

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			idu
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

GUÍA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Control de Versiones

Versión	Fecha	Descripción Modificación	Folios
4	2022-11-30	Versión inicial del documento. La guía anteriormente hacía parte del proceso de Innovación y Gestión del Conocimiento con código GU-IC-07 en su versión 3, la cual es adoptada por la STED al ser la dependencia quien es la encargada de brindar los lineamientos relacionados con la Topografía para el Instituto de Desarrollo Urbano.	42

El documento original ha sido aprobado mediante el SID (Sistema Información Documentada del IDU). La autenticidad puede ser verificada a través del código



Participaron en la elaboración¹	Egna Bibiana Romero Lozano, DTINI / Fidel Augusto Garcia Sotelo, STED / Jose Luis Casas Peralta, DTINI / Luis Hernan Perez Silva, STEP / Roberto Carlos Aleman Lopez, OAP / Silvia Liliana Santos Angel, DTP /
Validado por	Guiovanni Cubides Moreno, OAP Validado el 2022-11-30
Revisado por	Elizabeth Marin Ospina, STEP Revisado el 2022-11-30 Jose Javier Suarez Bernal, STED Revisado el 2022-11-30
Aprobado por	Martha Rocio Caldas Nino, DTP Aprobado el 2022-11-30

¹El alcance de participación en la elaboración de este documento corresponde a las funciones del área que representan

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

CONTENIDO

1. OBJETIVO GENERAL.....	3
2. ALCANCE.....	3
3. RESPONSABILIDADES.....	3
4. MARCO NORMATIVO.....	5
5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	7
6. GENERALIDADES.....	8
7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	13
7.1 REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE.....	13
7.1.1 PRODUCTOS A ENTREGAR.....	14
7.2 PRINCIPALES ACTIVIDADES POR EJECUTAR A CARGO DEL CONSULTOR Y SU ALCANCE.....	14
7.2.8 OTRAS TECNOLOGÍAS.....	28
7.2.9 LEVANTAMIENTOS ESPECIALES.....	31
8. PRODUCTOS QUE DEBE ENTREGAR EL CONSULTOR.....	32
7.3 ESPECÍFICOS.....	36
7.3.1 LIDAR Y FOTOGRAFÍAS AÉREAS.....	36
7.3.2 ESCÁNER LÁSER TERRESTRE.....	39
7.3.3 SISTEMA MÓVIL TERRESTRE.....	39
7.3.4 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN FOTOGRAMÉTRICA CON DRON.....	40
8 CONTROL DE CALIDAD.....	41
9 DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	42

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

1. OBJETIVO GENERAL

Establecer los requerimientos técnicos para la elaboración de los estudios topográficos requeridos en proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público del Distrito.

Objetivos Específicos

- ✓ Establecer los parámetros de calidad que deben cumplir los trabajos topográficos realizados por los contratistas y terceros, que garanticen la correcta representación del terreno.
- ✓ Establecer los productos a entregar en los estudios topográficos.
- ✓ Normalizar las precisiones de los subproductos y productos de topografía para los contratos IDU.

2. ALCANCE

Las especificaciones mínimas para la realización de estudios topográficos establecidas en esta guía se aplican a cualquier fase de los proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público del Distrito Capital: prefactibilidad, factibilidad, diagnóstico, diseños, construcción y conservación.

Igualmente, se establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los productos topográficos obtenidos utilizando nuevas tecnologías como: LIDAR, drones, escáner terrestre.

3. RESPONSABILIDADES

DIRECCIÓN TÉCNICA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO E INNOVACIÓN

En responsabilidad de la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación

- 1 Establecer las políticas, lineamientos y estándares para la entrega de la información digital correspondiente a los planos y archivos de los proyectos adelantados por el Instituto de Desarrollo Urbano y Terceros.
- 2 Recibir los planos georreferenciados producto de las diferentes etapas de los proyectos e informar al área supervisora correspondiente cualquier ajuste que se requiera y realizar el cargue en el Sistema de Información Geográfica del Instituto de Desarrollo Urbano – SIGIDU.
- 3 Una vez aprobados los productos (entregables) realizar la disposición de la información a través de salidas o publicación en los diferentes servicios con que cuenta la DTINI

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

DIRECCIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS

Es responsabilidad de la Dirección Técnica de Proyectos – DTP

- 1 Entregar los productos (entregables) aprobados de las etapas de: prefactibilidad, factibilidad, diseños con todos los soportes correspondientes, en medio magnético a la Subdirección Técnica de Recursos Físicos (Centro de Documentación) y a la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación - DTINI
- 2 Recibir los productos (entregables) y verificar el cumplimiento de lo establecido en la Guía de Maduración de Proyectos.
- 3 Tener en cuenta los productos elaborados que se encuentren en la Subdirección Técnica de Recursos Físicos (Centro de Documentación), para contratar o realizar los diseños "in house"
- 4 Elaborar los productos entregables de las etapas de: prefactibilidad, factibilidad y estudios y diseños de los proyectos cumpliendo con los estándares y lineamientos establecidos en la presente guía, para transferirlos a la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación |– DTINI y a la Subdirección Técnica de Recursos Físicos (Centro de Documentación).

ÁREAS TÉCNICAS DEL IDU

Es responsabilidad del área supervisora

- 1 Suministrar a la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación - DTINI y a la Subdirección Técnica de Recursos Físicos – STRE (Centro de Documentación) los productos (entregables) finales recibidos y aprobados por la de manera oportuna una vez terminada cada etapa del proyecto a la DTINI.
- 2 Validar la meta física de los productos (entregables) para que corresponda con el desarrollo de cada etapa del proyecto.

CONTRATISTA O TERCERO

Es responsabilidad de quienes elaboran y presentan los productos (entregables) digitales en el desarrollo de un proyecto

- 1 Elaborar y presentar todos los productos (entregables) para cada etapa del proyecto cumpliendo los lineamientos y estándares de la presente guía y demás normas establecidas por el Instituto de Desarrollo Urbano.
- 2 Realizar la entrega oportuna de los productos (entregables) una vez finalizada cada etapa que contempla el proyecto.
- 3 Garantizar la completitud, calidad y consistencia de la información suministrada.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

INTERVENTORÍA

Es responsabilidad de la interventoría

- 1 Velar por la calidad técnica de la información correspondiente a los documentos digitales producto del desarrollo del proyecto
- 2 Revisar y avalar todos los productos (entregables) para cada etapa del proyecto cumpliendo las normas técnicas establecidas por el Instituto de Desarrollo Urbano, una vez finalizada cada etapa que contempla el proyecto
- 3 Revisar de manera oportuna los productos de cada etapa del proyecto y remitirlos al área supervisora, para que sean enviados a la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación - DTINI y a la Subdirección Técnica de Recursos Físicos STRE - (Centro de Documentación).

Para proyectos que no cuentan con Interventoría, el área supervisora del proyecto hará sus veces

4. MARCO NORMATIVO

- Resolución IGAC 715 de 2018, Por medio de la cual se actualiza el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA – SIRGAS.
- Resolución 12 de 2012, Por la cual se establecen los servicios que presta el consejo profesional Nacional de Topografía, los derechos de expedición, y se establecen las características de forma que identifican la licencia profesional de Topógrafo y se dictan otras disposiciones.
- Resolución IGAC 399 de 2011, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, “Por la cual se definen los orígenes cartográficos para la proyección Gauss - Krüger, Colombia (Transverse Mercator)
- Resolución IGAC 01 de 2008, Establece los criterios de calidad para evaluar y otorgar el orden de precisión a un punto geodésico.
- Resolución 068 de 2005, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, “Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS”.
- Resolución 64 de 1994, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, “Por la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir las personas naturales o jurídicas para realizar trabajos fotogramétricos y cartográficos en el territorio nacional”.
- Resolución IDU 6521 de 2018, Manual de interventoría y-o Supervisión de contratos (MG-GC-01)
- Política pública CONPES 3585 de 2009, Consolidación de la política nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales: todas las entidades del Estado y aquellas de carácter mixto o privado que ejerzan funciones públicas deberán 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.
- Norma Técnica Colombiana NTC 6271 de 2018. Información Geográfica. Estudios Topográficos; ICONTEC.
- NTC 5798 de 2011, información Geográfica. Referencia Espacial por Coordenadas.
- NTC 4611 de 2011, Metadato geográfico.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- NTC 5043 de 2010, Información Geográfica. Conceptos básicos de la calidad de los datos Geográficos.
- NTC 5662 de 2010, Información Geográfica. Especificaciones técnicas de productos geográficos.
- NTC 5661 de 2010, Catalogación de objetos geográficos.
- NTC 5660 de 2010, Evaluación de calidad, procesos y medidas.
- NTC-ISO/IEC 17025 de 2005, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración
- NTC 5205 de 2003, Precisión de datos espaciales.
- NTC 5204 de 2003, Precisión de redes geodésicas.
- Estándar Internacional ASPRS de 2014, Positional Accuracy Standards For Digital Geospatial Data
- Estándar Internacional FGDC, Estándar de Precisión de Posicionamiento Geoespacial del Comité Federal de Datos Geográficos.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Los términos y definiciones aplicables al documento pueden ser consultados en el micro sitio [Direccinario de términos IDU](https://www.idu.gov.co/page/transparencia/informacion-de-interes/glosario) (<https://www.idu.gov.co/page/transparencia/informacion-de-interes/glosario>).

Altura geoidal (H)	Azimut Geodésico
Azimut	Catálogo de objetos
Calidad	Coordenadas
Catálogo de representación	Curva de Nivel
Cota	Datum geodésico
Dato Geográfico	Datum vertical
Datum horizontal	Documento digital
Digitalización	Error
Elemento	Especificación Técnica
Escala	Estudio Topográfico
Estándar Técnico	Firma digital
Exactitud	Formato DWG
Formato Digital	Geomática
Geoide	Georreferenciación
Geometría	Interventoría técnica
IMU	Marco de referencia
Layer	Modelo Digital de Elevación
Metadato	Nivelación
Modelo Digital de Terreno	NP
Nivelación Geométrica	Plano Topográfico Local (PTL)
Planimetría	Poligonal abierta
Poligonal	Poligonal de circuito
Poligonal cerrada	Proyección ortográfica
Precisión	Topografía
Sistema de referencia	Topometría
Altura Elipsoidal (h)	

SIGLAS:

DTINI	DTC
DTP	TIN
IDU	MDT
STEP	MDS
GNSS	LIDAR

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

6. GENERALIDADES

6.1 Antes de iniciar

Para dar inicio a cada levantamiento, el IDU en compañía del Consultor, apoyados en un polígono inicial dibujado sobre información secundaria, definirán en campo la zona real a la cual se le realizará el estudio topográfico, precisando detalles particulares (ejemplo: límites del estudio topográfico, permisos para acceso a predios, permisos de vuelo, técnicas de captura y equipos más adecuados de acuerdo a la necesidad del Instituto u otros); incluyendo en el acta de recorrido las observaciones de cada una de las partes, será obligación del Consultor acatar las instrucciones dadas en campo, especialmente la toma de información rigurosa de la silueta de los paramentos u otros requerimientos específicos. Luego de la visita se actualizará el polígono de estudio en caso de ser necesario.

En las zonas que tengan poco detalle en superficie, el IDU establecerán una densidad mínima de puntos a tomar por unidad de área.

El responsable de desarrollar los estudios topográficos debe tener la capacidad operativa para ejecutar diferentes proyectos de forma simultánea. Independiente del número de comisiones, los estudios topográficos se deben entregar de manera consolidada, organizada y en los tiempos definidos en el PDT para cada proyecto, en la estructura de carpetas entregada por el área supervisora del IDU y de acuerdo con la guía para la entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público vigente.

Se debe cumplir con los requerimientos de ley en seguridad industrial dotando a los integrantes de la comisión con elementos de protección personal (como chalecos reflectivos, impermeables, conos o señales de tránsito, casco protector, botas punta de acero, sombrilla, guantes, gafas protectoras, entre otros), igualmente se deberá cumplir con los elementos de bioseguridad.

Se debe disponer de equipos, planear y ejecutar las actividades mediante topografía LIDAR y convencional, asegurando cumplir con las especificaciones, precisión, normatividad, validación técnica de ESP y aprobación del Instituto, presentando productos totalmente compatibles con metodologías y software BIM.

Para los equipos LIDAR y cualquier otro distinto a los convencionales, previo al inicio de las actividades, se deberá socializar al IDU los equipos, la metodología a utilizar, los resultados esperados, al igual que la información soporte y productos a entregar, las precisiones máximas a alcanzar en E, N, H, los errores, los tiempos o cualquier otro detalle de relevancia, asegurando que el IDU tenga acceso a todos los datos, pueda abrir, manipular, verificar y utilizar toda la información entregada. Se debe garantizar la calidad de los datos según lo solicitado en el presente anexo técnico, manuales y guías vigentes de la Entidad, y entregar una topografía con el nivel de detalle requerido para la totalidad de los proyectos. En caso de satisfacer todos los requerimientos exigidos por el IDU y contar con su aprobación, se procederá con el inicio de las actividades, garantizando en todo caso la calidad de cada uno de los subproductos y productos, y la aceptación de estos por las entidades rectoras del Distrito.

