



SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
Proceso de contratación adelantado

ANEXO 9

ANEXO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS DE TOPOGRAFIA SELECCIÓN ABREVIADA POR SUBASTA INVERSA No. 4151.010.32.1.1231-2026

*Especificaciones técnicas de los equipos de topografía, captura LiDAR terrestre, georradar
y cómputo de apoyo al levantamiento topográfico de la infraestructura vial*

Contenido

Contenido	1
1. Objeto y alcance	3
Alcance de la adquisición	3
Componentes mínimos del suministro	4
2. Principios de especificación y libre concurrencia	4
3. Condiciones comunes a todos los ítems	5
3.1 Garantía	5
3.2 Soporte técnico y niveles de atención	5
3.3 Capacitación	5
3.4 Mantenimiento, verificación y actualizaciones	5
3.5 Licenciamiento de software	6
3.6 Transporte y protección	6
4. Ítem 1 — Escáner láser terrestre 3D	6
Descripción	6
Alcance de la solución	6
Componentes mínimos	6
Especificaciones técnicas mínimas	7
Accesorios y entregables	7
5. Ítem 2 — Receptores GNSS RTK (base + rover)	8
Descripción	8
Alcance de la solución	8
Componentes mínimos	8
Especificaciones técnicas mínimas	8
Accesorios y entregables	9
6. Ítem 3 — Estación total robótica	9
Descripción	9
Alcance de la solución	9
Componentes mínimos	10
Especificaciones técnicas mínimas	10
Accesorios y entregables	11
7. Ítem 4 — Georradar (GPR) de servicios subterráneos	11
Descripción	11
Alcance de la solución	11
Componentes mínimos	11
Especificaciones técnicas mínimas	11
Accesorios y entregables	12
8. Ítem 5 — Escáner de concreto (GPR)	12
Descripción	12
Alcance de la solución	12
Componentes mínimos	12
Especificaciones técnicas mínimas	13
Accesorios y entregables	13
9. Ítem 6 — Sistema aéreo no tripulado (dron)	13
Descripción	13
Alcance de la solución	13
Componentes mínimos	13
Especificaciones técnicas mínimas	14

Accesorios y entregables	14
10. Ítem 7 — Nivel digital de precisión	14
Descripción	14
Alcance de la solución	14
Componentes mínimos	15
Especificaciones técnicas mínimas	15
Accesorios y entregables	15
11. Normas de verificación y glosario	16

1. Objeto y alcance

El presente anexo técnico establece las especificaciones mínimas de los equipos que la Secretaría de Infraestructura de Santiago de Cali requiere adquirir para apoyar el levantamiento topográfico, el control de obra, el modelado 3D, la localización de redes subterráneas y la inspección no destructiva de estructuras, en el marco de las intervenciones de la infraestructura vial del Distrito.

El proceso se estructura en siete (7) ítems que conforman una solución integral e indivisible para la entidad. La oferta deberá presentarse por la totalidad de los ítems, no se aceptarán ofertas parciales, y la adjudicación se efectuará por el total, conforme a las reglas del pliego de condiciones. Los ítems son los siguientes:

Ítem	Descripción	Unidad	cantidad
1	Escáner láser terrestre 3D de alta precisión , con sistema de cámaras integrado para captura de imágenes HDR, registro y alineación de escaneos en campo, tableta de control, trípode, baterías y software para el procesamiento de nubes de puntos, generación de modelos 3D, planos 2D y productos CAD/BIM; incluye accesorios, licencias y capacitación.	PAQUETE	1
2	Sistema de receptores GNSS RTK , compuesto por cuatro receptores configurables como base y rover, compensación de inclinación IMU, controladora, comunicaciones celular y UHF, bastones, bípodes, trípodes, baterías, correcciones satelitales y software de campo y post procesamiento; incluye capacitación.	PAQUETE	1
3	Estación total robótica de alta precisión , con motorización y seguimiento automático de prisma, bastón inteligente con IMU, controladora, prismas, miniprismas, dianas reflectivas, trípode, baterías, radios y software de campo y post procesamiento; incluye capacitación.	PAQUETE	1
4	Sistema de georradar (GPR) para servicios subterráneos , con antena blindada de doble frecuencia, unidad de control, carro todoterreno con odómetro, receptor GNSS, baterías y software de adquisición y postprocesamiento, destinado a localizar redes, ductos, vacíos y anomalías del subsuelo; incluye capacitación.	PAQUETE	1
5	Escáner portátil de concreto basado en tecnología GPR , con antena de alta frecuencia, unidad de control y visualización, baterías, estera de posicionamiento y software de campo y post procesamiento, para localizar refuerzos, cables, conductos, tuberías, vacíos y delaminaciones; incluye capacitación.	PAQUETE	1

6	Sistema aéreo no tripulado compuesto por dos drones multirotor plegables de peso igual o inferior a 250 g , con cámaras estabilizadas, controles con transmisión de video, baterías, cargadores, almacenamiento, accesorios y aplicación con modos inteligentes de vuelo, destinado a inspección y seguimiento audiovisual de obras; incluye capacitación.	PAQUETE	1
7	Sistema de nivelación digital de alta precisión , compuesto por dos niveles electrónicos con lectura automática, dos miras Invar, dos trípodes, baterías, cargadores y software de oficina para gestión, ajuste y generación de reportes de nivelación; incluye accesorios y capacitación.	PAQUETE	1

Nota 1: La unidad “**PAQUETE**” comprende cada uno de los equipos, accesorios, licencias y entregables relacionados en el presente ANEXO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA para cada ítem.

A continuación, se relaciona las descripciones de los equipos y su funcionalidad:

Ítem	Equipo	Función principal
1	Escáner láser terrestre 3D	Nubes de puntos 3D de alta densidad para modelado y documentación.
2	Receptores GNSS RTK (base + rover)	Posicionamiento satelital de precisión centimétrica con corrección en tiempo real.
3	Estación total robótica	Levantamiento y replanteo de alta precisión operado por un solo técnico.
4	Georradar (GPR) de servicios subterráneos	Localización no destructiva de redes y anomalías del subsuelo.
5	Escáner de concreto (GPR)	Inspección no destructiva de elementos embebidos en hormigón.
6	Sistema aéreo no tripulado (dron)	Captura fotogramétrica aérea de apoyo a los levantamientos.
7	Nivel digital de precisión	Nivelación geométrica de alta precisión para control de asentamientos y obras.

Alcance de la adquisición

La presente adquisición tiene por objeto dotar a la Secretaría de Infraestructura de Santiago de Cali de un conjunto de equipos especializados para el levantamiento topográfico, la captura LiDAR terrestre, la localización de redes subterráneas, la inspección no destructiva de estructuras y la nivelación de precisión, en el marco de las intervenciones de la infraestructura vial del Distrito.

El propósito es habilitar un flujo de trabajo continuo, desde la captura de datos en campo hasta la generación de entregables, análisis y diseños en oficina, que asegure eficiencia operativa, integridad de la información e interoperabilidad entre los equipos. La interoperabilidad es un objetivo de la presente adquisición: los equipos deberán poder intercambiar datos e integrarse en un flujo de trabajo común. Para garantizar de forma verificable, dicha interoperabilidad se exige mediante el soporte de formatos y protocolos estándar abiertos de la industria (E57, LAS, LandXML, DXF/DWG, RINEX,

RTCM 3.x, NMEA 0183), de modo que los equipos se integren entre sí y con la infraestructura existente de la entidad.

