras de válvulas de acueducto, strip telefónico, cajas, torres de energía, accesorios sobre líneas matrices de redes de distribución, antejardines, franjas de amoblamiento y arborización, construcciones, líneas de fachada y división predial con su nomenclatura oficial y demás detalles que tengan relevancia para el desarrollo del proyecto y que sean consideras por el Consultor, Interventor. | |
| Redes secas y húmedas (externas como canalizadas) | Ver especificación Técnica "Interferencia con Redes de Servicios" | 1:500 |

- *En zonas rurales estas escalas pueden ajustar a 1:2000 según justificación*

Para la toma de información con estación total, las carteras digitales de descarga del equipo deben contener ángulos y distancias. No se aceptarán simplemente listados de coordenadas como Carteras de Campo. Las comisiones deben tener homologadas los descriptores a utilizar, previa autorización del Interventor.

El Consultor debe entregar las carteras de campo que diligencien en papel, debidamente organizadas en las agendas que se utilizan para tal fin. Se Debe indicar el día de trabajo, el profesional a cargo, equipos utilizados, las coordenadas de amarre, los ángulos y distancias de las poligonales realizadas; además, la información relevante que se anoté en ellas.

Para contar con la información necesaria en la futura etapa de estudios y diseños de detalle, la topografía, como insumo base, contará con la información suficiente para elaborar secciones transversales en todos los cruces menores y mayores de agua, y en donde, de manera concertada entre el Consultor y el Interventor, se considere que se deba definir un alcance superior para cumplir con la información de alcantarillas, muros, puentes, etc. Estas se realizarán materializando poligonales auxiliares a lo largo del cauce, que, para el caso, no serán menores de 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo del eje vial existente, previa aprobación del Interventor; con base en los datos tomados, se debe poder determinar las pendientes de los cauces naturales en el Modelo Digital de Terreno.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

2.2.8.1 Levantamiento de Redes

El Consultor incluirá dentro de su levantamiento topográfico todas las redes de servicios públicos visibles dentro del área levantada. Para cada elemento referenciado, se le asociará información de la empresa responsable o a cargo del servicio.

El levantamiento de redes contendrá como mínimo:

- Los elementos que conforman las redes externas con la ubicación exacta y propietario de postes de energía, alumbrado y teléfono, torres eléctricas, transformadores, semáforos, señales de tránsito, armarios, cajas de energía y otros que se encuentren en la zona objeto del estudio.

- Los elementos que conforman las redes, tapas de registro, cámaras de alcantarillado, sumideros, ubicación de cámaras de válvulas de acueducto, las secciones de los canales, pontones y box coulvert.

2.2.8.2 Fuentes de información Geográfica

De ser necesario, el Consultor podrá apoyar el Levantamiento Topográfico Detallado e Identificación de Redes con el uso de información geográfica digital, aerofotografías y restitución fotogramétrica digital o sensor remoto aerotransportado, siempre y cuando los resultados se presenten como máximo a escala 1:500. La escala puede variar según la necesidad del proyecto bajo la responsabilidad del Interventor.

Con base en lo anterior, es fundamental tener en cuenta que, para obtener resultados a la escala sugerida a partir de información ráster, se debe garantizar que el contenido y estructura de los datos provenientes de dicha tecnología, cumpla con los parámetros contenidos en la NTC 6271 de 2018, particularmente en lo indicado en su tabla 23 “Matriz JAWG de aseguramiento de calidad de estudios topográficos digitales”, página 38 y lo contenido en su tabla 27 “Ejemplos de precisión horizontal para orto imágenes digitales interpretada desde el estándar ASPRS 1990, página 46.

*Tabla 5. Matriz JAWG de aseguramiento de calidad de estudios topográficos digitales.*