Es de carácter obligatorio para todos los equipos empleados en el desarrollo del trabajo (Estaciones totales, niveles de precisión y cualquier otro equipo electrónico o mecánico), verificar que cumplan con las especificaciones técnicas mínimas solicitadas en el anexo técnico, presentar el catálogo del equipo donde se evidencien dichas especificaciones y el certificado de calibración expedido por un laboratorio, generado por empresas distintas a la ejecutora del contrato, antes de iniciar los estudios topográficos

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

(expedido máximo un mes antes de iniciar las actividades), lo cual es prerrequisito para la firma del acta de iniciación del contrato.

En caso de realizar cambio de equipos durante la ejecución del contrato se debe informar inmediatamente a la supervisión y cumplir los mismos requisitos del párrafo anterior.

Si el estudio topográfico se requiere desarrollar mediante plataformas aéreas (avioneta, helicóptero, dron o cualquier otro), se debe dar cumplimiento a lo establecido por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia y toda la normatividad vigente. Se debe montar en el equipo una IMU adecuada para el desarrollo de estudios topográficos que cumpla con las precisiones exigidas.

Todos los permisos y trámites necesarios son responsabilidad y a costo del Consultor.

6.2 Durante la ejecución

La materialización de pares de puntos de GNSS se debe realizar con mojones en concreto con placa de aluminio en zonas blandas y con placa incrustada en zonas duras. Se debe garantizar la perdurabilidad, un horizonte despejado, la intervisibilidad, estabilidad y accesibilidad.

Los trabajos topográficos estarán georreferenciados al sistema de referencia MAGNA SIRGAS como Datum horizontal oficial, época 2018.0 o la época oficial vigente actualizada en su momento por la autoridad geodésica oficial, en coordenadas Planas Cartesianas locales, origen Bogotá (falso Este 92334,879, falso Norte 109320,965) y emplear los datos normalizados por las entidades regentes a la fecha. Todos los datos de navegación y medición GNSS deberán procesarse utilizando las efemérides exigidas (finales, rápidas) y épocas de referencia. La georreferenciación debe garantizar una precisión absoluta de la posición $\leq 0.02m$.

Para el amarre a la red por poligonal, se empleará el método de poligonal cerrada por ángulos internos o externos y debe tener una precisión mínima de 1:25.000 en el componente horizontal y en el componente vertical los vértices deben tener cota proveniente de la nivelación geométrica. Si se determina realizar poligonal punto a punto o marco geométrico de referencia con GNSS, los deltas o puntos de control no deben estar fuera de un rango de 3 cm en ningún componente (E, N).

La materialización de puntos de la poligonal se hará con puntilla sobre pavimento, con 2 referencias para el replanteo posterior, en sitios fácilmente accesibles y ubicables a distancia no superior a 15 metros (en caso de realizarse poligonal).

El Datum vertical para referir todo tipo de mediciones de alturas sobre el nivel del mar es BUENAVENTURA.

La nivelación deberá ser geométrica con contra nivelación y circuitos amarrados a placas BOGOTÁ o BGT con cota geométrica y reporte IGAC vigente. El error máximo permitido en nivelación y contra nivelación será de $\pm 0.008 \sqrt{D}$, donde D es la distancia en Km.

Todos los puntos capturados deberán estar ligados a alturas con cota geométrica.

En las áreas elegidas por el IDU para el estudio topográfico, se levantará mediante la técnica de captura más conveniente y de acuerdo a la necesidad del Instituto, la totalidad de los elementos para el desarrollo de las diferentes etapas de los proyectos, teniendo en cuenta todos los componentes

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

técnicos, de manera que se pueda determinar con la precisión requerida la silueta de los proyectos (corredores viales, intersecciones, espacio público, puentes peatonales, puentes vehiculares, ciclo puentes, sistemas de integración, entre otros), referenciando todos los elementos de servicios públicos, equipamientos e infraestructura y cualquier otro existente en la zona de estudio.

Para la recopilación de datos topográficos, se debe identificar cada detalle levantado de manera que exista una descripción única que facilite la interpretación de las carteras, el listado base de detalles, códigos y especificaciones utilizadas durante la ejecución del contrato.

Se debe obtener una nube de puntos densa que permita presentar Modelos Digitales de Terreno y de superficie, secciones y perfiles fieles a la realidad.

Para estructuras especiales como canales hidráulicos, se tomarán los datos necesarios para su caracterización, incluyendo descoles y encoles de los elementos de entrega, hombro, pata, gálibos, Box Culvert, lámina de agua si es requerida, diámetros de tubería, e inspecciones.

Para taludes y trabajos geotécnicos es necesario dejar los puntos de ensayos y exploraciones referenciados en el plano topográfico.

6.3 Para la entrega

El Contratista o tercero dibujará y entregará los productos digitales en Civil3D y los demás formatos exigidos por el IDU, contará con los componentes (Norte, Este, Altura), todos los elementos deben estar georreferenciados y dibujados a la altura correspondiente, a excepción de textos y achurados, que pueden ir a altura cero. Se presentarán planos escalados planta perfil (escala 1:500 o mayores según la necesidad de cada proyecto y aval de la supervisión IDU), que incluirán el registro de metadatos, modelo digital de terreno, modelo digital de superficie, secciones, curvas de nivel distanciadas como máximo 0.50m según el proyecto de acuerdo con indicaciones particulares del IDU, fotos, imágenes 360, videos, ortofotos, entre otros. Se deberá usar el comando 3Dpoly en las líneas continuas y las empleará como líneas de quiebre en el modelado. Tal es el caso de ejes de vía, andenes, borde vía, paramentos, separadores, rampas, canales, filos y pie de tramos atípicos o característicos, escaleras, entre otros. Se tendrá especial cuidado en la toma en campo de detalles que permitan un dibujo veraz (ejemplo: arcos, polígonos)

Para los procedimientos que involucren el procesamiento de archivos Raster (Modelo Digital de Terreno – MDT, Modelo Digital de Superficie - MDS u ortofoto) deberán emplearse formatos de imagen que no generen pérdidas de información por compresión, una vez generados, estos podrán ser presentados en formato ECW o GeoTIFF acorde a los requerimientos particulares de cada producto.

La resolución espacial (tamaño de celda) de los archivos Raster formato GeoTIFF que contengan los Modelos Digitales de Terreno y de Superficie (MDT-MDS), deberá ser lo más refinado posible y no superar los 10-15 cm/píxel.

Se deben entregar todos los datos crudos y procesados, archivos binarios y RINEX, carteras y cálculos de poligonales, nivelaciones, radiaciones, redes, cronogramas, informes, imágenes, ortofotos, videos, y demás documentos o información que soporten la metodología, procedimientos, resultados y calidad final de los productos.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Con el fin de adelantar labores de control, el IDU podrá realizar acompañamiento a las actividades de campo y oficina, y solicitar en cualquier momento del contrato los datos necesarios para revisar las metodologías, procedimientos, vértices materializados, deltas, equipos utilizados, carteras de campo, rendimientos, personal, elementos de seguridad industrial y bioseguridad y asegurar la calidad de los productos. Igualmente, el Consultor facilitará una comisión de topografía incluido el equipo y el personal técnico cada vez que el IDU lo requiera, para realizar la verificación a las labores topográficas de campo y oficina.

Los informes deben incluir un archivo fotográfico detallado de cada procedimiento desarrollado en campo, del área de estudio y de cualquier otro detalle que se considere relevante.

Para la investigación de redes se debe cumplir con los productos requeridos y entregar un producto final consolidado, que cumpla con las especificaciones de las empresas de servicios públicos.

Los estudios topográficos deben cumplir con lo especificado en el anexo técnico de cada contrato o convenio, en la Guía de Elaboración de Estudios Topográficos en su versión vigente, lo expuesto en la Norma Técnica Colombiana 6271 de Información Geográfica - Estudios Topográficos, lo definido en el Manual de Gestión interventoría y/o Supervisión de Contratos y demás normativas que publiquen las entidades regentes.

La precisión horizontal de ortoimágenes digitales, datos planimétricos y conjuntos de datos de elevación deberá ser documentada en los metadatos de acuerdo con el estándar ASPRS en una de las siguientes maneras:

- "Este conjunto de datos fue probado para cumplir con Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para ___ (cm) RMSE_x / RMSE_y de Precisión Clase Horizontal. La Precisión de la posición real se encontró que era RMSE_x = ___ (cm) y RMSE_y = ___ cm que equivale a la Precisión posicional Horizontal = +/- ___ a 95% de nivel de confianza"¹
- "Este conjunto de datos fue producido para satisfacer con Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para ___ (cm) RMSE_x / RMSE_y de Precisión Clase Horizontal que equivale a la precisión posicional Horizontal = +/- ___ a 95% de nivel de confianza"²

La precisión vertical de los conjuntos de datos de elevación deberá ser documentada en los metadatos en una de las siguientes maneras:

- "Este conjunto de datos fue probado para cumplir con Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para ___ (cm) RMSE_z de Precisión Clase Vertical. La precisión real NVA se encontró que era RMSE_z = ___ cm, lo que equivale a +/- ___ cm a nivel de confianza del 95%. La Exactitud VVA real resultó ser +/- ___ cm en el percentil 95th"
- "Este conjunto de datos fue producido para satisfacer con Estándares de Precisión posicional ASPRS para Datos Digitales Geoespaciales (2014) para ___ cm RMSE_z de Precisión Clase

¹ "Probado para cumplir con" se utiliza sólo si las precisiones de datos fueron verificadas mediante pruebas contra puntos de control independientes de mayor precisión.

² "Producido para satisfacer con" debe ser utilizado por el proveedor de datos para afirmar que los datos cumplen las precisiones específicas, basadas en procesos establecidos que producen resultados conocidos, pero que las pruebas de verificación independiente contra puntos de mayor precisión, no se realizó.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Vertical equivalente a NVA = + / - ___ cm a de nivel de confianza 95% y VVA = + / - ___ cm en el percentil 95th"

A todo efecto será responsabilidad del consultor cumplir con la calidad y precisión del estudio topográfico en todos los productos y subproductos, áreas, tiempos, equipos y metodologías, y el IDU podrá controlar, exigir y verificar la correcta ejecución de las actividades, especificaciones o requerimientos para obtener un producto final con la calidad especificada en este documento y para cumplir con los tiempos esperados.

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico con Aeronaves no tripuladas, se debe dar cumplimiento a lo establecido por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia en la Circular Reglamentaria N° 002 del 27 de julio de 2015: Requisitos Generales de Aeronavegabilidad y Operaciones para RPAS (Reglamento Aeronáutico Latinoamericano RAC Numerales 4.25.8 y 4.25.8.2), o normatividad vigente.

a. Equipos mínimos para los proyectos

Los equipos mínimos requeridos y sus especificaciones son los siguientes:

Equipos GNSS

Receptor GNSS, multifrecuencia o doble frecuencia, precisión geodésica, con precisión en método estático mínimo de 4mm + 1 ppm horizontal y 7mm + 2 ppm vertical, ángulo mínimo de recepción 15° grados sobre el horizonte, duración de épocas a captar entre 1 y 15 segundos máximo. (Accesorios: Antena, trípodes, baterías, flexómetro, entre otros).

En el marco de referencia con GNSS, la precisión calculada de los deltas o puntos de control no debe estar fuera de un rango de ≤ 0.02 m en ningún componente (E, N).

Estación Total

Precisión lineal $\leq (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$, precisión angular $\leq 3''$. Alcance: con un prisma hasta 2000 metros en buenas condiciones. (Accesorios: Trípodes, bastones, prismas, cintas metálicas, baterías, entre otros).

Se debe presentar el certificado de calibración en el que conste que el equipo se encuentra en buen estado y cumple con las especificaciones técnicas de uso, relacionará el número serial y referencia técnica del equipo. El certificado de calibración será expedido por un laboratorio antes de iniciar los trabajos topográficos (con expedición no mayor a un (1) mes antes de la fecha de inicio de las actividades). El Consultor tiene la obligación de renovar los certificados cada seis (6) meses en caso de que el plazo del contrato supere dicho término. Siempre que el Consultor realice cambio de equipos de topografía, deberá presentar el respectivo certificado de calibración.

Nivel de Precisión

Nivel electrónico o automático óptico (lectura de 3 hilos), los diámetros mínimos de los objetivos en centímetros (cm) serán 2.5 a 4.5, sensibilidad del nivel 60" a 30", aumento $\geq 28x$, precisión instrumental (mm/km) ≤ 1.5 . (Accesorios: Trípode y miras patronadas y/o en buen estado).

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Se debe presentar el certificado de calibración en el que conste que el equipo se encuentra en buen estado y cumple con las especificaciones técnicas de uso, relacionará el número serial y referencia técnica del equipo, si es laser, se presentara el certificado de calibración del equipo y de la mira, licencia del programa origen del equipo de ser pertinente. El certificado de calibración será expedido por un laboratorio, antes de iniciar los trabajos topográficos (con expedición no mayor a una (1) mes antes de la fecha de inicio de las actividades). El Contratista o tercero tiene la obligación de renovar los certificados cada seis (6) meses en caso de que el plazo del contrato supere dicho término. Siempre que el Consultor realice cambio de equipos de topografía, deberá presentar el respectivo certificado de calibración.