Componentes mínimos del suministro

La presente adquisición se compone, como mínimo, de los siguientes ítems, que constituyen una solución integral. La oferta deberá comprender la totalidad de los ítems y la adjudicación se hará por el total, conforme al pliego de condiciones; no se aceptan ofertas ni adjudicaciones parciales. La interoperabilidad entre los equipos se define por formatos y protocolos estándar abiertos:

- A. Escáner láser terrestre 3D: generación de nubes de puntos 3D de alta densidad para modelado, documentación e inspección; incluye accesorios y las licencias necesarias para su operación y post-procesamiento.
- B. Receptores GNSS RTK (base + rover): posicionamiento satelital de precisión centimétrica con corrección en tiempo real y compensación de inclinación; incluye controladora de campo y software de oficina.
- C. Estación total robótica: levantamiento y replanteo de alta precisión operado por un solo técnico, con bastón inteligente y seguimiento de prisma; incluye controladora y software de post-procesamiento.
- D. Georradar (GPR) de servicios subterráneos: localización no destructiva de redes y anomalías del subsuelo; incluye software de adquisición y post-procesamiento.
- E. Escáner de concreto (GPR): inspección no destructiva de elementos embebidos en hormigón; incluye software de campo y de post-procesamiento.
- F. Sistema aéreo no tripulado (dron): captura fotogramétrica aérea de apoyo a los levantamientos, conforme a la reglamentación aeronáutica de la Aerocivil; incluye software de planificación de vuelo y de procesamiento.
- G. Nivel digital de precisión: nivelación geométrica de alta precisión para control de asentamientos y de obra; incluye mira Invar y software de oficina.

2. Principios de especificación y libre concurrencia

Las especificaciones de este anexo se redactan conforme a los principios de selección objetiva y libre concurrencia (Ley 80 de 1993, Ley 1150 de 2007 y Decreto 1082 de 2015). En consecuencia, se aplican las siguientes reglas a la totalidad del documento:

- **Especificación por desempeño.** Los requisitos se expresan como umbrales mínimos ("igual o superior a") o como funciones a cumplir, verificables objetivamente.
- **Interoperabilidad por estándares abiertos.** La integración entre equipos y con la infraestructura existente de la entidad se exige mediante formatos y protocolos estándar de la industria (E57, LAS, LandXML, DXF/DWG, RINEX, RTCM 3.x, NMEA 0183).
- **Software compatible.** Donde se requiera software de campo u oficina, se admiten solución que cumpla las funciones exigidas y soporte los formatos estándar señalados.
- **Accesorios originales o equivalentes.** Los accesorios podrán ser del fabricante del equipo o equivalentes de calidad acreditada y compatibles, siempre que no afecten el desempeño ni la garantía.

- **Normas de verificación.** Las precisiones y condiciones se asocian a normas técnicas verificables (serie ISO 17123, IEC 60825-1, IEC 60529/IP, MIL-STD-810H, reglamentos RAC de la Aerocivil).

3. Condiciones comunes a todos los ítems

Salvo que el ítem indique algo distinto, las siguientes condiciones aplican por igual a todos los oferentes y a todos los ítems.

3.1 Garantía

Todos los componentes de hardware deberán contar con garantía contra defectos de fabricación por un término no inferior a tres (3) años, contados a partir de la entrega a satisfacción. La garantía cubrirá reparación o reemplazo sin costo, incluyendo mano de obra y traslados, y estará respaldada por certificado del fabricante o de su distribuidor autorizado, anexo a la propuesta y dirigido al presente proceso, que acredite la cadena de distribución y representación en el país y garantice el servicio postventa durante todo el periodo de garantía.

3.2 Soporte técnico y niveles de atención

El oferente deberá garantizar soporte técnico en Colombia (telefónico, remoto y presencial) durante todo el periodo de garantía. Cada falla reportada se clasificará según su gravedad (leve, grave o crítica) y se atenderá en los tiempos máximos indicados en la siguiente tabla. Para toda falla grave o crítica, el oferente entregará un informe técnico de diagnóstico que indique la clasificación de la falla, su causa, si el equipo es reparable o no, los repuestos requeridos y el tiempo estimado de solución:

Gravedad de la falla	Atención, diagnóstico y tiempos máximos
Leve	Falla menor que no impide el uso del equipo. Atención remota (teléfono o correo), de lunes a viernes (5x8). Tiempo de respuesta: máximo un (1) día hábil. Solución: máximo tres (3) días hábiles.
Grave (reparable)	Falla que afecta una función crítica del equipo, siendo este reparable. Atención en sitio, con respuesta máximo de un (1) día hábil. Informe técnico de diagnóstico: máximo dos (2) días hábiles. Solución definitiva: máximo ocho (8) días hábiles, o máximo treinta (30) días hábiles si requiere repuestos importados o intervención de fábrica.
Crítica / no reparable	Equipo fuera de servicio o que el diagnóstico determine como no reparable. Respuesta: máximo un (1) día hábil. Informe técnico de diagnóstico (indicando si el equipo es reparable o no): máximo dos (2) días hábiles. El oferente proveerá un equipo de reemplazo en calidad de préstamo (máximo cinco (5) días hábiles) mientras dure la reparación; si el equipo es irreparable, lo reemplazará de forma definitiva por uno de iguales o superiores características en máximo treinta (30) días hábiles.

3.3 Capacitación

El contratista impartirá capacitación teórico-práctica al personal designado por la entidad, en el uso, manejo, captura, post-procesamiento y conservación de cada equipo, aportando los materiales y equipos necesarios. El contenido temático se entregará dentro de los tres (3) días siguientes a la celebración del contrato, y se entregará constancia de asistencia.

3.4 Mantenimiento, verificación y actualizaciones

El contratista deberá estimar dentro del valor para cada ítem un plan de mantenimiento preventivo y verificación de los equipos, ejecutado por el fabricante o su servicio técnico autorizado durante la vigencia de la garantía, así como el acceso a todas las actualizaciones del software de campo y de oficina durante dicho periodo. La entidad no asumirá costos adicionales por estos conceptos dentro del periodo de garantía.

Cada mantenimiento preventivo comprenderá, como mínimo:

- Inspección y limpieza de los componentes ópticos, mecánicos y electrónicos del equipo y de sus accesorios.
- Verificación y ajuste de la calibración del equipo, con emisión de certificado de calibración trazable a patrones nacionales o internacionales. Como referencia de método se aplicará la serie de normas ISO 17123 según el tipo de equipo (por ejemplo, ISO 17123-2 en niveles, ISO 17123-3 en estaciones totales e ISO 17123-8 en receptores GNSS RTK); se admitirá igualmente la calibración realizada por laboratorio acreditado (ONAC o equivalente).
- Prueba funcional de exactitud conforme al procedimiento del fabricante.
- Actualización del firmware del equipo y del software de campo y de oficina a la última versión disponible.
- Revisión del estado de baterías, cargadores y accesorios, y reemplazo de consumibles desgastados cuando aplique.
- Informe técnico del estado del equipo con los resultados de las verificaciones realizadas.

El plan contemplará un (1) mantenimiento preventivo por cada año de vigencia de la garantía y un (1) mantenimiento de cierre al finalizar el periodo de garantía. De cada intervención el contratista entregará el certificado de calibración y el informe técnico correspondientes. Estos mantenimientos y sus certificados no tendrán costo adicional para la entidad durante la vigencia de la garantía.

Mantenimiento preventivo de cierre al finalizar el periodo de garantía

Al finalizar el periodo de garantía, el contratista deberá realizar un mantenimiento preventivo integral de todos los equipos suministrados, con el propósito de entregarlos a la Entidad en óptimas condiciones de funcionamiento, precisión y confiabilidad metrológica. Dicho mantenimiento deberá ser ejecutado por el fabricante o por un centro de servicio técnico autorizado, incluyendo como mínimo las siguientes actividades para cada tipo de equipo:

1. Escáner Láser Terrestre 3D

El mantenimiento deberá comprender como mínimo:

- Limpieza especializada de lentes, espejos, emisores y receptores láser utilizando procedimientos autorizados por el fabricante.
- Limpieza y revisión de mecanismos de rotación y compensación.
- Verificación de la precisión angular, lineal y de distancia mediante patrones de referencia.
- Comprobación del funcionamiento del compensador interno y sensores de inclinación.
- Actualización del firmware y del software de procesamiento a la última versión estable disponible.
- Verificación de baterías, cargadores y conectores.