**Tabla 23. Matriz JAWG de aseguramiento de la calidad de estudios topográficos digitales**

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Clase de Precisión | Estándares de precisión | | | | Resolución Raster 2D y 3D | | Métodos de estudios topográficos | | |
| | Tolerancias horizontales | | Espaciamiento mínimo entre monumentos (longitud máxima poligonal) | Tolerancia Vertical Geométrica (x kilómetro) | Área de muestra de suelo 2D (cm²) | Volumen de muestra de suelo 3D (cm³) | Horizontal | Vertical | Ejemplos de aplicación |
| ϕ | Ángulo (segundos x delta) | Proporción (1 cm equivale a:) | | | | | | | |
| 1 | 1" tan 2" = 0,000009 | 1 000 m E P | 13 km | 1 mm | 0,5² | 0,5³ | GNSS: Estático | NE: Código de barras | **GEODESIA – GEORREFERENCIACIÓN:** Movimientos de la Corteza Terrestre... |
| 1 | | | **0,13** km | | 1² | 1³ | ET: Poligonal Sensores Remotos TLS < 25 m | NE: Código de barras | **TOPOMETRÍA:** Construcciones industriales, ingeniería inversa... |
| 2 | 2" tan 3" = 0,000015 | 500 m S L | 8 km | 2 mm | 2² | 2³ | GNSS: Estático Estático Rápido | NE: Código de barras | **ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS ESPECIALES:** Ingeniería y construcción de Túneles, Puentes, Presas y Aeropuertos, Zonas urbanas detalladas... |
| 3 | 3" tan 5" = 0,000024 | 250 m C A | 5 km | 3 mm | 3² | 3³ | ET: Red Poligonal | NE: Código de barras NA: 3 hilos | **CONTROL DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS:** Grandes estructuras comerciales... |
| 5 | 5" tan 8" = 0,000039 | 100 A N | 3 km | 5 mm | 5² | 5³ | GNSS: Estático Estático Rápido RTK ET: Red Poligonal Radial | GNSS: Estático RTK ET: Trigonométrico NE: Código de barras NA: 1 hilo | **DISEÑOS Y REPLANTEOS:** Redes de Servicios Públicos de todo tipo, Poliductos, Catastro, Trazado Rehabilitación y Pavimento de carreteras... |
| 8 | 8" tan 13" = 0,000063 | 50 m L O | 2 km | 8 mm | 8² | 8³ | Sensores Remotos TLS | Sensores Remotos TLS | **LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS:** Zonas sub-urbanas, Zonas rurales, Agrimensura, Movimientos de tierra, Sísmica... |
| 13 | 13" tan 21" = 0,000102 | 25 m A S | 1 km | 13 mm | 13² | 13³ | GNSS:Estático Rápido RTK Cinemático ET: Poligonal Radial Sensores Remotos ALS | GNSS: Estático Rápido Cinemático RTK ET: Trigonométrico Sensores Remotos ALS | **LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS:** Batimetría, Dragado, Terraplén, Relleno de playa y malecón, Aplicaciones con Georradar, Captura de datos para SIG, Estudios ambientales y Aerolevantamientos... |

**METADATO: "Producido para satisfacer**  **cms Clase de Precisión"**

Fuente: NTC 6271 de 2018 Tabla 23 página 38

*Tabla 6. Ejemplos de posicionamiento horizontal para ortoimágenes digitales interpretada a partir del estándar ASPR 1990.*

**Tabla 27. Ejemplos de precisión horizontal para ortoimágenes digitales interpretada desde el estándar ASPRS 1990**

| "Ortoimágenes Comunes Tamaños de Pixel" | Escala del Mapa Asociado | Clase de Precisión ASPRS 1990 | Precisión Horizontal Asociada Según el estándar ASPRS 1990 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | RMSEx y RMSEy (cm) | RMSEx y RMSEy en términos de píxeles |
| 0,625 cm | 1:50 | 1 | 1,3 | 2-pixeles |
| | | 2 | 2,5 | 4-pixeles |
| | | 3 | 3,8 | 6-pixeles |
| 1,25 cm | 1:100 | 1 | 2,5 | 2-pixeles |
| | | 2 | 5,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 7,5 | 6-pixeles |
| 2,5 cm | 1:200 | 1 | 5,0 | 2-pixeles |
| | | 2 | 10,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 15,0 | 6-pixeles |
| 5 cm | 1:400 | 1 | 10,0 | 2-pixeles |
| | | 2 | 20,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 30,0 | 6-pixeles |
| 7,5 cm | 1:600 | 1 | 15,0 | 2-pixeles |
| | | 2 | 30,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 45,0 | 6-pixeles |
| 15 cm | 1:1 200 | 1 | 30,0 | 2-pixeles |
| | | 2 | 60,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 90,0 | 6-pixeles |
| 30 cm | 1:2,400 | 1 | 60,0 | 2-pixeles |
| | | 2 | 120,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 180,0 | 6-pixeles |
| 60 cm | 1:4,800 | 1 | 120,0 | 2-pixeles |
| | | 2 | 240,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 360,0 | 6-pixeles |
| 1 m | 1:12 000 | 1 | 200,0 | 2-pixeles |
| | | 2 | 400,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 600,0 | 6-pixeles |
| 2 m | 1:24 000 | 1 | 400,0 | 2-pixeles |
| | | 2 | 800,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 1,200,0 | 6-pixeles |
| 5 m | 1:60 000 | 1 | 1,000,0 | 2-pixeles |
| | | 2 | 2,000,0 | 4-pixeles |
| | | 3 | 3,000,0 | 6-pixeles |

American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2014

Fuente: NTC 6271 de 2018 Tabla 27 página 46

## 2.3 PRODUCTOS

A continuación, se presenta una descripción de los aspectos generales a tener en cuenta para la entrega de informes por parte del Consultor, según lo establecido en el presente documento. Sin embargo, es responsabilidad del Consultor presentar toda la documentación que soporte las actividades realizadas dentro de los tiempos requeridos, que en su concepto y dentro de los lineamentos técnicos inherentes, sea necesaria para el adecuado y normal desarrollo de los estudios, que garantice cumplir con los objetivos de las labores contratadas.