Sistema LIDAR 3D

Debe ir incorporado en la plataforma que más se adecue (aérea, terrestre, estático, móvil u otras) dependiendo del tipo de proyecto y de acuerdo con la necesidad y exigencias del Instituto, se requiere que este calibrado, el sistema debe incorporar equipos GNSS de alta precisión, odómetros, sensores laser, cámaras de fotos, IMU adecuada para estudios topográficos de alta precisión, entre otros. Los productos que se generen deben cumplir con los requerimientos de precisión mencionados a lo largo del presente anexo técnico y deben ser comprobados por el Consultor con topografía convencional, para garantizar la calibración del sistema.

NOTA: El certificado de calibración debe contener un informe con los equipos patrón, trazabilidad de los valores utilizados, metodología de calibración empleada y los valores de corrección realizados. Para cada proyecto, todos los equipos deberán someterse a la prueba de verificación instrumental in situ, previo al inicio y durante su ejecución, del mismo modo deberán someterse a este procedimiento periódico como mínimo una vez al mes.

7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

El área de influencia del proyecto estará determinada por:

- Los términos de referencia, anexo técnico separable, contrato o carga urbanística
- El determinado por los especialistas del proyecto debidamente aprobado por la interventoría y avalado por el área supervisora.

Los planos deben mostrar el empalme entre la infraestructura construida o diseñada con la existente y deben ir armonizados con proyectos paralelos y empresas públicas y privadas.

7.1 REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Se debe realizar el análisis de la información existente en las diferentes entidades públicas y privadas que estén relacionadas con el alcance del estudio topográfico como:

- Planos con trazados preliminares, diseños, planos urbanísticos, planes de manejo ambiental, planos topográficos o planos récord de construcción en la zona de influencia.
- Información de Redes de acueducto y alcantarillado existente (redes menores y redes matrices) y planos récord de obra construida por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- Información de cuerpos de agua y estructuras regulados por las diferentes entidades, (C.A.R, secretaria Distrital de Ambiente, EAAB)
- 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 proyectado dentro de la zona de desarrollo del proyecto ante las Entidades correspondientes.

La información investigada que no cumpla con los criterios de precisión exigidos en la presente guía y que no tenga soportes, se tomará como información secundaria de referencia, valida únicamente a nivel de prefactibilidad, la cual no deberá ser utilizada para la elaboración de los estudios topográficos en las etapas de Factibilidad, Estudios y Diseños u Obra, que se desarrollaran únicamente con información primaria tomada directamente en campo y que cumpla con todos los estándares de calidad exigidos por el IDU.

7.1.1 Productos a entregar

- El Contratista o tercero deberá entregar al IDU o a la interventoría el informe de la etapa de recopilación y análisis de información con todos sus soportes, en el que se consignará la revisión de los insumos existentes en todos los componentes según anexo técnico.
- El Consultor le entregará a la Interventoría el cronograma, la ruta crítica para el componente y estimará la complementación de la información necesaria de las diferentes especialidades (redes húmedas, redes secas, ambiental y geotecnia), según anexo técnico.
- El IDU, el Interventor y el Contratista realizarán visita de campo conjunta para definir el área de influencia de la topografía, identificar los requerimientos y los detalles que exigen manejo especial (Proyectos paralelos, intersecciones, redes de alta tensión, canales, paramentos no definidos, entre otros). Se debe levantar un acta de asignación de proyecto en la cual se incluyan las observaciones de los asistentes.
- La interventoría entregará al IDU un oficio y un informe de aval a los productos generados en esta etapa por la Consultoría.

7.2 PRINCIPALES ACTIVIDADES POR EJECUTAR A CARGO DEL CONSULTOR Y SU ALCANCE

Las principales actividades o labores por ejecutar son las siguientes:

7.2.1 Reconocimiento en campo

El IDU y el Consultor realizarán una visita conjunta para reconocer la zona, definir en campo el área a levantar, identificar los requerimientos del IDU y los detalles que requieren mayor atención y/o un manejo especial tales como proyectos paralelos o de posible armonización, intersecciones, redes de alta tensión, canales, paramentos no definidos, entre otros, planear el trabajo de campo y oficina a fin de cumplir con los tiempos establecidos por cronograma. Se debe levantar un acta de recorrido inicial del proyecto y autorización de inicio, en la cual se incluyan las observaciones de los asistentes. En el momento en que se autorice por parte del Instituto el inicio de cada proyecto, se dará inicio con las actividades e informes asociados, entre los que se encuentran el informe de Recopilación y Análisis de Información, el informe de Metodología y las actividades e informes del estudio topográfico.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

7.2.2 Materialización de Puntos de control horizontal

Se deberá implantar una red de puntos de amarre, con coordenadas referidas al Sistema de referencia Magna Sirgas, utilizando como base fija en horizontal estaciones de rastreo permanente, para lo cual se construirán mojones en zonas blandas y/o se materializarán placas de aluminio en zonas duras. Se debe materializar una pareja de vértices en un rango de distancia mínima de 100 metros y máxima de 700 metros, dependiendo de la longitud del tramo a levantar para garantizar la referenciación de las señales de azimut y distancia horizontal del tramo. Se debe garantizar la perdurabilidad, horizonte despejado, la intervisibilidad, estabilidad y accesibilidad.

Materialización permanente en zonas duras

Los puntos GNSS se materializarán con placas preferiblemente de aluminio (u otros materiales previamente socializados al IDU) incrustadas en sardineles, andenes, zonas duras o cualquier otro lugar que garantice su permanencia y posterior localización para su replanteo en la etapa de construcción. (No se aceptarán vértices materializados con puntillas)

Materialización permanente en zonas blandas

En caso de no existir zonas duras para la materialización de los puntos GNSS o de algunos puntos de las poligonales, se deberá monumentar en concreto, con incrustación de placa de aluminio. Las dimensiones de los mojones de concreto son de 25 cm x 25 cm x 70 cm de alto, sobresaliendo 7 cm del terreno natural y las mediciones se deben tomar sobre el centro de la placa de aluminio. (No se aceptarán vértices materializados con estacas, estacones, varillas o similar sobre capa vegetal). Se deben referenciar los vértices que fueron amojonados con placa de aluminio, con mínimo cuatro (4) referencias, garantizando que el amarre se podrá emplear en el desarrollo constructivo del proyecto por lo que deberá estar fuera de la zona de influencia de la obra, garantizando la permanencia para trabajos posteriores.

Especificación de placas

Las placas serán de aluminio y estarán marcadas con una inscripción que permita la identificación del punto la cual será coincidente con el formato de campo, de tal forma que al consultar la base de datos del IDU se identifiquen los atributos del elemento.

En la inscripción aparecerá:

- Centro punto guía para el centrado y armado instrumental
- Nombre de la entidad contratante
- Nombre de la empresa consultora
- Año de levantamiento
- Número del contrato o Nombre del Proyecto
- Identificación del punto.

7.2.3 Georreferenciación (Receptor GNSS)

Se utilizarán equipos GNSS, (GPS – GLONASS) multi frecuencia o doble frecuencia con los protocolos establecidos por la entidad regente, manteniendo los estándares de calidad en todo el proyecto.

Inicialmente se debe analizar el área de trabajo y consecutivamente determinar los parámetros de configuración de cada equipo, de acuerdo con los requerimientos establecidos, localizar los vértices de amarre según el plan de trabajo, elaborar un diagrama de obstáculos para luego proceder a la captura de datos.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

El levantamiento debe iniciar y finalizar en puntos de amarre con coordenadas referidas al sistema de referencia oficial para Colombia Magna Sirgas, época 2018.0 o la época oficial vigente, en proyección cartesiana origen Bogotá.

La georreferenciación de los puntos de amarre se debe realizar con métodos diferenciales (Estático para vértices principales o estático rápido para vértices del Marco de Referencia que pueden reemplazar las poligonales), teniendo en cuenta la proximidad de las estaciones base existentes y la precisión necesaria; el control vertical de los vértices del proyecto se debe realizar a partir de vértices BGT o BOGOTA vigentes.

La georreferenciación debe garantizar una precisión absoluta de la posición ≤ 0.02 m. Lo anterior garantiza el amarre acorde a las precisiones exigidas y requeridas para los diferentes proyectos del IDU.

Una vez materializada y georreferenciada la red de puntos de amarre, se procede a la densificación de los vértices de control de acuerdo con la metodología avalada por el IDU.

Para realizar el posicionamiento por medio de GNSS se deben tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- Máscara de elevación: 15 grados sobre el horizonte.
- Efemérides (finales o rápidas según exigencia)
- Componente geométrico de dilución de la precisión de posición PDOP < 4
- Mínimo de satélites visibles a asegurar: 4
- Recolectar datos para tres dimensiones
- Firmware actualizado.
- La antena debe estar calibrada, nivelada y centrada sobre el punto, y debe verificarse antes y después de cada observación.
- La altura del centro de fase de la antena con respecto al mojón debe medirse, antes y después de cada sesión.
- Tiempo mínimo de recolección de datos: El tiempo mínimo de rastreo para levantamientos estáticos debe calcularse mediante la fórmula:
Tiempo = 20 minutos + 5 minutos por kilómetro de separación entre la base y el rover. (No puede ser inferior a 60 minutos)
- Duración de épocas a captar: ente 1 y 15 segundos máximo.
- Deben realizarse triangulaciones amarrando los vértices posicionados con mínimo dos estaciones permanentes, sea la base del IGAC (BOGA), la de Instituto Geológico Colombiano (BOGT) u otra de rastreo permanente perteneciente a la red MAGNA - SIRGAS.
- Entre las parejas de puntos a georreferenciar con GNSS debe existir una distancia mínima de 200 metros y máxima de 700 metros. Para el caso de proyectos con urbanizadores se acepta una distancia mínima entre GNSS de 50 metros y máxima de 100 con aprobación de la Supervisión IDU.
- La distancia horizontal del tramo entre pares georreferenciados no debe superar los dos (2) Km lineales.
- Los datos deben pasar el test Chi-Cuadrado o F (95%), con niveles de confianza mayor o igual al 95% para garantizar la validación del modelo.
- Los datos deben pasar las pruebas que evalúan la calidad de cada punto con nivel de confianza mayor o igual al 95%.
- Se debe elaborar un diagrama de obstáculos para cada vértice posicionado.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- Si se emplea otro método diferencial para la captura de datos indicar el tipo de procedimiento³.

Algunas de las metodologías que pueden ser empleadas son las siguientes:

- Posicionamiento GPS Diferencial de Fase

Posición del receptor móvil B en relación con el receptor referencia A – Las coordenadas de la estación de referencia A son conocidas – Se recogen datos de 4 o más satélites en ambos receptores• Elimina el error de los satélites y los receptores• Minimiza los retardos atmosféricos• Precisión 5 mm + 1 ppm con Base línea o Vec código y fase tor GPS A B• Post-proceso ó Tiempo real, Estático o Cinemático.

- Posicionamiento Diferencial de Fase Estático

Método clásico para grandes distancias y el que ofrece mayor precisión: 5mm + 1ppm en la longitud de la base línea o vector GPS – Medida base línea a base línea con observaciones de una o más horas, cerrando figuras geométricas – El t de observación es proporcional a la longitud de la línea• Aplicaciones – Controles Geodésico en zonas amplias – Redes Nacionales o Continentales – Movimientos Tectónicos - Geodinámica – Ajustes de redes de la máxima precisión.

- Posicionamiento Diferencial de Fase Estático Rápido

Observación en periodos cortos de tiempo (minutos) sin exceder una cierta longitud máxima de base línea (20 km). • Utiliza unos algoritmos simplificados de resolución de la ambigüedad inicial. • Precisión 10mm +1ppm• Aplicaciones – Levantamientos de Control, Inventarios, GIS, levantamientos de detalle. Reemplaza a las poligonales y las pequeñas triangulaciones locales. – Ventajas: Rapidez, facilidad, eficiencia. – Ideal para pequeñas distancias.

Para una mayor redundancia de observaciones se disminuyen los intervalos de medida que se usan normalmente en el estático (de 15, 20 o 30 segundos se suele pasar a 1 o 3 segundos). La ventaja del método es que es sencillo, rápido y preciso. No requiere mantener el contacto con los satélites entre estaciones y la precisión final está en 10 mm± 1 ppm, haciéndolo ideal para redes o levantamientos en pequeñas distancias. Se suelen distinguir dos modalidades a su vez dentro de este: a) Modo estático rápido ocupando sólo una estación. b) Modo estático rápido reocupando una segunda estación al cabo de más o menos una hora. Es en el modo a) donde se requiere de técnicas rápidas de resolución de ambigüedades, como por ejemplo combinación de código y portadora en receptores de código P de doble frecuencia o métodos de búsqueda de ambigüedades con 6 o más satélites.

El post proceso tiene como base el método diferencial, en el cual se deben realizar las correcciones de los archivos generados por el equipo utilizado como rover, a partir del punto de referencia (base - estación permanente)

Los datos deberán ir consignados en el formato de descripción de cada vértice

³ CURSO GPS EN GEODESIA Y CARTOGRAFÍA. (7:: 2006: Cartagena de Indias). Memorias del VII Curso de GPS en Geodesia y Cartografía, Agencia Española de Cooperación Internacional AECID, (Cartagena de Indias del 5 al 16 de junio de 2006. [HTTP://ES.SLIDESHARE.NET/REY_AREVALO/MTODOS-DE-OBSERVACIN-GPS.](http://es.slideshare.net/rey_arevalo/mtodos-de-observacin-gps)

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Productos que debe entregar el Consultor

El contratista o tercero entregará en el informe la recopilación de los procesos técnicos efectuados en campo y oficina, adjuntará la información base de origen del equipo, al igual que la información resultante de las transformaciones y ajustes requeridos por el anexo técnico.