- Diagnóstico de memoria interna, puertos de comunicación y módulos inalámbricos.
- Expedición del certificado de calibración y del informe técnico del estado del equipo.

2. Receptores GNSS RTK (Base y Rover)

El mantenimiento deberá incluir:

- Inspección general de antenas GNSS, radios, módems, puertos y conectores.
- Verificación del funcionamiento de todos los canales GNSS y constelaciones soportadas (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou y demás disponibles).
- Comprobación de precisión estática y RTK mediante pruebas de campo.
- Verificación del correcto funcionamiento de la IMU, brújula electrónica y sensores de inclinación cuando existan.
- Actualización del firmware de receptores, controladoras y software de campo.
- Evaluación del estado de baterías y cargadores.
- Reemplazo de consumibles deteriorados.
- Emisión del certificado de verificación y calibración correspondiente.

3. Estación Total Robótica

El mantenimiento deberá contemplar:

- Limpieza integral de lentes, prisma interno, telescopio y componentes ópticos.
- Ajuste y calibración de colimación, eje vertical, eje horizontal y compensador electrónico.
- Verificación de precisión angular y medición electrónica de distancias (EDM).
- Verificación del sistema de seguimiento automático del prisma (ATR).
- Revisión de servomotores y mecanismos robóticos.
- Actualización del firmware del equipo y controlador.
- Revisión de teclado, pantalla táctil, memoria y puertos.
- Verificación del estado de baterías y cargadores.
- Expedición del certificado de calibración conforme a la serie ISO 17123-3 o equivalente.

4. Georradar (GPR) para detección de servicios subterráneos

El mantenimiento deberá incluir:

- Limpieza de antenas transmisoras y receptoras.
- Verificación del correcto funcionamiento de todas las frecuencias suministradas.
- Revisión de cables, conectores y unidad de control.
- Pruebas funcionales sobre blancos de referencia.
- Verificación de profundidad de detección y resolución.
- Actualización del firmware y software de procesamiento.
- Evaluación del sistema de posicionamiento integrado cuando aplique.
- Diagnóstico general del equipo y emisión del informe técnico.

5. Escáner de Concreto (GPR)

El mantenimiento comprenderá:

- Limpieza del sistema de antenas.
- Revisión del sistema electrónico de adquisición.
- Verificación de precisión para detección de acero de refuerzo, ductos y vacíos.
- Calibración utilizando patrones certificados.
- Actualización del firmware y software especializado.
- Revisión de pantalla, batería y almacenamiento interno.
- Emisión del informe técnico y certificado de funcionamiento.

6. Sistema Aéreo No Tripulado (Dron)

El mantenimiento deberá incluir como mínimo:

- Inspección estructural completa del fuselaje.
- Revisión de brazos, motores, hélices y tren de aterrizaje.
- Verificación de rodamientos y sistema de propulsión.
- Diagnóstico del sistema de navegación y posicionamiento GNSS.
- Verificación del funcionamiento de IMU, brújula, barómetro y demás sensores de vuelo.
- Calibración completa de sensores.
- Verificación del sistema de evitación de obstáculos.
- Diagnóstico del obturador y sensor de la cámara.
- Revisión del gimbal y estabilizador.
- Verificación del estado de baterías inteligentes mediante análisis de ciclos de carga.
- Actualización del firmware de aeronave, control remoto y baterías.
- Prueba completa de vuelo.
- Expedición del informe técnico de aeronavegabilidad.

7. Nivel Digital de Precisión

El mantenimiento deberá comprender:

- Limpieza del sistema óptico.
- Verificación del compensador electrónico.
- Calibración de precisión conforme a la ISO 17123-2.
- Verificación del lector de código de barras de las miras.
- Revisión del sistema electrónico de medición.
- Actualización del firmware.
- Verificación de baterías y cargadores.
- Emisión del certificado de calibración.

Entregables del mantenimiento de cierre

Como resultado del mantenimiento preventivo final, el contratista deberá entregar a la Entidad, como mínimo:

1. Informe técnico individual por cada equipo suministrado.
2. Certificados de calibración o verificación metrológica expedidos por laboratorio acreditado por ONAC o equivalente, cuando aplique.
3. Registro de todas las actualizaciones de firmware y software instaladas.
4. Relación de piezas o consumibles reemplazados.

5. Registro de pruebas funcionales realizadas.
6. Concepto técnico sobre el estado de operación de cada equipo.
7. Certificación suscrita por el fabricante o su servicio técnico autorizado indicando que los equipos fueron entregados en óptimas condiciones de funcionamiento y con la precisión establecida por sus especificaciones de fábrica.

3.5 Licenciamiento de software

Las licencias de software de oficina serán permanentes (perpetuas) e incluirán un plan de mantenimiento y actualizaciones prepagado con vigencia mínima de tres (3) años desde la instalación. El software de campo se entregará preinstalado y licenciado. La interfaz, documentación y manuales principales estarán en español y serán compatibles con Microsoft Windows 10/11 (64 bits).

3.6 Transporte y protección

Cada equipo se entregará con su caja o maletín rígido de protección contra impactos, polvo y humedad, ajustado al instrumento. Adicionalmente deberá incluir un sistema de transporte ergonómico tipo mochila; este no sustituye la caja rígida.

4. Ítem 1 — Escáner láser terrestre 3D

Descripción

Sistema de escaneo láser terrestre de alta precisión para la generación de nubes de puntos 3D de alta densidad. Deberá emplear tecnología de medición por forma de onda completa o equivalente, con captura de múltiples retornos por pulso y alta relación señal/ruido, garantizando precisión y fiabilidad en diversas condiciones de superficie y distancia.

Alcance de la solución

La solución se destina a proyectos de ingeniería civil, arquitectura, control de calidad en construcción, modelado BIM e inspección. Comprende el escáner, sus accesorios, baterías y trípode, y las licencias de software de post-procesamiento y de dibujo CAD/BIM necesarias para transformar la captura de campo en modelos 3D, planos 2D y reportes analíticos.

Accesorios y entregables

Ítem	Componente (PAQUETE)	Entregable
	Un (1) escáner con accesorios	Unidad de escáner láser 3D terrestre con sistema de cámaras integrado para imagen calibrada y Sistema

Ítem	Componente (PAQUETE)	Entregable
Escáner láser terrestre 3D		de registro y alineación automática entre estaciones en campo. • Trípode de alta resistencia, baterías y cargador para una jornada de operación mayor o igual a 12 horas. • Dispositivo de control tipo table de mayor o igual a 10" • Caja rígida de protección y opcionalmente, mochila de transporte. • Manuales en español, procedimiento de soporte y garantía, constancia de capacitación.
	Licencias y claves de activación; accesos al visor de libre acceso	• Software de post-procesamiento de nubes de puntos compatible con formatos estándar (E57, LAS, LAZ) • Licencia de dibujo CAD/BIM apta para la generación de los entregables 2D y 3D.

Especificaciones técnicas mínimas

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Tipo	Escáner láser 3D de ultra alta velocidad que integra alta precisión, largo alcance y tecnología de captura de imágenes HDR, optimizando la adquisición de datos con la máxima calidad para producir entregables confiables y de alta resolución en proyectos de elevada complejidad.
Velocidad de adquisición	≥ 2.000.000 de puntos por segundo (capacidad nominal); se valora mayor densidad de captura.
Alcance	Desde ~0,3 m hasta ≥ 250 m de alcance efectivo en superficies de reflectividad normal
Exactitud del alcance	≤ 1 mm + 10 ppm
Ruido del rango	≤ 0,5 mm a 10 m. en negros con porcentajes de 10% o mejor
Campo de visión	360° horizontal × ≥ 300° vertical.
Registro en campo	Registro o prealineación en campo entre estaciones mediante IMU, sistema visual (VIS) o sensores de orientación equivalentes; sin exigir dianas físicas obligatorias ni PC o dispositivo externo.
Sistema de imágenes	Sistema de cámaras integrado para imagen esférica calibrada con HDR, de resolución suficiente para la documentación visual del entorno (referencia ≥ 80 MP).