### 2.3.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA

Como resultado de esta etapa el Consultor debe presentar, como parte del entregable "Debida Diligencia de la Información", un informe incluyendo, como mínimo:

- Recopilación y análisis de la información secundaria existente adicional, determinando la validez de lo encontrado, con su respectiva justificación.
- Plan de levantamiento topográfico de las áreas faltantes.
- Polígono con las áreas faltantes, a las que le van a realizar el estudio topográfico complementario.
- Registro de las condiciones actuales encontradas en la zona del proyecto, detallando especialmente lo concerniente a redes, predios, urbanismo y tránsito u otras que puedan afectar el desarrollo del estudio topográfico.

### 2.3.2 FACTIBILIDAD TECNICA

2.3.2.1 Red de control topográfico

- El Consultor debe entregar la metodología y el diseño de la red propuesta aprobada por el Interventor, con una densidad necesaria para alcanzar la precisiones y escalas mínimas requeridas. La red debe incluir como mínimo los siguientes productos:
- Referente topográfico.
- Determinación, factores, DOP (VDOP, HDOP, PDOP, TDOP, HTDOP, GDOP), Niveles de confianza 95%, Chi – cuadrado y RMSE.
- Variables de procesamiento.
- Resumen de cálculo con los niveles de precisión.
- Informe de georreferenciación que incluya, como mínimo, lo siguiente:
  - Descripción del proceso metodológico para construcción de la red.
  - Descripción de equipos GNSS y de nivelación utilizados, con los parámetros de sus respectivas antenas.
  - Diagramas de ocupación.
  - Determinación, factores, DOP (VDOP, HDOP, PDOP, TDOP, HTDOP, GDOP), Niveles de confianza 95%, Chi – cuadrado y RMSE
  - Variables de procesamiento.
  - Procesamiento de líneas base o vectores
  - Resumen de cálculo con los niveles de precisión.
  - Ajuste enRed.
  - Traslado de coordenadas de la época de medición a época a 1995,4 referida al ITRF 2008.

- La red de control geodésico a entregar estará conformada por parejas de puntos intervisibles, conforme a lo establecido en el numeral "Georreferenciación".

- Archivos digitales RINEX con la información fuente utilizada para el cálculo de los puntos de la red, organizados por fecha y nombre de puntos para todas las sesiones de rastreo.
- Archivos de las efemérides precisas.
- Archivos de parámetros de calibración para cada una de las antenas empleadas en el rastreo.
- Fichas descriptivas de cada uno de los puntos materializados, de acuerdo con el Formato de Ficha Descriptiva que incluye entre otros, el registro fotográfico del perfil y la materialización de los puntos geodésicos materializados y nivelados, las coordenadas, la descripción del acceso, diagramas de obstáculos y horizonte, entre otros, incluidos los puntos auxiliares de nivelación que se hayan materializados. La información contenida en las fichas descriptivas será previamente presentada al Interventor, para su aprobación; el Interventor podrá solicitar al Consultor la inclusión de alguna información que considere necesaria.
- Archivo Excel con coordenadas calculadas ajustadas en el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS ITRF 2008, época de referencia 1995.4 en formato:
  - Geográficas (GRS80).
  - Geocéntricas (GRS80).
  - Planos Cartesianos con origen local aprobado por la Interventoría.
- Carteras y esquemas de nivelación para todos los puntos de la Red.
- Archivos con los datos crudos de nivelación formato ASCII.
- Registro fotográfico, donde se registren los detalles requeridos en el formato Ficha Descriptiva.

2.3.2.2 Levantamiento topográfico del 100% del área

El levantamiento topográfico con todos y cada uno de los detalles existentes en la zona levantada tales como: postes, hidrantes, cajas, válvulas, señalización, vallados, muros, arborización, mobiliario, etc.

Informe detallado del levantamiento en medio digital en discos de Estado sólido externos en ORIGINAL Y COPIA, tipo USB 3.1 Gen 2 (10Gbps)) que incluirá como mínimo los siguientes temas:

- Metodología empleada.
- Registro de campo.
- Carteras de campo que diligencien en papel, debidamente organizadas en las agendas que se utilizan para tal fin. Deberán indicar el día de trabajo, el profesional a cargo, equipos utilizados, las coordenadas de amarre, los ángulos y distancias de las poligonales realizadas, además de información relevante que se anoté en ellas.
- Carteras digitales extraídas de la estación total con ángulos y distancias.
- Procedimientos realizados.
- Resultados obtenidos.
- Certificados de calibración de los equipos utilizados.