Como sustento técnico del proceso, se debe entregar en la carpeta de georreferenciación del informe final de cada proyecto lo siguiente:

- Archivos crudos GNSS en formato original de los puntos posicionados
- Archivos en formato RINEX de los puntos georreferenciados y de la base empleada para el amarre.
- Efemérides empleadas.
- Reporte del post proceso GNSS en formato PDF y Word que contenga: Calibración de las antenas, tipo de antena utilizada, hora de inicio, hora de finalización, duración de la toma de datos, épocas y número de 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, reporte de errores, deltas análisis de ajustes, número de satélites captados, test Chi Cuadrado y otros aprobados, nivel de confianza mayor al 95%, precisión relativa de la red, identificación de cada punto georreferenciado y de las estaciones de rastreo permanente utilizadas, con sus respectivas coordenadas geocéntricas (X, Y, Z), elipsoidales referidas al elipsoide GRS80, geográficas (Latitud, Longitud y Altura elipsoidal), Planas cartesianas locales Bogotá (Norte, Este y Altura Ortométrica) y análisis de resultados, incluyendo la metodología utilizada para minimizar el error o mejorar la determinación del cálculo del vector.
- Resumen de las coordenadas finales de cada vértice, donde se identifique la precisión horizontal ≤ 0.02 m alcanzada para cada uno, expresadas en metros.
- Formatos de resumen de ocupación GNSS con diagrama de obstáculos y formatos de descripción de vértices GNSS

7.2.4 Poligonal de amarre o marco de referencia

Si se realiza poligonal, se debe utilizar el método de poligonal cerrada, el cual partiendo de un punto posicionado con GNSS se llega al mismo punto o a otro también posicionado con la misma tecnología y precisión; se deben realizar varias series angulares por cada armada con el objeto de establecer con la mayor precisión posible el valor de los ángulos verticales y horizontales.

Los valores de distancia entre deltas de la poligonal deben ser tomados con equipo de medición electrónica, atrás y adelante, igualmente, todas las mediciones angulares de los vértices de las poligonales deben realizarse en posición directa e inversa y deberán quedar registradas en la memoria de la estación total.

La poligonal deberá realizarse en forma de anillos de tal manera que cada cierre no exceda 2 km longitudinales.

En los casos que se apruebe realizar un marco de referencia (reemplazando la poligonal), se debe realizar la georreferenciación de los puntos de control horizontal y vertical del marco de referencia, utilizando antenas GNSS doble frecuencia por el método estático rápido, el cual consiste en hacer una ocupación simultánea entre la Base del proyecto y los puntos del marco de referencia a georreferenciar con tiempos entre 5 y 20 minutos dependiendo de la ventana de recepción satelital que se tenga con duración de épocas a captar entre 1 y 15 segundos máximo.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Los vértices de la poligonal se materializarán con puntilla sobre zonas duras, con 2 pares de referencias para el replanteo posterior, en sitios fácilmente accesibles y ubicables a distancia no superior a 15 metros. En los casos en que se realice un marco de referencia, los vértices se materializarán con placas que contengan la información mínima para identificarlos en campo y en los archivos soporte.

En caso de que el estudio topográfico se encuentre localizado en zona de desarrollo y no existan sardineles o andenes, los vértices de las poligonales deberán amojonarse en concreto y deben tener un buen anclaje y una buena ubicación, que garantice que el punto sea inamovible y de fácil ubicación. El estudio topográfico debe llevarse con claridad en las carteras de topografía, bien sean manuales (tradicionales o en Excel) o carteras electrónicas de campo y deben contener como mínimo según sea el caso y la tecnología:

- Nombre del proyecto
- Equipo utilizado (marca, modelo y número de serie)
- Nombre y firma del topógrafo con su número de tarjeta profesional.
- Fecha de las observaciones
- Estación ocupada
- Descripción de los vértices (estaciones) incluyendo nomenclatura urbana, CI, Cr, Dg. Tv., etc.
- Punto visado
- Dirección de la línea (ángulos)
- Distancia horizontal o inclinada
- Altura instrumental de la estación
- Altura del prisma (toma de detalles)
- Observación de los detalles
- Dibujo aproximado del área levantada (sectores de complejidad elevada) que incluya la numeración de los detalles o puntos clave).

En caso de que se utilice cartera electrónica de campo, deberá presentarse en las memorias de cálculo el archivo crudo del estudio topográfico realizado, en el que aparecerá el informe de poligonales y detalles o niveles tomados en terreno. Estos archivos crudos se entregarán en el formato original (RW5, TRN, RAW, ASC, entre otros) y en documento texto.

Los datos deben ser almacenados, transferidos y procesados de manera automática utilizando las herramientas de transferencia y exportación del software del equipo, para evitar inexactitudes cometidas en el traspaso manual de la información. La información del cálculo de la poligonal debe presentarse en formato Excel formulado, consignando los datos tomados en campo tales como: coordenadas de partida, ángulo horizontal, ángulo vertical, distancia inclinada, distancia horizontal, azimut de partida, coordenadas calculadas para cada delta de la poligonal, errores de cierre angular y precisión obtenida.

La delimitación para el proceso de densificación de la red estará enmarcada en las necesidades específicas del proyecto, definidas en el anexo técnico y se dejará constancia en el acta de visita inicial al proyecto.

Las especificaciones técnicas de precisión serán:

- Precisión en distancia $\geq 1:25.000$.
- El error angular permitido (**e**):

$$e = a \sqrt{n}$$

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

En donde:

a = precisión angular del equipo

n = número de vértices de la poligonal

Sumatorias teóricas en poligonales de circuito:

$$\sum \text{ang. Internos} = (n - 2) \times 180^\circ$$

$$\sum \text{ang. Externos} = (n + 2) \times 180^\circ$$

En donde:

n = número de lados o ángulos en el polígono

El error de cierre angular para una poligonal cerrada (circuito) es la diferencia entre la suma teórica de ángulos y la suma geométrica de los resultantes en campo.

Para poligonales punto a punto el error de cierre estará definido por la siguiente expresión:

$$Az1 + \sum_{\alpha=1}^n (180 * n) - (360 * n) - Az2 = 0$$

Si se realiza un marco de control con tecnología GNSS, la precisión horizontal de los puntos debe mantener como mínimo el 95% de confianza y cumplir una precisión en el rango de 3 cm.

Productos que debe entregar el Consultor

Como sustento técnico del proceso, se debe entregar en la carpeta de poligonal o marco de referencia del informe final de cada proyecto lo siguiente:

- Archivos crudos provenientes directamente del equipo utilizado
- Cálculos, carteras, longitud de los circuitos, ajustes, error de cierre, precisión obtenida, coordenadas finales de cada vértice y alturas geométricas de los vértices
- Para los casos en los que se realice un marco de referencia o control mediante equipos GNSS, se deberán entregar los mismos soportes solicitados en el ítem Georreferenciación
- Cada poligonal contará con los datos mínimos requeridos en el anexo técnico y cumplirá con la precisión exigida.

7.2.5 Red de Nivelaciones

El Datum vertical para referir todo tipo de mediciones de alturas sobre el nivel del mar es BUENAVENTURA, las nivelaciones deben estar ligadas a cotas geométricas desde vértices IGAC, verificando la fecha de actualización. Se podrá realizar a partir de vértices BOGOTA o BGT con cota geométrica, los circuitos de nivelación y contra nivelación son obligatorios, los cuales, sumados no tendrán longitudes superiores a 2 km lineales.

Se utilizarán carteras convencionales tipo libreta o diseñadas en formato Excel, las cuales servirán como control y contendrán como datos mínimos los siguientes:

- Nombre del Proyecto
- Nombre y firma del topógrafo con su número de tarjeta profesional.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- Equipos utilizados (marca, modelo, número de serie – Ficha técnica)
- Fecha de las observaciones
- Estación ocupada (Referencias)
- Descripción de la ubicación del BOGOTA, BGT o NP, BM o cambio que incluya la nomenclatura urbana
- Nomenclatura urbana, Cl, Kr, Dg. Tv., etc. del punto de armada del nivel
- Observación de los detalles.

Se debe utilizar el método de nivelación geométrica para nivelar la red de puntos de amarre posicionados con GNSS, los deltas de las poligonales o marco de referencia y los BM de referencia con el fin de tener puntos de control altimétrico para la toma de la topografía detallada. Es importante realizar contra nivelaciones sobre todos los cambios realizados para efectos de verificar y garantizar el cierre de la nivelación.

Por ser un levantamiento de precisión, todos los circuitos de nivelación deben ser cerrados con contra nivelación y el error máximo admisible corresponde a:

Error máximo en metros = $\pm 0.008 \sqrt{D}$

Donde D es la distancia en Km.

En caso de utilizar nivel electrónico se deben presentar los archivos crudos producto de la nivelación, los cuales deben incluir: marca, modelo, número de serie del equipo y las observaciones (lecturas).

Productos que debe entregar el Consultor

Como sustento técnico del proceso, se debe entregar en la carpeta de nivelación del informe final de cada proyecto lo siguiente:

- Reporte del vértice IGAC vigente utilizado
- Archivos crudos provenientes directamente del equipo utilizado
- Cálculos y carteras en los cuales se identifique claramente los circuitos de nivelación y contranivelación, los datos obtenidos en cada circuito relacionando cotas geométricas de los vértices, distancias y error obtenido en cada circuito (expresado en metros)
- Cada circuito contará con los datos mínimos requeridos en el anexo técnico y cumplirá con la precisión exigida.

7.2.6 Secciones transversales

Se debe lograr una nube de datos densa con la totalidad de los detalles para elaborar el modelo digital de terreno, necesario para la extracción de las secciones características. Deben proporcionar la suficiente información para que presenten planos con secciones distanciadas máximo 10 m en tramos rectos y cada 5 m en curva (distancias que pueden variar de acuerdo con el tipo de proyecto y sus detalles) y deberán cubrir como mínimo los siguientes detalles:

- Puntos de nivel sobre acceso a predio para diseño de espacio público (peatonales y vehiculares)
- Punto de nivel en el acceso a antejardín, si lo hay
- Borde del andén izquierdo - sobre el andén
- Borde la zona verde izquierda, si la hay
- Parte alta sobre el sardinel, lado izquierdo

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- Parte baja sobre la calzada, lado izquierdo
- El centro de la calzada (centro de luz)
- Parte baja sobre la calzada, lado derecho
- Parte alta sobre el sardinel, lado derecho.
- El borde de la zona verde derecha si la hay
- El borde del andén derecho - sobre el andén
- Punto de nivel en el acceso a antejardín, si lo hay
- Puntos de nivel sobre acceso a predios para diseño de espacio público.
- Todos los puntos del canal como: corona, pata del talud, berma, solera etc.

Para las vías de varias calzadas se repite lo que sea pertinente en todas las calzadas.

En los proyectos de espacio público se deberá determinar la calzada adyacente a los andenes a intervenir hasta el paramento, con el fin de establecer la sección de los proyectos viales (vías, intersecciones viales, puentes vehiculares y puentes peatonales) también los niveles de rasantes y gálibos existentes; de igual manera se deben tomar los detalles de antejardines (si los hay) dentro de la caracterización de la zona en estudio. Con el objeto de adelantar adecuadamente los diseños de espacio público (o en proyectos que el área a levantar únicamente corresponda al andén), es necesario detallar los niveles superior e inferior de los accesos a predios en el límite del paramento, incluyendo antejardines si los hay, y a lo largo del tramo detallar el sardinel y la pata del sardinel a fin de determinar las diferencias de altura.

Los elementos como bordes de vía, sardinel, separadores, escaleras, canales, cunetas y elementos que representen cambios de nivel serán incluidos en su totalidad en el modelo como líneas de quiebre.

7.2.7 Levantamiento de detalles

Una vez se apruebe por parte del IDU el posicionamiento GNSS y la poligonal o marco de referencia, en sus componentes E, N y nivelación con cota geométrica, se procede con la toma de los detalles en el área definida, capturando mediante LIDAR (aéreo o terrestre dependiendo de la necesidad del Instituto para cada proyecto) y estación total con cartera digital, la totalidad de los elementos (incluyendo inspección de redes hidrosanitarias y secas), que permitan localizar e identificar todos los detalles para la generación de planos, modelo digital de terreno y modelo digital de superficie, ortofotos, imágenes, entre otros.

Se deberá garantizar para todos los detalles una precisión posicional dentro de 0.12 m para escala 1:500.

Para los detalles capturados con estación total, se debe entregar el listado de detalles tomados por estación o delta y dejar referencias para replanteo.

Se empleará una secuencia lógica de numeración de detalles del levantamiento en campo (redes secas e hidrosanitarias) y diligenciar el formato entregado por la Supervisión IDU o el que manejen las diferentes entidades, con su inventario e inspección.

La totalidad de los elementos contenidos en el área de influencia del proyecto tendrán los componentes punto, número del punto, descriptor, bloque del punto (si requiere), componente espacial E, N, H, y estarán clasificados y nombrados de acuerdo a lo estipulado en el archivo Simbología IDU en su versión vigente, que será entregado por el área supervisora del IDU, y su representación será de acuerdo al

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

archivo *.dwg “LayerFormatosIDU” o el vigente, los cuales se entregarán igualmente por el IDU como parte de la información base.