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Tiempo de captura	≤ 3 min por estación (nube + imágenes 360° HDR); imagen esférica HDR ≤ 1 min.
Seguridad láser	Láser Clase 1 conforme a IEC 60825-1.
Protección ambiental	$\geq$ IP54 (IEC 60529).
Sensores de navegación	Altímetro, brújula y receptor GNSS integrados.
Almacenamiento	Memoria extraíble ≥ 256 GB o interna con USB 3.0.
Control	Pantalla táctil integrada y control remoto vía aplicación móvil (iOS y Android), con visualización 2D/3D en tiempo real.
Peso	≤ 7 kg sin baterías. 8kg con baterías
Autonomía	≥ 4 h por batería interna; suministrar baterías y cargador para ≥ 8 h continuas de operación.
Software de campo	Este software de registro de datos, de la misma marca del escáner láser ofertado, debe ser capaz de: • Procesar y administrar los datos de escaneo de manera eficiente y sencilla. • Registrar varios escaneos en campo y en tiempo real. • Reconocer automáticamente objetos y posicionar el escaneo. • Mostrar en la interfaz el serial del equipo con el que se registra la información obtenida en campo. • Contar con un mecanismo de seguridad que respalde la autenticidad de los datos obtenidos en campo. • Georreferenciar los datos obtenidos en campo. • Reconocer automáticamente objetos, sin necesidad de agentes de posicionamiento.
Software de post-proceso	Este software de oficina debe ser capaz de: • Integrar información de múltiples equipos topográficos (estaciones totales, niveles digitales, receptores GNSS, escáner láser, aeronaves no tripuladas [UAV], entre otros), contando con interoperabilidad de software y hardware de terceros y conservando flujos de trabajo completos de inicio a fin, desde el procesamiento de datos crudos hasta la generación de entregables finales con cualquiera de los equipos mencionados. • Procesar líneas base GNSS y ajustar la red por mínimos cuadrados. • Ajustar poligonales, editar niveles, editar estación total y calibrar sitio; administrar el sistema de coordenadas, la base de datos y la medición de distancias en escala de cuadrícula o terreno.

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
	• Generar informes de datos de campo personalizados, informes de procesamiento y hojas de estilo. • Proporcionar todas las funciones estándar de post-proceso que utilizan todas las señales de todos los satélites observados. • Contar con distintos módulos y actualizaciones, como fotogrametría y nubes de puntos. • Ser del mismo fabricante que el software de campo del escáner láser ofertado, para garantizar total interoperabilidad y flujos de trabajo. • Procesar en PPK la trayectoria de diferentes referencias de drones con distintos receptores GNSS. • Procesar datos de equipos topográficos convencionales (estaciones totales, niveles digitales). • Contar con herramientas de análisis e inspección de canteras a cielo abierto. • Detectar automáticamente líneas de quiebre en minería a cielo abierto. • Crear geodatabase y exportar en formatos propios; importar nubes de puntos en diferentes formatos (LAS, LAZ, entre otros) desde fuentes como Lidar aéreo, terrestre y SLAM, y utilizarlas para crear un DSM y clasificar nubes de puntos. • Crear mapas topográficos y curvas de nivel de alta precisión para la inclinación del terreno, y extraer nubes de puntos. • Conectarse, dentro de la aplicación, a una solución de gestión de proyectos en la nube, apoyando la carga y descarga de datos del proyecto y el trazado directamente en la interfaz del mapa de la solución en la nube, para transferir datos en tiempo real del campo a la oficina. • Contar con motores de inteligencia artificial para la clasificación automatizada de nubes de puntos, además de funciones de aprendizaje profundo para clasificar objetos o elementos de manera independiente y clasificarlos posteriormente de forma automatizada. • Georreferenciar puntos de control. • Crear mapas topográficos y calcular superficies y volúmenes. • Ejecutar funciones topográficas COGO y comandos CAD. • Diseñar corredores. • Generar diagramas de elevación. • Integrar flujos de trabajo de vías, túneles y monitoreo. • Crear pendientes. • Manejar planos y planos de corte. • Ejecutar funciones basadas en CAD y usar mapas de fondo. • Analizar automáticamente las condiciones de pavimento y exportar informes detallados. • Contar con garantía de mínimo tres (3) años contados a partir de la recepción de los elementos. • Operar en entorno Windows. • Funcionar en idioma español.

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Visor de libre acceso	Visor de escritorio o web, gratuito durante la vigencia de la licencia, con navegación 3D, mediciones básicas, capas y anotaciones. Con un número de proyectos ilimitados adicionalmente no debe tener restricción de almacenamiento o de colaboradores.
Licencia CAD/BIM	Una (1) licencia permanente de dibujo CAD 2D/3D apta para flujos BIM, con mantenimiento de 3 años y capacitación, compatible con los formatos abiertos señalados (DXF/DWG, LandXML e IFC)

5. Ítem 2 — Receptores GNSS RTK (base + rover)

Descripción

Par de receptores GNSS (base + rover) de última generación con tecnología RTK y compensación de inclinación (IMU), para maximizar la eficiencia y la seguridad en la toma de datos. La compensación de inclinación deberá permitir medir con el bastón inclinado, sin calibración manual ni afectación por perturbaciones magnéticas.

Alcance de la solución

El sistema se utilizará para la captura masiva de datos en campo, levantamientos en entornos con obstáculos y para complementar los flujos de trabajo de la estación total y del escáner láser. Incluye controladora de campo robusta, software de campo y software de oficina para post-procesamiento, con interoperabilidad por protocolos y formatos abiertos.

Accesorios y entregables

Ítem	Componente (PAQUETE)	Entregable
Receptores GNSS RTK (base + rover)	Dos (2) parejas de receptores GNSS (base y rover) con accesorios	- Dos (2) parejas para un total de Cuatro (4) receptores GNSS (base y rover) con compensación de inclinación (IMU). - Tres (3) bastones de fibra de carbono y dos (2) bípodes. - Ocho (8) baterías recargables (antena y controladora) con cargadores. - Dos (2) trípodes de alta estabilidad, uno por cada base GNSS. - Controladora de campo robusta con software de campo licenciado. - Caja rígida de protección y, opcionalmente, mochila de transporte. - Cuatro (4) radios portátiles bidireccionales UHF (451–470 MHz, ≥ 2 W, ≥ 4 canales, $\pm 2,5$ ppm, autonomía ≥ 17 h, $\geq$ IP54, MIL-STD-810, -30 °C a $+60$ °C, ≤ 300 g con batería, con accesorios)

Ítem	Componente (PAQUETE)	Entregable
		Manuales en español, procedimiento de soporte y garantía, constancia de capacitación.
	Licencias y claves de activación	- Licencias de software de campo y de oficina (post-proceso). Vitalicias 2 activaciones en Tiempo Real RTK Satelital con precisión de 2 cm por un término mínimo de treinta y seis (36) meses donde no va a depender de internet o de correcciones con estaciones de referencia, si la señal de corrección ofrecida es de un fabricante diferente al fabricante del Receptor GNSS, se deberá aportar certificación del fabricante de la señal que garantice la precisión solicitada y la compatibilidad con el receptor ofertado.