- Conclusiones y recomendaciones, sitios de especial interés para la etapa de diseño.

2.3.2.3 Cartografía y planos

- Planos digitales en formato DWG y PDF, en planta para la totalidad del área levantada y perfil en sitios clave determinados en conceso por el Interventor y el Consultor, en formato AutoCAD Civil 3D (en versión a concertar entre el Consultor, la FDN, el Interventor), en sistema de coordenadas cartesianas MAGNA SIRGAS acordadas con el Interventor. El Datum vertical para referir todo tipo de mediciones de alturas sobre el nivel del mar será BUENAVENTURA, a escala de impresión 1:500 (se puede ajustar según las necesidades, previa aprobación del Interventor).
- Si se emplean poligonales de cualquier tipo se debe contar con un cierre geométrico no inferior a 1:25000. Cada objeto representado se debe ubicar en un layer independiente, utilizando la estructura de layers que viene predeterminada en Autocad Civil.
- Se deben identificar los profesionales responsables, con sus respectivas firmas y matrículas profesionales, así como la fecha en la que se realizó el levantamiento; además, cada plano contendrá solamente las convenciones de los elementos que aparecen dentro de la ventana de impresión o layout.
- Los productos digitales entregados, deben permitir que se efectué cualquier proceso de diseño con las precisiones exigidas en esta especificación técnica. En cualquier caso, el Interventor podrá solicitar tramos con cortes de perfiles longitudinales y transversales, los cuales tendrán que contener como mínimo, los siguientes elementos involucrados como líneas de quiebre (borde vía, sardinel, centro de luz, muros, vallados, accidentes naturales representativos), puentes (peatonales, ciclo puentes, vehiculares), box culvert, intersecciones y cualquier otra que sea de interés para el estudio topográfico y permita delimitar correctamente los modelos digitales de terreno y/o superficie).
- Planos de perfiles mostrando el trazado en corte de elementos tales como: canales, taludes y separadores viales, intersecciones a desnivel y puentes de cualquier tipo. Se deben indicar las escalas vertical y horizontal.
- Planos de plantas generales del levantamiento topográfico: Se deben presentar claramente y considerando, como mínimo, los elementos mencionados en la tabla 4 del numeral 2.2.8 de este documento, donde se asocie a una numeración o codificación con sus respectivas coordenadas y cotas, respecto a la información de la cartera de campo. El (los) plano(s) se entregará(n) en medio digital (original y copia en discos de estado sólido externos USB 3.1).

2.3.2.4 Nube de puntos 3D

Incluye como mínimo los siguientes productos en tramos funcionales:

- Archivo digital 3D en formato intercambiable LAS, con la nube de puntos continua con precisión igual o inferior a los 5 cm y resolución de 1 punto al menos por cada 20 cm, de toda el área a levantar.
- Modelo digital del terreno de 5 a 10 cm de tamaño de celda.
- Modelo digital de superficie de 5 a 10 cm de tamaño de celda.

Estos parámetros mínimos de densidad podrán modificarse según la metodología propuesta por el Consultor y aprobada por la interventoría, siempre y cuando se cumpla con los parámetros de escala cartográfica mínima y de GSD de las ortofotos.

2.3.2.5 Imagen esférica 360°

Incluye como mínimo lo siguiente:

- Archivo Digital con las imágenes esféricas (360°) procesadas en tramos funcionales, de toda el área a levantar.

2.3.2.6 Geodatabase

Geodatabase con la información levantada por el Consultor, con su respectivo dataset (en sistema de coordenadas cartesianas con Origen aprobado por la Interventoría, organizado por temas, grupos y objetos, en proyecto de ArcGIS versión mínima 10.5.

Este producto debe cumplir con los lineamientos para la producción de información geográfica (catálogo de objetos geográficos y metadatos) y con la definición del núcleo de datos fundamentales de la IDESC. La información por incluir será previamente conciliada entre el Consultor y el Interventor y requiere de la aprobación de este último.

2.3.2.7 Consideraciones generales sobre la entrega de la información

- La cartografía, planos, nubes de puntos 3D, imágenes y geodatabase del proyecto deben entregarse de manera consolidada, es decir, incluyendo las áreas levantadas en la prefactibilidad, otros levantamientos existentes en el área de influencia (que se consideren útiles) y las complementarias levantadas por el Consultor.
- No se permitirán archivos DWG con coordenadas arbitrarias.
- Todos los entregables deben encontrarse debidamente marcados.
- Los discos de Estado sólido externos en ORIGINAL Y COPIA, tipo USB 3.1 Gen 2 (10Gbps), tanto originales como copias deben estar marcados mediante el uso de etiquetas tipo calcomanía con el nombre de cada entregable.
- Los levantamientos se deben incorporar al modelo BIM del proyecto (ver Especificación Técnica correspondiente).