Es necesario manejar una codificación clara, que cuente con las descripciones correspondientes a cada detalle (tipo de línea, layer (capa o nivel), punto, tipo de bloque, color). El contratista o tercero deberá suministrar al IDU la tabla de codificación de los detalles de campo para visto bueno.

Para redes secas se referenciarán los elementos encontrados en terreno por localización directa, se indicará una referencia básica de la estructura (p. ej. Pozo, cámara, poste), se incluirá el número de referencia de la empresa de servicio público y el distrito si lo hay (En redes eléctricas punto físico PF para cajas de registro y postes, centro de distribución CD para transformadores, en alumbrado público el número de rotulo de la luminaria y punto físico del poste, con operadores telemáticos la referencia de las cajas de registro y cámaras, operador telemático, número de distrito, en redes de gas natural el número de referencia y diámetro de las válvulas, entre otras), tamaño de cajas, número de ductos y cotas. Esta información se presentará de acuerdo con los formatos vigentes de las empresas prestadoras de servicios públicos correspondientes. Se deben tomar y clasificar postes, pozos o cajas de teléfono, armarios o gabinetes, postes de alumbrado, postes de baja tensión, postes de media tensión, postes de alta tensión, torres de alta tensión, postes con transformadores eléctricos (indicar capacidad en kva), pozos o cajas de cable-televisión, cajas o postes de vigilancia, medidores de gas, pozos o cajas de energía sencilla, doble o triple, señales de gas (indicando número de referencia) entre otros.

Para redes hidrosanitarias se referenciarán los elementos encontrados en terreno por localización directa o por búsqueda previa en las bases de datos existentes (cuando en terreno no sea visible), en el caso que la infraestructura reportada en las bases de datos existentes (accesibles a través de la plataforma pública SIGUE de la EAAB ESP) esté recubierta (por ej. concreto, asfalto), colmatada o sellada, se indicará una referencia en el dibujo (por ej. colmatado, sellado).

Todo pozo/cámara perteneciente al sistema de alcantarillado (pluvial o sanitario) deberá contar en el plano con el respectivo código de referencia de la EAAB ESP (disponible en la plataforma SIGUE de la EAAB ESP), el tipo de red (alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario), cota rasante reportada en metros y para cada tubería presente en dicho pozo/cámara se reportará la cota clave reportada en metros (medida desde el aro tapa hasta el extremo superior interno de la tubería), diámetro interno reportado en pulgadas para medidas menores o iguales a 0.9m y reportado en metros para medidas mayores a 0.9m, material de la tubería, material del pozo, dibujo de la dirección del flujo de entradas y salidas, pendiente y estado de las tuberías y del pozo. Las líneas que representan las tuberías, de acuerdo con las bases de datos existentes y a las características identificadas en terreno deben ser complementadas en los planos con la información correspondiente al material, longitud y demás atributos identificados.

Todo sumidero, canal monolítico, cárcamo o estructura de captación de aguas lluvias, caja domiciliaria de aguas residuales, aguas lluvias, aguas industriales, etcétera deberá ser identificado y reportada su geometría, medidas externas, cantidad de rejillas, tipo de captación (rejilla, ventana lateral, transversal, mixta rejilla/ventana lateral), material de la rejilla, cota rasante reportada en metros, cota clave de salida reportada en metros, diámetro de salida reportado en pulgadas, material de la tubería, material de la estructura, dibujo de la dirección del flujo de entradas y salidas, pendiente y estado de las tuberías y del sumidero o canal monolítico o cárcamo o estructura. En cuanto a los sistemas de drenaje y canalización (canales, vallados, cunetas, box culvert) se deberán reportar las dimensiones de las estructuras de encole y descole, cota rasante en metros, cota clave en metros (medida desde la rasante

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

hasta el extremo superior interno de la estructura), medida interna en metros, forma geométrica (trapezoidal, circular, rectangular, ovoide), nivel de la lámina de agua al momento de la inspección en metros.

Para redes de suministro de acueducto, toda cámara de Red Matriz deberá ser medida en su exterior y reportada en su tamaño real en planos, con la cantidad de tapas de acceso y geometría específica, deberán reportarse los medidores de agua, bajantes, hidrantes, válvulas (con su respectivo diámetro en pulgadas y cota clave a lomo de tubería en metros); de igual manera toda estructura deberá ser reportada en los planos y formatos las pilas de toma de muestra, los nacimientos de agua, aljibes, líneas de acometidas de acueducto, todos clasificados según el servicio prestado.

La información recopilada en campo para redes hidrosanitarias deberá ser reportada en los formatos definidos por la norma EAAB NS-030 vigente, se deberán entregar los formatos diligenciados en terreno totalmente legibles, sin tachones, con letra y caracteres claros y con fotografías de soporte. Las actividades específicas de inspección de pozos, cámaras y cajas, deberán agotar las maniobras o técnicas necesarias para la apertura de las tapas con la herramienta menor suficiente (segueta, palustre, gancho, barra, pica, maceta, cincel, pinzas, juego de destornilladores, grata, lima, punzón, alambre, entre otros) que ayude a la limpieza y retiro de sedimento de las juntas y orificios de estos elementos. Dicha limpieza debe ser complementada con el uso de agua, preferiblemente inyectada a presión para la dilución, lavado y retiro de los sedimentos que se compactan y sellan las tapas. De igual forma, estos trabajos se podrán complementar con trípode malacate, hidrolavadora y herramientas mayores que faciliten la apertura de tapas y su correspondiente inspección y catastro. Todo lo anterior evitando el riesgo de daño, rotura, pérdida al interior del pozo o demolición de las tapas. En caso de presentarse dicha situación se deberá informar de manera inmediata al IDU y a la EAAB ESP, para su inmediato reemplazo o reposición.

Tanto para redes Secas como Hidrosanitarias, se deberá capturar e inspeccionar en cada bocacalle hasta el segundo punto de conexión de la red.

En el caso de infraestructura vial y de espacio público, se debe determinar borde de vía, sardinel, sentidos viales, nomenclatura vial, anden, ciclo ruta, dibujo y clasificación de señales de tránsito (con bloque específico de SDM según lo observado en terreno), paraderos, pompeyanos, corredor férreo, separadores, bermas, antejardines, paramentos (No se incluyen detalles al interior de los predios salvo casos especiales en que el IDU expresamente manifieste que se requieren), número de pisos, división predial, culatas, nomenclatura predial y vial oficial, accesos peatonales y vehiculares con sus respectivas cotas, toponimia si el predio tiene un uso diferente a residencial (p. ej. Colegio San Ignacio, Estación primera de bomberos, Hospital Lorencita Villegas, CAI Cedritos, Parque de las Flores), árboles (clasificados en layer de acuerdo a su altura de 0 a 5m, 5m a 10m, 10m a 15m y así consecutivamente), bolardos, bancas, cambios de nivel, , teléfonos públicos de pedestal y pared, barandas, protectores de árbol, bebederos, poste de alumbrado público histórico, torres de energía y servicios públicos además de otros elementos contenidos en la cartilla de equipamiento IDU vigente y cualquier otro detalle existente en terreno para representar de forma veraz la superficie.

En bocacalles se levantará detalladamente el área que se requiera para analizar las diferencias de nivel entre el proyecto a diseñar y lo existente en terreno, y para analizar la conexión con las redes de servicios públicos, área concertada previamente con el IDU.

En el caso de canales, caños y vallados se levantarán las secciones transversales necesarias y con todos los detalles que la representen fielmente (corona, pata, solera, berma, etc.), encole y descole de

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

estructuras, gálibos y luz de estructuras con los correspondientes, diámetros de tubería y estado, acompañados por los formatos de inspección.

En cimentaciones de puentes se deben levantar todos los puntos necesarios que permitan modelar en tres dimensiones la estructura existente y todos los datos que componen la geometría en la parte superior del puente, al igual que los elementos geométricos en el área inferior, dilataciones, pedestales con su anclaje si están expuestos, dados, las vigas de amarre, zapatas existentes y también gálibos, estructuras de soporte con cualquier elemento que se encuentre en los bajos de los puentes que represente importancia para el estudio.

Se debe registrar la descripción, la dirección y la ubicación del delta desde el cual se están levantando los detalles y relacionar el consecutivo de detalles radiados desde cada estación.

Para el caso de estabilización de taludes, adicional a lo descrito en los párrafos anteriores, debe tenerse en cuenta:

- Se materializarán en el terreno mínimo 3 mojones intervisibles, en sitios con suficiente estabilidad y permanencia, claramente identificados.
- El levantamiento topográfico debe incluir la localización de los sitios de exploración geotécnica, las estaciones de levantamiento geológico, las estaciones de levantamiento de discontinuidades y en general los sitios donde se realicen inspecciones técnicas de interés para el estudio.
- El levantamiento debe delimitar de forma precisa los sitios con escarpes, derrumbes, filos y pies, taludes y estructuras afectadas. El IDU establecerá la cantidad mínima de puntos por unidad de área y quedará consignado en el acta de inicio de proyecto IDU – Consultor.
- Cuando se haga la visita a terreno inicial para identificar y localizar las zonas de estudio, será responsabilidad y obligación del consultor llevar un navegador para grabar las coordenadas de los vértices del polígono y así poderlos identificar fácilmente en las visitas posteriores.

No se trabajará por ningún motivo con datos diferentes a los crudos capturados en campo.
Carteras de Topografía.

El estudio topográfico que se desarrolle mediante estación total debe llevarse con claridad en las carteras de topografía, bien sean manuales (tradicionales o en Excel) o carteras electrónicas de campo y deben contener como mínimo según sea el caso y la tecnología:

- Nombre del proyecto
- Equipo utilizado (marca, modelo y número de serie – Ficha técnica)
- Nombre y firma del topógrafo con su número de tarjeta profesional.
- Fecha de las observaciones
- Estación ocupada
- Descripción de los vértices (estaciones) incluyendo nomenclatura urbana, CI, Cr, Dg. Tv., etc.
- Punto visado
- Dirección de la línea (ángulos)
- Distancia horizontal o inclinada
- Altura instrumental de la estación
- Altura del prisma (toma de detalles)
- Observación de los detalles
- Dibujo aproximado del área levantada (sectores de complejidad elevada) que incluya la numeración de los detalles o puntos clave).

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

7.2.7.1 Técnicas de la captura de detalles

Dependiendo del tipo de detalles a levantar y tecnología que se utilice, a continuación, se relacionan las características técnicas mínimas, que se deben tener en cuenta para la localización de los detalles:

Tabla 1 Levantamiento de detalles y auxiliares

REDES Y SERVICIOS			
Ítem	Dirección (punto)	N° Puntos	Observaciones
Pozo de Alcantarillado	Centro	1	
Válvulas de Acueducto o Gas	Centro	1	Especificar (Punto fijo)
Hidrantes	Eje	1	
Semáforos	Eje	1	Especificar si es de ménsula o de pedestal)
Cámara de Teléfono	Centro	1	
Caja Doble de Energía	Esquinas	4	Especificar punto fijo
Caja Sencilla o Caja de paso de Energía	Esquinas	4	Especificar punto fijo
Sumideros de rejilla	Esquinas	4	Especificar la tapa de la caja o pozo de inspección
Sumideros laterales	Esquinas	4	Especificar la tapa de la caja o pozo de inspección
Sumidero transversal	Esquinas	4	Especificar material
Tuberías de paso			Si tiene base en concreto levantar detalladamente
Armario Teléfono	Esquinas	4	
Cabina Teléfono	Centro	1	Especificar si es sencilla o doble, de pedestal o pared

POSTES			
Ítem	Dirección (punto)	No. Puntos	Observaciones
Energía	Borde	1	Especificar punto fijo
Teléfonos	Borde	1	Especificar punto fijo
Alta Tensión	Borde	1	Especificar punto fijo
Torres de Alta Tensión	Esquinas	4	Si tiene base en concreto levantar detalladamente
Alta Tensión con base en concreto	Esquinas Base	4	Especificar
Alumbrado	Borde	1	Especificar número de luminarias.
Retenidas	Centro	1	Poste de Apoyo, Poste sin uso, luminaria privada

**GUÍA
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS**



CÓDIGO
GU-DP-02

PROCESO
DISEÑO DE PROYECTOS

VERSIÓN
4

POSTES

Ítem	Dirección (punto)	No. Puntos	Observaciones
------	-------------------	------------	---------------

En las zonas localizadas para estructuras de puentes peatonales, se debe establecer en el levantamiento la catenaria de los cables respectivos