Especificaciones técnicas mínimas

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Constelaciones	GPS (L1, L2, L2C, L5), GLONASS, Galileo, BeiDou, SBAS y L-Band.
Canales	Número de canales suficiente para seguimiento simultáneo multiconstelación de alta sensibilidad (referencia ≥ 500).
Compensación de inclinación	IMU con fusión GNSS, sin calibración, inmune a perturbaciones magnéticas.
Precisión RTK	Horizontal $\leq 8 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$; Vertical $\leq 15 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$.
Precisión estática (post-proceso)	Horizontal $\leq 3 \text{ mm} + 0,1 \text{ ppm}$; Vertical $\leq 3,5 \text{ mm} + 0,4 \text{ ppm}$.
Protocolos de datos	RTK en formatos estándar CMR/CMR+, RTCM 2.x y 3.x (MSM); salida NMEA 0183; redes VRS/FKP/iMAX/MAC (RTCM SC-104).
Comunicaciones	Módem celular (GSM/UMTS/LTE) y radio UHF integrados; Bluetooth; puertos USB/RS-232 (Lemo); soporte de módems externos.
Protección del receptor	$\geq \text{IP68}$ (IEC 60529).
Error Multipath	Debe contar con tecnología de minimización de errores por efecto multi trayectoria patentado por la marca del fabricante para garantizar precisión en los datos
Modelos de Corrección	El receptor debe contar con correcciones ionosféricas en tiempo real patentadas por la marca del equipo
Robustez	Caídas $\geq 2 \text{ m}$ sobre superficie dura; cumplimiento MIL-STD-810H (incl. Método 514 vibración); operación $-35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Controladora	Pantalla $\geq 10''$ táctil (guante/luvia, visible al sol); RAM ≥ 16 GB; almacenamiento ≥ 512 GB (o equivalente); $\geq$ IP65; Wi-Fi/Bluetooth/4G-LTE; autonomía 6–9 h; caídas $\geq 1,8$ m; MIL-STD-810H. Software de campo preinstalado y licenciado, compatible con el receptor ofertado.
Software de Campo	Este software de campo, en entorno Windows y/o Android y con módulo de topografía y replanteo, entorno gráfico, vías y funciones COGO, debe ser capaz de: • Instalarse también en PC (simulador), a partir del software de la estación y/o del colector de datos, para permitir la capacitación constante del personal. • Compartir datos entre el campo y la oficina. • Convertir y mostrar datos en diferentes sistemas de coordenadas y datums, incluidos los creados por el usuario. • Ofrecer un método gráfico para navegar hacia los puntos y crear una librería de códigos personalizable por el usuario. • Funcionar en español, crear perfiles de configuración y visualizar el mapa del cielo con la posición de los satélites, la información del receptor y la posición actual. • Ser de la misma marca del receptor GNSS y de la estación total topográfica ofertada, para garantizar una total compatibilidad. • Importar y exportar datos en diferentes formatos estándar del mercado. • Contar con un enlace directo, dentro de la aplicación, a un servicio de transmisión de datos en tiempo real mediante la nube, que sincronice la información de campo y oficina. • Ejecutar rutinas gráficas COGO para calcular puntos y características. • Replantear gráficamente puntos, líneas y arcos desde mapas activos. • Crear superficies a partir de los levantamientos topográficos. • Calcular volúmenes en terreno. • Ejecutar todas las funciones topográficas necesarias para la entidad (estáticos, cinemáticos o stop and go) • Mostrar la información en color y coleccionar datos, replantear y crear códigos • Modular para soportar la operación de estaciones totales y receptores GNSS; • Incorporar tecnología de imagen digital para capturar imágenes con la cámara e importarlas al archivo de trabajo como nota fotográfica o para alinear la imagen. • Trabajar con los sistemas de coordenadas según las normas IGAC actualizadas. • Integrar flujos de trabajo de vías, túneles y monitoreo.
Software de oficina	Este software de oficina debe ser capaz de:

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
	• Descargar y utilizar todos los datos brutos GNSS recogidos por el equipo, proporcionando todas las funciones estándar de post-proceso que utilizan todas las señales de todos los satélites observados. • Ser compatible con todos los aspectos de la recopilación de datos (RTK, estático, cinemático o GIS) y soportar un módulo avanzado con detección de errores interactiva y capacidad de ajustar y editar los datos de satélite. • Ser gráfico, permitiendo ver y editar datos de puntos y vectores; ser compatible con productos de imagen digital que generan datos espaciales a partir de mediciones de estaciones totales o de operaciones GNSS, incorporar esas imágenes como información de atributos del punto en el archivo de proyecto y ser compatible con archivos de imágenes georreferenciadas. • Mejorar el rendimiento del post-proceso con funciones como habilitar o deshabilitar satélites y observables GNSS específicos, cambiar la máscara de elevación y utilizar efemérides precisas; convertir y mostrar datos en diferentes sistemas de coordenadas y datums (incluidos los creados por el usuario); importar y exportar datos en diferentes formatos estándar del mercado; y generar reportes con toda la información necesaria. • Integrar información de múltiples equipos topográficos (estaciones totales, niveles digitales, receptores GNSS, escáner láser, aeronaves no tripuladas [UAV], entre otros), contando con interoperabilidad de software y hardware de terceros y conservando flujos de trabajo completos de inicio a fin. • Procesar líneas base GNSS y ajustar la red por mínimos cuadrados. • Ajustar poligonales, editar niveles, editar estación total y calibrar sitio; administrar el sistema de coordenadas, la base de datos y la medición de distancias en escala de cuadrícula o terreno; generar informes de datos de campo personalizados, informes de procesamiento y hojas de estilo. • Proporcionar todas las funciones estándar de post-proceso que utilizan todas las señales de todos los satélites observados. • Contar con distintos módulos y actualizaciones, como fotogrametría y nubes de puntos. • Ser del mismo fabricante que el software de campo del receptor GNSS y la estación total ofertados, para garantizar total interoperabilidad y flujos de trabajo. • Procesar en PPK la trayectoria de diferentes referencias de drones con distintos receptores GNSS. • Procesar datos de equipos topográficos convencionales (estaciones totales, niveles digitales). • Contar con herramientas de análisis e inspección de canteras a cielo abierto.

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
	• Detectar automáticamente líneas de quiebre en minería a cielo abierto. • Crear geodatabase y exportar en formatos propios; importar nubes de puntos en diferentes formatos (LAS, LAZ, entre otros) desde fuentes como Lidar aéreo, terrestre y SLAM, y utilizarlas para crear un DSM y clasificar nubes de puntos. • Crear mapas topográficos y curvas de nivel de alta precisión para la inclinación del terreno, y extraer nubes de puntos. • Conectarse, dentro de la aplicación, a una solución de gestión de proyectos en la nube, apoyando la carga y descarga de datos del proyecto y el trazado en la interfaz del mapa de la solución en la nube, para transferir datos en tiempo real del campo a la oficina. • Georreferenciar puntos de control. • Crear mapas topográficos y calcular superficies y volúmenes. • Ejecutar funciones topográficas COGO y comandos CAD. • Diseñar corredores. • Generar diagramas de elevación. • Integrar flujos de trabajo de vías, túneles y monitoreo. • Crear pendientes. • Manejar planos y planos de corte. • Ejecutar funciones basadas en CAD y usar mapas de fondo. • Permitir la operación en tiempo real y de manera simultánea en mínimo cinco (5) ordenadores bajo una única licencia. • Analizar automáticamente las condiciones de pavimento y exportar informes detallados. • Contar con garantía de mínimo tres (3) años contados a partir de la recepción de los elementos. • Operar en entorno Windows. • Funcionar en idioma español.
Frecuencia y reconvergencia	Frecuencia de actualización ≥ 20 Hz; inicialización RTK típica ≤ 5 s; reconvergencia tras pérdida de señal ≤ 1 min.

6. Ítem 3 — Estación total robótica

Descripción

Estación total robótica de alta precisión diseñada para optimizar los flujos de trabajo en campo mediante la automatización de tareas críticas, permitiendo levantamientos y replanteos eficientes realizados por un solo operario. Incluye bastón inteligente con compensación de inclinación y medición automática de altura, y seguimiento predictivo de prisma.

Alcance de la solución

El sistema se utilizará para proyectos de construcción, redes geodésicas locales, control de obra, topografía catastral y de detalle. La solución integral comprende la estación total robótica, el sistema de bastón inteligente, la controladora de campo robusta y el software de post-procesamiento.

Accesorios y entregables

Ítem	Componente (PAQUETE)	Entregable
Estación total robótica	Una (1) Estación total robótica con accesorios	- Una Estación total robótica motorizada con seguimiento de prisma. - Una Controladora de campo robusta con software de campo licenciado. - Un Bastón inteligente con IMU y medición automática de altura. - Dos (2) prismas 360° y cincuenta (50) dianas reflectivas, compatibles con la estación total ofertada. - Un (1) trípode de madera de alta estabilidad. - Dos (2) baterías recargables con su cargador. - Dos (2) radios portátiles UHF con las características del ítem 2. - Caja rígida y, opcionalmente, mochila de transporte. - Manuales en español, procedimiento de soporte y garantía, constancia de capacitación.
	Licencias y claves de activación	Licencias de software de campo y de oficina (post-proceso). Vitalicias

Especificaciones técnicas mínimas

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Precisión angular (Hz y V)	$\leq 1''$ (un segundo de arco). Verificable según ISO 17123-3.
Motorización	Motores de respuesta rápida para seguimiento de prisma; velocidad de giro $\geq 110^\circ/\text{s}$.
Compensador	Ejes ≥ 2 ; precisión de estabilización $\leq 1''$.
EDM con prisma	Alcance $\geq 3,5$ km; error ≤ 1 mm + 2 ppm. Verificable según ISO 17123-4.
EDM sin prisma	Alcance ≥ 1 km; error ≤ 2 mm + 2 ppm; puntero láser $\leq 8 \times 20$ mm a 50 m.
Seguimiento y búsqueda	Predicción de movimiento (lock) e identificación unívoca de prisma; búsqueda automática con FoV 360° (H) $\times \geq 24^\circ$ (V) y rango ≥ 300 m.
Telescopio	Aumento $\geq 30\times$; campo de visión $\geq 1^\circ 30'$; enfoque automático y manual.
Pantalla / memoria	Táctil a color $\geq$ WVGA (800×480), $\geq 5''$, legible bajo sol; memoria interna ≥ 2 GB ampliable (SD/USB).

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Comunicaciones	RS-232 y USB; Bluetooth, WLAN; radio de largo alcance estación–controladora/jalón ≥ 800 m.
Protección / ambiente	$\geq$ IP55 (IEC 60529); operación -20 °C a $+50$ °C; láser Clase 2 (IEC 60825-1).
Batería	Ion-litio recargable e intercambiable, autonomía ≥ 8 h en modo robótico; luz guía de replanteo (EGL) ≥ 150 m.
Bastón inteligente	Jalón de fibra de carbono con compensación de inclinación (IMU) que permita medir con el bastón inclinado sin nivelar la burbuja. La medición automática y continua de la altura del jalón y el prisma con identidad única se consideran deseables (puntuables), no excluyentes.
Compatibilidad GNSS del prisma	Rosca estándar superior que permita montar antenas GNSS de distintos fabricantes, para flujos combinados estación–GNSS.
Controladora	Pantalla ≥ 10 " táctil (guante/luvia, visible al sol); $\geq$ IP65; Wi-Fi, Bluetooth, 4G/LTE; caídas $\geq 1,8$ m; MIL-STD-810H. Software de campo preinstalado y licenciado, compatible con el equipo ofertado.
	Bajo entorno Windows y/o Android con Módulo de Topografía y Replanteo, entorno gráfico, vías, funciones COGO, se requiere que el software instalado en la estación y/o colector de datos pueda ser instalado en el PC (simulador) para permitir una capacitación constante del personal. Este software deberá: • Permitir compartir datos entre el campo y la oficina • Permitir convertir y mostrar datos en diferentes sistemas de coordenadas y datum, incluyendo las creadas por el usuario. • Permitir un método gráfico para navegar hacia los puntos • Permitir crear una librería de códigos personalizada por el usuario. • Funcionar en idioma español • Permitir la creación de perfiles de configuraciones • Permitir visualizar el mapa del cielo con la posición de los satélites, información del receptor, posición actual. • El software de campo deberá ser compatible con el receptor GNSS y la estación total ofertados, garantizando una operación integrada mediante los formatos y protocolos abiertos señalados • Importar y exportar datos en diferentes formatos estándar del mercado. • Contar con un enlace directo dentro de la aplicación a un servicio de transmisión de datos en tiempo real por medio de la nube, donde se sincronice la información de campo y oficina. • Rutinas gráficas COGO para calcular puntos y características

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
	• Replanteo gráfico de puntos, líneas, arcos desde mapas activos • Permitir crear superficies con base de los levantamientos topográficos • Calcular volúmenes en terreno • El software debe permitir que se lleven a cabo todas las funciones de topografía necesarias por la entidad, como estáticos, cinemáticos o stop and go • Mostrar la información en color y estar en capacidad de coleccionar datos, replanteo y creación de códigos. • Este software debe ser modular para soportar la operación de estaciones totales y receptores GNSS. • Este software debe incorporar tecnología de imagen digital que permitirá al usuario capturar imágenes digitales con la cámara digital e importarlos en el archivo de trabajo como una nota foto o alinear la imagen. • Permitir trabajar con los sistemas de coordenadas según normas IGAC actualizadas. • Permitir integración de flujos de trabajo de vías, túneles y monitoreo.
Software de oficina	Este software de oficina debe ser capaz de: • Integrar información de múltiples equipos topográficos (estaciones totales, niveles digitales, receptores GNSS, escáner láser, aeronaves no tripuladas [UAV], entre otros), contando con interoperabilidad de software y hardware de terceros y conservando flujos de trabajo completos de inicio a fin, desde el procesamiento de datos crudos hasta la generación de entregables finales con cualquiera de los equipos mencionados. • Procesar líneas base GNSS y ajustar la red por mínimos cuadrados. • Ajustar poligonales, editar niveles, editar estación total y calibrar sitio • Administrar el sistema de coordenadas, la base de datos y la medición de distancias en escala de cuadrícula o terreno. • Generar informes de datos de campo personalizados, informes de procesamiento y hojas de estilo. • Proporcionar todas las funciones estándar de post-proceso que utilizan todas las señales de todos los satélites observados. • Contar con distintos módulos y actualizaciones, como fotogrametría y nubes de puntos. • Ser del mismo fabricante que el software de campo del Escáner laser ofertado, para garantizar total interoperabilidad y flujos de trabajo. • Procesar en PPK la trayectoria de diferentes referencias de drones con distintos receptores GNSS. • Procesar datos de equipos topográficos convencionales (estaciones totales, niveles digitales).

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
	• Contar con herramientas de análisis e inspección de canteras a cielo abierto. • Detectar automáticamente líneas de quiebre en minería a cielo abierto. • Crear geodatabase y exportar en formatos propios; importar nubes de puntos en diferentes formatos (LAS, LAZ, entre otros) desde fuentes como Lidar aéreo, terrestre y SLAM, y utilizarlas para crear un DSM y clasificar nubes de puntos. • Crear mapas topográficos y curvas de nivel de alta precisión para la inclinación del terreno, y extraer nubes de puntos. • Conectarse, dentro de la aplicación, a una solución de gestión de proyectos en la nube, apoyando la carga y descarga de datos del proyecto y el trazado directamente en la interfaz del mapa de la solución en la nube, para transferir datos en tiempo real del campo a la oficina. • Contar con motores de inteligencia artificial para la clasificación automatizada de nubes de puntos, además de funciones de aprendizaje profundo para clasificar objetos o elementos de manera independiente y clasificarlos posteriormente de forma automatizada. • Georreferenciar puntos de control. • Crear mapas topográficos y calcular superficies y volúmenes. • Ejecutar funciones topográficas COGO y comandos CAD. • Diseñar corredores. • Generar diagramas de elevación. • Integrar flujos de trabajo de vías, túneles y monitoreo. • Crear pendientes. • Manejar planos y planos de corte. • Ejecutar funciones basadas en CAD y usar mapas de fondo. • Analizar automáticamente las condiciones de pavimento y exportar informes detallados. • Contar con garantía de mínimo tres (3) años contada a partir de la recepción de los elementos. • Operar en entorno Windows. • Funcionar en idioma español.
Plomada y altura del instrumento	Plomada láser. La medición automática de la altura del instrumento mediante láser se considera deseable (puntuable), no excluyente.