CONSTRUCCIONES Y DETALLES AUXILIARES

Ítem	Dirección (ángulo)	No. Puntos	Observaciones
Sardinel	Punto	Todos	Todos los puntos, quiebres, direcciones, curvas.
Curvas en Sardinel	Punto	1 = P.C.	Punto Inicio Curva
	Punto	1 = P.C.C.	Punto Común Curva
	Punto	1 = P.T.	Punto Termina Curva
Paramentos	Punto	Todos	Todos los puntos, quiebres, direcciones, curvas.
Antejardines	Punto	Todos	Permitir identificar la delimitación y el área
Accesos peatonales y vehiculares	Punto	Todos	Indicar si es peatonal o vehicular (separar codificación)
Curvas en Paramento	Punto	1 = P.C.	Punto Inicio Curva
	Punto	1 = P.C.C.	Punto Común Curva
	Punto	1 = P.T.	Punto Termina Curva
Cercas	Punto	Todos	Determinar quiebres, esquinas. Especificar, de alambre, en malla, en cerramiento de aluminio
Curvas en Cerca	Punto	1 = P.C.	Punto Inicio Curva
	Punto	1 = P.C.C.	Punto Común Curva
	Punto	1 = P.T.	Punto Termina Curva
Árboles	Centro	1	Tomar Diámetro basal
Estructuras de Puentes Peatonal y Vehiculares	Esquinas	Todos	Todos los puntos (*), y gálibos (estructuras bajas y altas).
Canales	Esquinas	Todos	Todos los puntos de la sección transversal (*), nivel de agua, tuberías tributarias, Gálibos, Box y demás elementos característicos.
Mobiliario Urbano	Punto	Todos	Todos los detalles
Tanques	Esquina	Todos	Especificar, Acueducto, estaciones de servicio.
Señalización vertical	Punto	Todos	Todos los detalles incluyendo su designación según el Manual sobre Dispositivos para el Control del Tráfico en Calles y Carreteras (Resolución 1050 de 2004 o la que la remplace)

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

CONSTRUCCIONES Y DETALLES AUXILIARES			
Ítem	Dirección (ángulo)	No. Puntos	Observaciones
Construcciones	Punto	Todos	Esquinas, quiebres, direcciones y demás que determinen su condición como construcción
Quebrada	Punto	Todos	Todos los puntos de la sección transversal y tributarios
Banca	Punto	Todos	Todos los puntos.
Contenedor Raíces	Esquinas	4	Puntos de todas las esquinas

7.2.8 Otras Tecnologías

El contratista o tercero podrá hacer uso de diferentes tecnologías según las necesidades del proyecto y se regulará de acuerdo con las normativas vigentes para el Distrito y la Nación, el empleo de las mismas se determinará de forma técnica y estará especificado por el IDU en el anexo técnico.

Nota: Independiente de la tecnología que se desee emplear para la realización del estudio topográfico, el plano planta perfil final, el modelo digital de terreno y demás entregables deberán cumplir con los requisitos de precisión exigidos en la presente guía para los vértices GNSS, poligonal o marco de referencia, nivelación, detalles y otros subproductos.

Algunas de las tecnologías que se podrían emplear se presentan a continuación:

LIDAR y fotografías aéreas:

Debe realizarse desde un avión afiliado a una empresa de trabajos aéreos especiales y con los permisos requeridos para este tipo de trabajos en el país.

Todos los permisos y trámites necesarios para la realización de los vuelos son responsabilidad del consultor, quien hará entrega los siguientes documentos a la Dirección Técnica de Proyectos:

- Permisos y autorizaciones estipulados (as) en la Resolución número 04201 de 2018 del Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil de Colombia, para efectuar la operación RPAS
- Certificado de aprobación del curso de Piloto Comercial de Aeronaves Tripuladas Remotamente, para el operador del dron.
- Copia de póliza de seguro o caución para responder por eventuales daños a terceros, conforme a lo establecido en los artículos 1827, 1835, 1842 y 1900 del Decreto 410 de 1971 (Código de Comercio).

El contratista deberá hacer entrega al interventor de:

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- Certificado vigente y parámetros de calibración de la Cámara.
- Parámetros para el vuelo: Recubrimiento longitudinal, Recubrimiento lateral, Altura de vuelo, Cámara.
- Datos de la Cámara: Número de imágenes, Posiciones, Altura de vuelo, Puntos de paso, Resolución espacial (cm/pixel), Error de proyección (pixel), Área cubierta.
- Información técnica de la cámara utilizada.

Previo a la ejecución del vuelo, el consultor hará entrega a la interventoría de la estructuración del plan de vuelo, de tal manera que ésta efectúe las observaciones y aprobación del mismo.

El plan de vuelo definido, deberá garantizar el cubrimiento del área del proyecto, y contar con las líneas vuelo necesarias para una adecuada toma de fotografías, aplicación de correcciones y productos entregables.

Las líneas de vuelo, deberán ser continuas y sin interrupciones, con el fin de capturar completamente el sitio de estudio, lo cual permitirá la existencia de redundancia de información indispensable para realizar el ajuste entre sí de las pasadas de vuelo.

La ejecución de la fase de vuelo estará sujeta a la aprobación de la interventoría, a los permisos de las entidades reguladoras y al visto bueno del IDU.

Las imágenes obtenidas, deberán brindar una cobertura estereoscópica completa sobre el área de estudio, por lo que los recubrimientos fotogramétricos, deberán garantizar un traslape longitudinal mínimo del 60% de un fotograma al siguiente de la misma faja y transversal mínimo del 30% de una faja sobre la vecina lateral.

Adicional a esto, tener en cuenta que las imágenes aéreas serán aceptadas siempre y cuando el porcentaje de sombras o nubes sea inferior al 10%.

Para la toma de información, se requiere que al menos un 95% de las celdas de 1m² en tierra, contengan mínimo un (1) punto LIDAR, lo cual garantizará una distribución espacial de carácter uniforme.

La fase de vuelo finaliza siempre y cuando se haya asegurado una correcta consecución de la toma de datos, donde la presencia de errores (ruido o gaps de datos, cobertura total de imágenes, en caso de LIDAR densidad de punto) estén entre los mínimos establecidos.

Escáner láser terrestre

Se debe realizar el menor número posible de escaneos individuales, ubicados sobre puntos previamente georreferenciados, con una distancia máxima entre escaneos no superior a 20 metros, ubicados de tal forma que sea posible la captura de información lateral, superficial e inferior, garantizando un barrido tridimensional completo de las características y elementos presentes, evitando la aparición de campos oscuros, sombras o porcentaje de ruido.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			idu
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Las esferas o marcas reflectivas servirán como puntos de conexión para realizar el empalme de las escenas capturadas desde las diferentes posiciones del equipo escáner láser terrestre (TLS⁴), con el propósito de obtener un modelo dinámico.

Con el fin de evitar campos oscuros en la información capturada, es necesario realizar la ubicación de las esferas en lugares con adecuada visibilidad.

Los puntos de control (dianas o target) deberán ser radiados a partir de los vértices de la red topográfica, el error medio cuadrático de los componentes x, y, z, estarán dentro los rangos exigidos en el presente documento.

Algunas marcas reflectivas estarán georreferenciadas, y se podrán emplear como puntos de control. La información registrada con el escáner estará referida al Sistema de Referencia MAGNA SIRGAS, Coordenadas Planas cartesianas origen Bogotá.

Se trabaja de forma estática siempre garantizando el solape de las zonas contiguas, con un máximo de 10 escaneos por tramo.

La unión de los escaneos consecutivos se realiza mediante los elementos comunes presentes en las diferentes zonas escaneadas: dianas y esferas.

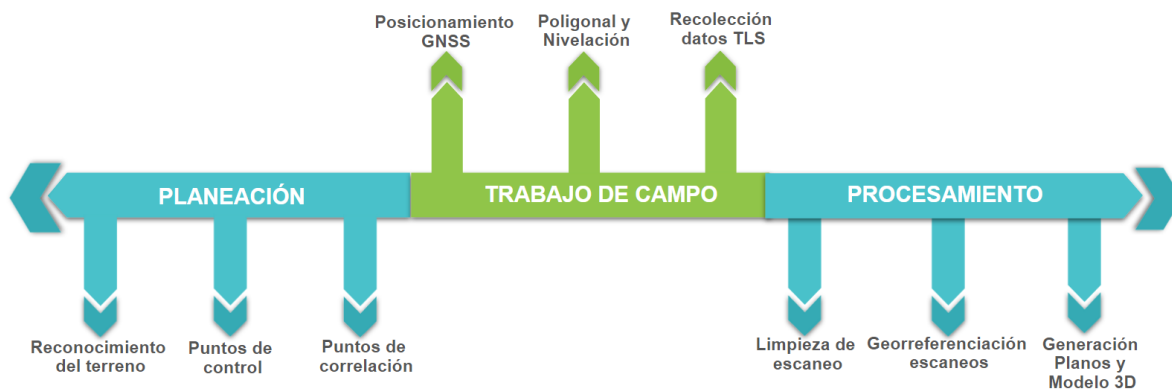


Ilustración 2 Ejemplo de esquema metodológico para levantamiento con escáner terrestre.

Fuente: Elaboración propia

Sistema de mapeo fotogramétrico móvil terrestre:

La toma de información se debe efectuar empleando dispositivos de captura remota y posteriormente realizar procesos fotogramétricos para obtener las coberturas georreferenciadas de los productos solicitados.

El equipo móvil de adquisición de información cartográfica empleado para realizar el recorrido, deberá contar con un sistema de posicionamiento para la georreferenciación de cada una de las capturas, apoyado en la Base GNSS ubicada en un punto con coordenadas conocidas para realizar corrección en posición de las imágenes capturadas.

⁴TLS: Terrestrial Laser Scanner

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			idu
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

El sistema fotogramétrico estará instalado en cualquier medio de transporte bien sea carro, camioneta, moto, entre otros, y se realizará la captura de imágenes georreferenciadas (360°) cada 5 metros como máximo.

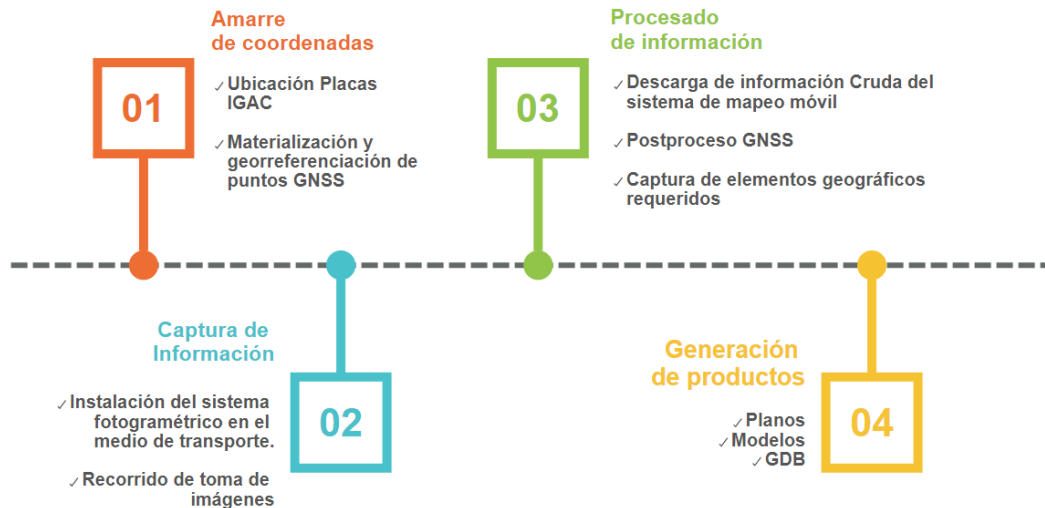


Ilustración 3 Ejemplo esquema metodológico para levantamiento con sistema mapeo móvil
Fuente: Elaboración propia

7.2.9 Levantamientos especiales

La categoría de levantamientos especiales estará delimitada por los requerimientos del proyecto (prediales, arquitectónicos, geotécnicos, hidráulicos, redes secas, estructuras y superestructuras), al igual que las tecnologías a emplear su implementación estará determinada por el nivel de experticia requerido, lo cual quedará explícitamente delimitado en el anexo técnico del proyecto.

Las especificaciones técnicas y requerimientos irán consignadas en el capítulo técnico de cada proyecto, de acuerdo con las normativas vigentes.

Cable Aéreo

Adicional a lo descrito en los numerales anteriores, para estudios de topografía de proyectos de Cables Aéreos o cualquier otro que indique el Instituto, el Consultor debe contar con plataformas aéreas que incorporen tecnología LIDAR que permita obtener planos en CIVIL3D, ortofotos, nubes de puntos en 3 dimensiones, MDT y MDS, entre otros, donde se puedan medir las construcciones, árboles, postes u otros en sus puntos más altos, para verificar que no haya interferencias con el trazado del eje, modificar el trazado o determinar con exactitud los posibles predios a comprar, y complementarlo con topografía convencional para los detalles que lo requieran, en todo caso, deberán cumplir con las precisiones exigidas y presentar la totalidad de soportes y productos que sustenten los trabajos realizados, incluidas ortofotos, .LAS, .RCP modelos 3D de terreno y de superficie, planes de vuelo, entre otros, por los cuales NO se podrán cobrar valores adicionales, ya que fueron contemplados dentro del presupuesto.

Estabilización de Taludes

Adicional a lo descrito en los numerales anteriores, debe tenerse en cuenta:

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- Salida gráfica a escala 1:500, 1:200 o mayores, con curvas de nivel cada 0.50 m o cada 0.20 m, según la necesidad del proyecto
- Referencias materializadas suficientes para el replanteo posterior.
- Materialización en el terreno mínimo 3 mojones en sitios con suficiente estabilidad y permanencia, claramente identificados.
- El levantamiento topográfico debe incluir la localización de los sitios de exploración geotécnica, las estaciones de levantamiento geológico, las estaciones de levantamiento de discontinuidades y en general los sitios donde se realicen inspecciones técnicas de interés para el estudio.