7. Ítem 4 — Georradar (GPR) de servicios subterráneos

Descripción

Sistema de georradar (GPR) completo para la detección, localización y mapeo no destructivo de servicios públicos y características del subsuelo, con imágenes de alta resolución en tiempo real para facilitar la toma de decisiones en campo previa a cualquier excavación.

Alcance de la solución

El sistema se utilizará para localizar tuberías (metálicas y no metálicas), cables y ductos, así como para detectar vacíos y otras anomalías del subsuelo. Comprende unidad de control robusta, antena de detección de doble frecuencia, carro de transporte todo terreno y el software de adquisición y post-procesamiento.

Accesorios y entregables

Ítem	Componente (PAQUETE)	Entregable
Georradar (GPR) de servicios subterráneos	Un (1) Georradar (GPR) de servicios subterráneos	- Un (1) Georradar (GPR) de servicios subterráneos con receptor GPS/GNSS para la georreferenciación de los hallazgos - Una (1) antena de detección blindada de doble frecuencia. - Un (1) Carro de transporte todo terreno con odómetro/codificador de distancia. - Cuatro (4) baterías recargables con cargador. - Dos (2) tapas protectoras inferiores. - Estuche rígido de transporte de alta resistencia. - Manuales en español, procedimiento de soporte y garantía, constancia de capacitación.
	Licencias y claves de activación	Licencias de software de campo y de oficina (post-proceso). Vitalicias

Especificaciones técnicas mínimas

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Unidad de control	Pantalla $\geq 10''$ a color legible al sol; almacenamiento ≥ 32 GB; $\geq$ IP65; conectividad USB, Wi-Fi y Ethernet; autonomía ≥ 3 h continuas.
Georreferenciación	Receptor GPS/GNSS interno con posibilidad de conexión a receptor externo de alta precisión.
Antena de detección	Blindada, de doble frecuencia simultánea (combinando una baja, $\sim 200\text{--}400$ MHz, y una alta, $\sim 700\text{--}900$ MHz, como referencia orientativa) para resolución somera y penetración profunda.
Profundidad	Detección de hasta ~ 6 m según condiciones del terreno (suelos secos/arenosos).
Software de adquisición	Este software de adquisición debe ser capaz de: - Generar el radargrama 2D en tiempo real. - Marcar objetivos en pantalla con estimación automática de profundidad. - Integrar datos GPS/GNSS. - Exportar a DXF, SHP y KML.

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Software de post-proceso	Este software de post-proceso debe ser capaz de: • Generar cortes de profundidad (time slices), vistas 3D e informes. • Entregarse con licencia perpetua y tres (3) años de mantenimiento y actualizaciones. • Contar con garantía de mínimo tres (3) años contados a partir de la recepción de los elementos.
Carro de transporte	Robusto y ligero, 3–4 ruedas, maniobrable en superficies pavimentadas y no pavimentadas; odómetro/codificador de distancia de alta resolución.

8. Ítem 5 — Escáner de concreto (GPR)

Descripción

Escáner de concreto portátil basado en GPR para la inspección no destructiva y el mapeo de alta resolución de elementos embebidos en estructuras de hormigón. Robusto, portátil y con interpretación de datos clara e intuitiva directamente en campo.

Alcance de la solución

La solución permitirá localizar barras de refuerzo (acero), cables de postensado, conductos metálicos y no metálicos y tuberías, así como detectar vacíos, delaminaciones y medir el espesor del concreto. Comprende la unidad de escaneo, la unidad de control/visualización y el software de campo y de post-procesamiento.

Accesorios y entregables

Ítem	Componente (PAQUETE)	Entregable
Escáner de concreto (GPR)	Un (1) Escáner de concreto (GPR)	• Una (1) unidad de escaneo principal con antena GPR de alta frecuencia • Una (1) unidad de control y visualización con pantalla legible al sol. • Una (1) cuadrícula o estera de posicionamiento. • Cuatro (4) baterías recargables con cargador. • Estuche rígido de transporte de alta resistencia. • Manuales en español, procedimiento de soporte y garantía, constancia de capacitación.
	Licencias y claves de activación	• Licencias de software de campo y de oficina (post-proceso). Vitalicias

Especificaciones técnicas mínimas

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Tecnología	GPR de onda continua escalonada o tecnología equivalente de pulso de alta frecuencia.
Antena	Doble polarización (horizontal y vertical) para detectar elementos en cualquier orientación en una sola pasada; banda ancha/múltiple optimizada para concreto (referencia ~1–4 GHz).
Profundidad	Detección efectiva de hasta ~80 cm en concreto estándar.
Diseño	Compacto y ergonómico, operable por una persona en superficies horizontales, verticales y elevadas.
Unidad de control	Tableta robustecida con pantalla táctil de alto contraste legible al sol, o visualización integrada en la unidad de escaneo.
Visualización en tiempo real	Corte 2D (B-Scan/radargrama) y vista en planta 3D (C-Scan). Se considera deseable una función que proyecte la ubicación y profundidad de los objetos sobre la superficie para facilitar la marcación inmediata.
Software de campo	Este software de campo debe ser capaz de: • Configurar de forma sencilla los parámetros. • Marcar objetivos en pantalla. • Exportar capturas, informes básicos y datos crudos. Se entregará con licencia y soporte/garantía de tres (3) años.
Software de post-proceso	Este software de post-proceso debe ser capaz de: • Realizar un análisis detallado. • Generar modelos 3D de elementos embebidos. • Exportar a CAD/BIM (p. ej. DXF). • Entregarse con licencia perpetua y tres (3) años de mantenimiento y actualizaciones. • Contar con garantía de mínimo tres (3) años contados a partir de la recepción de los elementos.

9. Ítem 6 — Sistema aéreo no tripulado (dron)

Descripción

Dron multirrotor liviano (peso ≤ 250 g), de operación sencilla y portátil, destinado al registro fotográfico y de video aéreo para la inspección y el seguimiento de obra. Conforme a la normativa aeronáutica colombiana. No se destina a fotogrametría de precisión ni a la generación de ortomosaicos.

Alcance de la solución

El sistema se utilizará para documentar visualmente el avance y las condiciones de las obras mediante fotografías y videos aéreos, apoyando las labores de inspección, supervisión e interventoría. Comprende la aeronave, su cámara con gimbal estabilizado, el control con enlace de video en tiempo real, las baterías y el cargador, y la aplicación de control con modos de vuelo para rutas de inspección, con cumplimiento de los reglamentos RAC de la Aerocivil.

Accesorios y entregables

Ítem	Componente (PAQUETE)	Entregable
Sistema aéreo no tripulado (dron)	Dos (2) Aeronave multirrotor plegable de peso ≤ 250 g.	- Dos (2) Aeronave multirrotor plegable de peso ≤ 250 g, con cámara estabilizada apta para foto y video en alta resolución - Dos (2) Control con enlace de video HD y telemetría estables, con visualización en tiempo real. - Tres (3) baterías por aeronave - Dos (2) cargadores hub de carga múltiple. - Dos (2) tarjetas de memoria microSDXC de 64 GB, UHS-I, Clase 10, U3 (UHS Speed Class 3) y V30 (Video Speed Class 30) o superior, con clasificación de aplicación A2, compatibles con el sistema aéreo (dron) ofertado, aptas para la grabación de video 4K y la transferencia de archivos. - Dos (2) Juego de hélices de repuesto. - Dos (2) protector de gimbal. - Manuales en español, procedimiento de soporte y garantía, constancia de capacitación.
	Licencias y claves de activación	Licencias de software de campo y de oficina (post-proceso). Vitalicias

Especificaciones técnicas mínimas

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Objeto / uso previsto	Registro fotográfico y de video aéreo para inspección y seguimiento de obra. No se requiere fotogrametría de precisión ni generación de ortomosaicos.
Categoría / peso	Dron multirrotor plegable, peso máximo de despegue ≤ 250 g, para operar en la categoría de menor exigencia y facilitar los permisos
Cámara	Cámara estabilizada, sensor tipo 1" con ≥ 48 MP efectivos; captura en JPEG y RAW.
Video	Grabación 4K a ≥ 30 fps (deseable 60 fps y HDR); zoom digital para acercar detalles constructivos.
Estabilización	Gimbal mecánico de 3 ejes; se valora rotación del gimbal a vertical para registro de fachadas/columnas.