Espacio público

Adicional a lo descrito en los numerales anteriores y considerando que no todos los proyectos de espacio público intervendrán las calzadas vehiculares adyacentes, el levantamiento topográfico sobre andenes debe permitir identificar el perfil completo del mismo y los sardineles existentes. Por lo anterior, dentro de los detalles a levantar en terreno se incluirá el: a) Parte alta sobre el sardinel, y, b) Parte baja sobre la calzada, lado izquierdo o derecho. Se podrán exigir escalas de presentación de planos, distanciamiento de curvas de nivel, entre otros, diferentes a las mencionadas, de acuerdo con el tamaño y las necesidades específicas de cada proyecto.

8. PRODUCTOS QUE DEBE ENTREGAR EL CONSULTOR

8.1. INFORMES

A continuación, se presenta una descripción de los aspectos generales que se deben tener en cuenta para la entrega de los productos por parte del Consultor según lo establecido anteriormente. 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 lineamientos técnicos inherentes, sea necesaria para el adecuado y normal desarrollo de los estudios y que garantice cumplir con los objetivos de las labores contratadas, teniendo en cuenta lo definido en el Manual de Gestión de Interventoría y/o Supervisión de Contratos en su versión vigente.

Política de informes

La Consultoría en el transcurso de la ejecución del contrato, debe presentar al Supervisor IDU los informes necesarios, que permitan al IDU efectuar el seguimiento al avance y demás aspectos relevantes del proyecto, elaborando y entregando todos aquellos informes, datos, presentaciones u otros que les sean solicitados por el IDU.

El Contratista debe guardar y/o conservar todos los archivos con sus documentos soporte del contrato mínimo durante 10 años después de terminado el mismo.

Los diferentes informes deben ser aprobados por el Supervisor IDU, lo cual será requisito para la suscripción de las Actas de Pago, de Recibo y Liquidación.

El Supervisor IDU debe revisar los informes presentados por la Consultoría en medio digital, verificando que los mismos contengan como mínimo los ítems solicitados en cada uno de ellos. En caso de observar algún presunto incumplimiento o que la información no sea clara o veraz, el informe será devuelto con las observaciones pertinentes, para los ajustes correspondientes

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

8.1.1 Informe de entrega final del estudio topográfico de cada proyecto

El Consultor debe elaborar y presentar en formato digital, un informe de entrega del estudio topográfico de cada proyecto, en el cual se consignen todas las actividades desarrolladas y que refleje los productos resultantes.

El informe de entrega de estudio topográfico presentado por el Consultor será revisado y aprobado por el Supervisor IDU. Dicho informe debe contener como mínimo la siguiente estructura:

Informe General

- Introducción
- Antecedentes y justificación
- Objetivos
- Localización
- Relación de la información soporte obtenida
- Descripción y alcance
- Equipos y accesorios utilizados
- Personal involucrado en el estudio topográfico (Nombre y matrícula profesional vigente).
- Análisis de información recibida o investigada para el desarrollo del contrato.
- Metodología empleada en cada procedimiento (campo y oficina)
- Resumen de los datos obtenidos por cada subproducto y producto en términos de precisión y resultados, incluyendo los siguientes datos:
 - Materialización de placas (tipo de materialización, dimensiones, material placa, texto placa, foto placa, distancia entre pares y entre parejas)
 - Procedimiento de posicionamiento GNSS y de puntos de control, coordenadas finales obtenidas, precisión de cada punto expresada en metros
 - Tipo de poligonal o marco de referencia, longitud, coordenadas finales de los vértices de control, precisión obtenida
 - Punto amarre nivelación, tipo de cota vértice de amarre, tipo de nivelación realizada, longitud de los circuitos, cotas geométricas de los vértices y deltas del proyecto, errores obtenidos expresados en metros
 - Número de puntos capturados, precisión de los puntos
- Conclusiones y recomendaciones para tener en cuenta en la siguiente etapa.

Anexos

Personal y Equipos

- Tarjeta profesional y certificado de vigencia
- Especificaciones técnicas y certificados de calibración de los equipos utilizados (máximo 6 meses de expedida)
- Documentos adicionales

Georreferenciación

- Archivos crudos y RINEX, con información de las bases y de los vértices posicionados
- Efemérides
- Reporte de post proceso, procedimientos, cálculos, ajustes y resultados
- Formato de campo ocupación GNSS y formato de descripción vértices GNSS

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Poligonal o Marco de Referencia

- Datos crudos estación, cálculos, carteras, ajuste de Poligonales de amarre o marco de referencia, error cierre. Todo en formato Excel estandarizado y formulado.
- En el caso que se realice un marco de referencia con equipos GNSS, se deberán entregar los mismos soportes solicitados en Georreferenciación

Nivelación

- Reporte vértice IGAC vigente del vértice utilizado
- Datos crudos nivel, cálculos y carteras (campo y oficina estandarizadas y formuladas en Excel) que contengan la nivelación y contra nivelación, distancia, error de cierre, entre otros.

Detalles

- Datos crudos, cálculos y ajustes
- Listado de códigos de la estación
- Listado de deltas y puntos capturados desde cada delta
- Listado final de detalles con coordenadas y alturas (provenientes de la nivelación geométrica)
- Otros (planes de vuelo u otros que sean soporte a la captura de detalles realizada mediante LIDAR o cualquier otra técnica).

Planos Topográficos

Los planos topográficos del proyecto deben contener la representación y dibujo de todos los objetos existentes en el polígono de estudio en coordenadas X, Y, con alturas derivadas de la nivelación geométrica de control, a la escala y separación de curvas de nivel aprobadas por el IDU, clasificados en layer (capas o niveles) independientes, con los bloques entregados y los bloques y convenciones establecidas por las empresas o entidades competentes, usando el comando 3Dpoly en las líneas continuas tales como andén, borde vía, ejes, paramentos, datos básicos de redes secas e hidrosanitarias y demás, debidamente georreferenciados y con las alturas correspondientes, las curvas de nivel procesadas con la información tomada directamente del terreno, nube densa de puntos 3D georreferenciado, al igual que el modelo digital de terreno y de superficie, perfiles, secciones, con la precisión requerida además de las características especificadas en este documento, todo presentado como mínimo en formato digital *.dwg de CIVIL3D y los demás exigidos por el Instituto, utilizando los bloques base entregados por el área supervisora del IDU.

Se deben presentar planos y salidas gráficas firmadas por el Consultor, que contengan como mínimo:

- Bloques utilizados
- Nube de puntos 3D formato .LAS, DWG y en los distintos formatos que se exijan
- MDT y Curvas de Nivel
- MDS
- Ortofotos, videos, fotos 360 u otros
- Planos en planta con la vectorización de la totalidad de elementos de la zona de estudio y los bloques y clasificación correspondientes
- Planos de perfiles y secciones
- Planos y formatos de inspección de redes (secas e hidrosanitarias)
- Esquemas área de levantamiento, GNSS, Poligonal o Marco de Referencia, Circuito de Nivelación, Cobertura nube de puntos
- Formato Metadatos

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Registro Fotográfico

- El Consultor debe llevar un registro fotográfico cronológico, en el cual se pueda evidenciar los trabajos realizados, los equipos y procedimientos, deben incluir fotos de las placas, georreferenciación, poligonal o marco de referencia, nivelación, captura detalles, inspección de redes y cualquier otro necesario

Estimación costo siguiente etapa

Riesgos asociados al componente

Otros Entregables

- Información digital restante que se considere necesaria como soporte de los trabajos

Pruebas para garantizar la calidad del producto

- Plan de Calidad en el cual se identifique claramente los procedimientos y pruebas de verificación para garantizar la calidad de los datos, análisis de resultados, precisiones esperadas vs alcanzadas en cada procedimiento (Materialización, Georreferenciación, Poligonal o Marco de referencia, Nivelación, Detalles, Redes, entre otros).

Contrato y Anexo Técnico

- Copia del contrato, anexo técnico y actas de seguimiento realizadas para proyecto

Los productos serán presentados en formato digital, y se entregarán de acuerdo con lo establecido en la Guía: “Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público” vigente, y lo especificado en los capítulos del presente documento.

Los productos generados tendrán como base únicamente información primaria tomada directamente en campo y que cumpla con todos los estándares de calidad exigidos por el IDU especificados en el presente capítulo, en la guía de elaboración de estudios topográficos IDU, lo solicitado en cuanto a layer, rótulos e informes de la guía de entrega de productos en formato digital, los productos requeridos en la guía de Maduración de Proyectos y demás documentos contractuales.

NOTA: *El Consultor radicará los informes en formato digital durante el transcurso del contrato, para revisión y aprobación del Supervisor. Al final de la consultoría, el Consultor entregará al Supervisor una copia de la totalidad de información presentada y aprobada durante el transcurso del contrato, la cual deberá ir almacenada en un dispositivo físico (USB, Disco Duro u otros), con destino al Centro de Documentación del Instituto.*

NOTA: *Los planos deben mostrar el empalme entre la infraestructura construida o diseñada con la existente y deben ir armonizados con proyectos paralelos y empresas públicas y privadas.*

El producto se debe entregar de acuerdo con la estructura de carpetas suministrada en la Guía GUIC06 Entrega de Productos Digitales.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Los productos pueden variar dependiendo de los equipos y metodologías empleadas, pero en todo caso, se debe entregar al Instituto la totalidad de la información y subproductos que soporten el estudio. El consultor entregará la totalidad de los productos resultantes de campo y oficina, de ser necesario facilitará el software requerido para la visualización o manipulación y entregará los productos según las normas vigentes consignadas en el anexo técnico del proyecto o las que las deroguen o modifiquen.

El consultor será totalmente responsable de la calidad, cálculos, subproductos y productos generados en cada proyecto.

NOTA: Los métodos de captura de información con nuevas tecnologías (Sistema móvil terrestre, LIDAR aéreo o terrestre, escáner láser terrestre, drones, entre otros) garantizarán puntos de control, con los requerimientos exigidos para productos GNSS y de nivelación consignados en el presente documento. El consultor entregará la totalidad de los productos resultantes de campo y oficina, de ser necesario facilitará el software requerido para la visualización o manipulación y entregará los productos según las normas vigentes consignadas en el anexo técnico del proyecto o las que las deroguen o modifiquen.

Al ser la topografía insumo fundamental del proyecto, el consultor y la interventoría se harán responsables de la totalidad de los productos y subproductos que sean generados como resultado de los estudios topográficos de los proyectos.

7.3 ESPECÍFICOS

7.3.1 LIDAR y fotografías aéreas

El vuelo contará con una red de puntos de apoyo, distribuida de forma equidistante, fácilmente identificable y localizada al interior del polígono del área de estudio, con el fin de no tener inconvenientes en el proceso de Aero triangulación.

La georreferenciación de los vértices de la red de apoyo, se realizará formando vectores o polígonos y deberá operar de manera simultánea, por tanto, se requiere tener en cuenta una estación permanente o de rastreo continuo.

Los requerimientos y especificaciones técnicas mínimas que se deben cumplir al momento de realizar el levantamiento por medio de GNSS, la materialización, georreferenciación y nivelación serán los descritos en los numerales anteriores.

El pos-proceso los datos de navegación y medición GPS, deberán ser procesados empleando las efemérides precisas, época vigente, las coordenadas actualizadas de la estación permanente (última publicación), y cálculo de velocidades.

La resolución espacial de cada fotografía aérea obtenida, deberá ser la correspondiente a un $GSD \leq 4$. Se deben definir las líneas de quiebre y tener en cuenta que las curvas de nivel deben ser suavizadas, continuas y no deberán cruzarse.

Los archivos finales: Modelo Digital de Terreno – MDT, Modelo Digital de Superficie - MDS (en formato Raster), TIN, ASCII, curvas de nivel (generadas a partir del MDT y entregadas en formato DWG), Ortofotos u Ortofotomosaicos, deberán estar proyectados al sistema de referencia MAGNA-SIRGAS origen Bogotá.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

Teniendo el Ortofotomosaico como insumo, se procede a la vectorización de los elementos identificables para construir los planos entregables, los cuales deben cumplir con la precisión exigida para cada uno de los productos finales.

El contratista o tercero realizará el reporte de calidad del proceso fotogramétrico (Quality Report), el cual deberá incluir como mínimo los siguientes aspectos:

Resumen:

- Proyección
- Fecha y hora del levantamiento
- Tamaño del pixel (GSD)
- Área cubierta
- Planes de vuelo programados y ejecutados
- Duración del vuelo

Control de calidad:

- Detalles del ajuste del bloque de imágenes.
- Parámetros internos de la cámara, para la correlación.
- Tabla de puntos de paso generados automáticamente (Tie Points), en el cual se indique el número de puntos generados por imagen, y el número de puntos con correspondencia mínimo en dos imágenes.
- Tabla de puntos de paso obtenidos manualmente, donde se indique el RMSE obtenido por la correlación de imágenes.
- Ilustraciones: Distribución de puntos de paso, Número de imágenes superpuestas para cada píxel del Ortofotomosaico, y Triangulación de la superficie

Detalles de Georreferenciación:

- Tabla de puntos de control en tierra, con los errores $RMSE_{x,y,z}$ obtenidos en el proceso de georreferenciación y la relación del número de imágenes en las que se ha obtenido automática y manualmente cada punto.
- Varianza absoluta de la georreferenciación: Incluir el $Error_{min}$ y $Error_{max}$ de cada punto de control, con respecto a los intervalos de error predefinidos.
- Mostrar el porcentaje de error en x, y, z, de la georreferenciación de las imágenes, obtenido a partir de la diferencia entre la imagen inicial y las posiciones calculadas.
- Calcular en x,y,z los valores de media, desviación estándar y RMSE.
- Además de indicar el número de imágenes que han sido catalogadas como inexactas en el proceso de georreferenciación.
- Varianza relativa de la georreferenciación: Incluir el error relativo de la georreferenciación R_x , R_y , R_z , el cálculo de la media y la desviación estándar.
- Características generales del procesamiento, corresponde a un cuadro resumen donde se incluye el modelo de la cámara, los parámetros de calibración de la cámara, el sistema de coordenadas de la imagen, de los puntos de control y de salida.
- Ilustraciones: Ubicación de los puntos de control en las imágenes homólogas.

Nube de puntos para el Modelo Digital de Terreno:

- Escala de la imagen

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- Densidad de puntos:
- Número de puntos mínimos para realizar la correlación.
- Generación de malla o cuadrícula para el modelo
- Tamaño y espaciamiento de la grilla utilizada para el DSM.

DSM, Ortofotomosaico y Detalles:

- Resolución del Modelo Digital de Terreno y Ortofoto (GSD, cm/pixel)
- Filtros realizados: ruido y suavizado de superficies.
- Índice de calibración radiométrica, para visualizar si la calibración radiométrica se ha utilizado.
- Método utilizado para generar el MDS.
- Intervalo de curvas de nivel generadas.

Adicionalmente, hacer entrega de:

- Archivo de texto en extensión *.CSV, donde se muestren todas las características de la línea de vuelo ejecutada.
- Reporte de ajuste de los puntos de control en el proceso fotogramétrico.
- Archivos de modelos de ajuste y triangulación.
- Ortofotomosaico a color en formato ECW o GEOTIFF, organizadas en la secuencia dentro de la línea de vuelo.
- Permisos y autorizaciones de las entidades reguladoras
- Permisos de vuelo de diferentes proyectos realizados en los dos últimos años emitidos por la Fuerza Aérea Colombiana y la Aeronáutica Civil de Colombia, incluyendo el nombre del piloto y la matrícula de la aeronave para trabajos de Aerofotografía.
- Copia de la especificación de operación en la modalidad de aerofotografía.
- Certificado de Aeronavegabilidad Especial vigente, emitido por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil donde aparezca la matrícula de la aeronave para realizar los sobrevuelos.
- Las labores de instalación de los equipos necesarios para la captura fotográfica y de los datos LIDAR, en la ventanilla de fuselaje inferior, deben estar debidamente legalizada mediante una orden de ingeniería aprobada por la Aeronáutica Civil o un STC.
- Archivos digitales con la nube de puntos (MDT y MDS con clasificación de alturas e intensidades) filtrados y empalmados en formato *.LAS y *.dwg.
- Archivo del MDT en formato Raster tipo Geotiff y TIN.
- Archivo digital con las curvas de nivel sobre toda el área de interés, líneas de quiebre, en formato .dwg.
- Archivo en formato digital con la totalidad de los elementos correspondientes al estudio topográfico de campo.

La información proveniente del sensor aéreo debe ser homogénea y garantizar la precisión mínima exigida para el estudio topográfico, sin importar las diferentes metodologías para la captura de información.

Nota: Todos los permisos, trámites y gastos, necesarios para la realización de los vuelos serán responsabilidad del consultor, la verificación de los permisos será responsabilidad de la interventoría.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

7.3.2 Escáner láser terrestre

Se obtendrán mediciones individuales conformando una nube de puntos tridimensional en un sistema de coordenadas (x, y, z), las cuales componen un modelo 3D de todos aquellos objetos escaneados.

Con el fin de asignar coordenadas a los puntos de control (targets o dianas) que permiten efectuar la georreferenciación del trabajo, se realiza un levantamiento topográfico a nivel planimétrico y altimétrico, o en el caso que el equipo escáner lo permita, realizar una georreferenciación directa.

Esta transformación de la nube de puntos cruda obtenida se ve reflejada en un resultado final: nube de puntos filtrada, planos 2D (planta, secciones transversales), y modelos 3D texturizados.

Deberá hacerse entrega de:

- Archivo ASCCI, de las coordenadas x, y, z crudas del escaneo
- Archivos en extensión *.LAS y *.dwg de las nubes de puntos ajustadas al sistema de referencia establecido.
- Memoria técnica del ajuste de la información láser: Creación de objetos de referencia, unión de escaneos, georreferenciación, filtrado de los escaneos, segmentación, clasificación de objetos de la nube de puntos, y generación de productos.
- Todos los productos derivados deberán ser exportados en formato o extensión *.dwg, y dependiendo de los requerimientos del proyecto, como: Perfiles longitudinales, secciones transversales, planta, modelado 3D (CAD) de las entidades extraídas de la nube de puntos, microtopografías, volúmenes en 3D, modelos digitales del terreno o de superficie, curvas de nivel.
- Imágenes panorámicas obtenidas, para cada una de las estaciones del escáner.
- Archivo del MDT en formato Raster tipo Geotiff y TIN.
- Archivo digital con las curvas de nivel sobre toda el área de interés, líneas de quiebre, en formato DWG.
- Archivo en formato digital con la totalidad de los elementos correspondientes al estudio topográfico de campo.
- La información proveniente del sensor aéreo debe ser homogénea y garantizar la precisión mínima exigida para el estudio topográfico, sin importar las diferentes metodologías para la captura de información.

Nota: Todos los permisos, trámites y gastos, necesarios para la realización de los trabajos serán responsabilidad del consultor, la verificación de los permisos será responsabilidad de la interventoría.

7.3.3 Sistema móvil terrestre

Para la adquisición de imágenes con el sistema de mapeo móvil terrestre, se hará entrega de:

- Datos crudos (IMU + GPS/GLO + imágenes)
- Archivos procesados obtenidos mediante el sensor utilizado.
- Identificación de elementos en coordenadas en coordenadas Planas Cartesianas locales, datum oficial para Colombia sistema de referencia Magna Sirgas.
- Levantamiento de recorrido virtual de la zona.
- Índice fotográfico en formato *.kmz, *.shp.
- Archivo del MDT en formato Raster tipo Geotiff y TIN.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- Archivo digital con las curvas de nivel sobre toda el área de interés, líneas de quiebre, en formato DWG.
- Archivo en formato digital con la totalidad de los elementos correspondientes al estudio topográfico de campo.
- La información proveniente del sensor aéreo debe ser homogénea y garantizar la precisión mínima exigida para el estudio topográfico, sin importar las diferentes metodologías para la captura de información.

Nota: Todos los permisos, trámites y gastos, necesarios serán responsabilidad del consultor, la verificación de los permisos será responsabilidad de la interventoría y avalados por el área supervisora del proyecto.

7.3.4 Levantamiento de información fotogramétrica con Dron

La toma de información mediante el uso de vehículos no tripulados - drones o UAV (Unmanned Aerial Vehicle), debe cumplir los siguientes requisitos mínimos:

8.2.4.1 Generales del vuelo

- Resolución espacial de la ortofotografía GSD: 4 cm
- Distancia Focal: 20mm que brinde una cobertura de 94°
- Sobre posición: 80/70
- Altitud de Vuelo máx.: 100 metros
- Cámara fotográfica mínimo de 20 Mpx

8.2.4.2 Ortofotografía

La imagen capturada debe tener como mínimo 20 m de sobrecancho del corredor o polígono objeto de estudio. La Fotografía debe tener una escala constante y propiedades de una proyección ortogonal, formada a partir de una fotografía en proyección central mediante rectificación diferencial ⁵.

En una ortofotografía los objetos ocupan sus posiciones horizontales reales. Si la rectificación ha sido analógica no se ha corregido el desplazamiento de las superficies verticales. La ortofotografía debe cumplir como mínimo con las siguientes características técnicas:

- Imágenes métricas RGB de los polígonos de trabajo cuya extensión aproximada es de 615.26 Has con una resolución espacial GSD de 4 cm / PIX.
- Para la aerotriangulación o puntos de apoyo se deben tomar mojones máximo cada 50 metros los cuales se deben georreferenciar al sistema Magna Sirgas
- Las imágenes se deben tomar con líneas de vuelo previamente establecidas por el contratista y aprobadas por la supervisión del IDU, garantizando las siguientes características técnicas:
 - Overlap: 80/70
 - Altura de vuelo máximo 100 metros.

Los pilotos de aeronaves no tripuladas deben contar con diploma vigente de piloto de dron expedido por una institución aprobada por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil – UAEAC, la

⁵ Definición Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña - <http://www.icgc.cat/es/Ayuda/Preguntas-frecuentes/Diferencias-entre-fotografia-aerea-y-ortofoto>

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

cual se verificará en el link: [HTTP://WWW.AEROCIVIL.GOV.CO/CONSULTA-EN-LINEA/CONSULTA-DE-EMPRESAS-AEREAS](http://www.aerocivil.gov.co/consulta-en-linea/consulta-de-empresas-aereas) (Centro de instrucción).

Las aeronaves no tripuladas deben contar con la certificación de inclusión vigente en la base de datos RPAS de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. La cual será verificada en el link: [HTTP://WWW.AEROCIVIL.GOV.CO/CONSULTA-EN-LINEA/CONSULTA-DE-MATRICULADAS-DE-AERONAVES](http://www.aerocivil.gov.co/consulta-en-linea/consulta-de-matriculadas-de-aeronaves)

Nota: Se reitera que independiente de la tecnología que se desee emplear para la realización del estudio topográfico, el plano planta perfil final, el modelo digital de terreno y demás entregables deberán cumplir con los requisitos de precisión exigidos en la presente guía para los vértices GNSS, poligonal o marco de referencia, nivelación, detalles y otros subproductos.

8 CONTROL DE CALIDAD

El Contratista, Promotor o tercero deberá estructurar un plan de calidad para evidenciar el cumplimiento de los requisitos de calidad en el desarrollo específico del contrato y la armonización entre el sistema de gestión de calidad del Contratista y el Subsistema de Gestión de Calidad del Instituto, debe cumplir con los requisitos definidos en la Norma Técnica Internacional NTC ISO 10005:2005 o la vigente, lo definido en la Norma Técnica Colombiana NTC 6271 de 2018 de Estudios Topográficos y demás normas, manuales y guías que apliquen, realizando y dejando constancia como mínimo de los siguientes procedimientos:

- Todos los equipos deben contar con el respectivo certificado de calibración
- A todos los equipos se les debe realizar pruebas de verificación instrumental in situ, antes de iniciar el proyecto y durante su ejecución, como mínimo una vez al mes.
- Se debe verificar que los resultados obtenidos del trabajo de campo (monumentación, georreferenciación, poligonales, nivelación, captura de detalles e inspección de redes, etc), y que los resultados obtenidos del trabajo de oficina (post procesos, carteras, cálculos, planos, informes, y demás entregables) cumplan con las especificaciones mínimas exigidas en los documentos contractuales. La Consultoría deberá realizar un informe con las pruebas de calidad realizadas a cada uno de los subproductos anteriormente relacionados u otros, el cual garantizara que los productos presentados tienen la calidad exigida y será el soporte para generar la aprobación del estudio realizado.
- Talento humano
- Especificaciones o normas técnicas aplicables
- Manejo de salidas no conformes
- Manejo de acciones correctivas y preventivas
- Se debe entregar el producto final según la estructura de carpetas definida por el IDU y con la totalidad de archivos que soporten los trabajos realizados
- El informe se debe presentar según lo solicitado en la presente guía y cumpliendo las normas APA y demás requerimientos de la guía de “Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público”, versión vigente.
- Los planos se deben presentar en el layout vigente entregado por el Instituto, y la información del formato se diligenciará según lo indicado en la guía de “Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público”, versión vigente.

GUÍA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS			
CÓDIGO GU-DP-02	PROCESO DISEÑO DE PROYECTOS	VERSIÓN 4	

- Todos los productos y soportes se deben presentar en versión editable y pdf.
- Los informes y planos finales se deben presentar firmados por la Consultoría
- La precisión horizontal de orto-imágenes digitales, datos planimétricos y conjuntos de datos de elevación deberá ser documentada en los metadatos de acuerdo con el estándar ASPRS.
- Se deberá cumplir con lo exigido en el anexo técnico del contrato, Manual de Gestión de Interventoría y/o Supervisión de Contratos vigente, la guía de elaboración de estudios topográficos IDU, la guía de Maduración de Proyectos, la guía de Entrega de Productos en Formato Digital, los convenios interinstitucionales, la Norma Técnica Colombiana de Estudios Topográficos (NTC 6271 de 2018), las resoluciones vigentes del IGAC, las normas de Empresas de Servicios públicos, entre otros.

9 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los siguientes documentos pueden ser tomados como referencia en sus versiones vigentes:

- Guía GU-FP-04 Guía de Maduración de Proyectos IDU
- Guía GU-DO-04 Cero Papel.
- Guía GU-IC-06 Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público.
- Instructivo IN-CI-01 Intervención de urbanizadores.