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Objeto / uso previsto	Registro fotográfico y de video aéreo para inspección y seguimiento de obra. No se requiere fotogrametría de precisión ni generación de ortomosaicos.
Posicionamiento	GNSS (GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou) para georreferenciación básica de las tomas y retorno automático. No se exige RTK/PPK.
Autonomía	Tiempo de vuelo ≥ 30 min por batería; suministrar mínimo 3 baterías y cargador/hub para cubrir la jornada.
Transmisión y control	Enlace de video HD estable ≥ 10 km; visualización en tiempo real; modos inteligentes (seguimiento de sujeto, puntos de interés, waypoints) para rutas de inspección repetibles.
Seguridad	Detección de obstáculos (se valora omnidireccional y/o LiDAR para baja luz); resistencia al viento $\geq$ nivel 5 (~ 12 m/s); retorno automático al punto de despegue
Almacenamiento	Almacenamiento interno y/o ranura microSD; transferencia rápida de archivos.
Cumplimiento normativo	RAC 91 y RAC 100/101 de la Aerocivil; registro y documentación que corresponda (el peso ≤ 250 g ubica el equipo en la categoría de menor exigencia).

10. Ítem 7 — Nivel digital de precisión

Descripción

Nivel digital electrónico de alta precisión para nivelación geométrica, con lectura automática sobre mira de código de barras. Destinado al control de asentamientos, control de obra y nivelación de precisión en infraestructura vial.

Alcance de la solución

El equipo complementa los flujos de la estación total y del GNSS, sustituyendo con tecnología actual la nivelación óptica/básica disponible hoy en la entidad. Comprende el nivel, la mira Invar de precisión, el trípode y el software de oficina para gestión y ajuste de líneas de nivelación.

Accesorios y entregables

Ítem	Componente (PAQUETE)	Entregable
Nivel digital de precisión	Dos (2) Nivel digital de precisión	- Dos (2) Nivel digital electrónico con lectura automática sobre mira de código de barras. - Dos (2) miras de código de barras de precisión con su funda. - Cuatro (4) baterías recargables con su cargador. - Dos (2) Trípode de alta estabilidad. - Dos (2) bípodes para mira de perfil ancho compatibles con la solución ofertada. - Dos (2) maletines rígidos de transporte y opcionalmente, mochila de transporte. - Manuales en español, procedimiento de soporte y garantía, constancia de capacitación.
	Licencias y claves de activación	Licencias de software de campo y de oficina (post-proceso). Vitalicias

Especificaciones técnicas mínimas

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Tipo	Nivel digital electrónico con lectura automática sobre mira de código de barras (Invar y estándar).
Precisión de altura	Desviación estándar $\leq 0,3$ mm en doble nivelación de 1 km con mira Invar estándar, verificable según ISO 17123-2.
Precisión con mira estándar	Desviación estándar $\leq 1,0$ mm (1 km doble nivelación, ISO 17123-2).
Precisión de distancia	≤ 15 mm a 30 m (desviación estándar).
Rango de medición	Desde $\sim 1,8$ m hasta ≥ 110 m.
Tiempo de medición	$\approx 2,5$ s por lectura.
Compensador	Compensador con precisión $\sim 0,3''$ y baja sensibilidad al campo magnético ($\leq 1''$).
Pantalla	Pantalla a color, legible en campo; guía paso a paso de líneas de nivelación.
Memoria y conectividad	Memoria interna para ≥ 30.000 mediciones; USB y Bluetooth; soporte de memoria USB.
Telescopio	Aumento $\geq 30x$; distancia mínima de enfoque $\sim 0,6$ m.

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
Funciones deseables (no excluyentes)	Cámara de puntería para localizar la mira en pantalla y autofocus, como característica diferencial que mejora la eficiencia; se valora pero no se exige de forma obligatoria.
Software de Campo	Este software de campo, en entorno Windows y/o Android y con módulo de topografía y replanteo, entorno gráfico, vías y funciones COGO, debe ser capaz de: • Instalarse también en PC (simulador), a partir del software de la estación y/o del colector de datos, para permitir la capacitación constante del personal. • Compartir datos entre el campo y la oficina. • Convertir y mostrar datos en diferentes sistemas de coordenadas y datums, incluidos los creados por el usuario. • Ofrecer un método gráfico para navegar hacia los puntos y crear una librería de códigos personalizable por el usuario. • Funcionar en español, crear perfiles de configuración y visualizar el mapa del cielo con la posición de los satélites, la información del receptor y la posición actual. • Ser de la misma marca del receptor GNSS y de la estación total topográfica ofertada, para garantizar una total compatibilidad. • Importar y exportar datos en diferentes formatos estándar del mercado. • Contar con un enlace directo, dentro de la aplicación, a un servicio de transmisión de datos en tiempo real mediante la nube, que sincronice la información de campo y oficina. • Ejecutar rutinas gráficas COGO para calcular puntos y características. • Replantear gráficamente puntos, líneas y arcos desde mapas activos. • Crear superficies a partir de los levantamientos topográficos. • Calcular volúmenes en terreno. • Ejecutar todas las funciones topográficas necesarias para la entidad (estáticos, cinemáticos o stop and go) • Mostrar la información en color y coleccionar datos, replantear y crear códigos • Ser modular para soportar la operación de estaciones totales y receptores GNSS • Incorporar tecnología de imagen digital para capturar imágenes con la cámara e importarlal al archivo de trabajo como nota fotográfica o para alinear la imagen. • Trabajar con los sistemas de coordenadas según las normas IGAC actualizadas. • Integrar flujos de trabajo de vías, túneles y monitoreo.
Software de oficina	Este software de oficina debe ser capaz de: • Integrar información de múltiples equipos topográficos (estaciones totales, niveles digitales, receptores GNSS, escáner láser, aeronaves no tripuladas [UAV], entre otros), contando con interoperabilidad de software y hardware de terceros y conservando flujos de trabajo completos de inicio a

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
	fin, desde el procesamiento de datos crudos hasta la generación de entregables finales con cualquiera de los equipos mencionados. • Procesar líneas base GNSS y ajustar la red por mínimos cuadrados. • Ajustar poligonales, editar niveles, editar estación total y calibrar sitio; administrar el sistema de coordenadas, la base de datos y la medición de distancias en escala de cuadrícula o terreno. • Generar informes de datos de campo personalizados, informes de procesamiento y hojas de estilo. • Proporcionar todas las funciones estándar de post-proceso que utilizan todas las señales de todos los satélites observados. • Contar con distintos módulos y actualizaciones, como fotogrametría y nubes de puntos. • Ser del mismo fabricante que el software de campo del escáner láser ofertado, para garantizar total interoperabilidad y flujos de trabajo. • Procesar en PPK la trayectoria de diferentes referencias de drones con distintos receptores GNSS. • Procesar datos de equipos topográficos convencionales (estaciones totales, niveles digitales). • Contar con herramientas de análisis e inspección de canteras a cielo abierto. • Detectar automáticamente líneas de quiebre en minería a cielo abierto. • Crear geodatabase y exportar en formatos propios; importar nubes de puntos en diferentes formatos (LAS, LAZ, entre otros) desde fuentes como Lidar aéreo, terrestre y SLAM, y utilizarlas para crear un DSM y clasificar nubes de puntos. • Crear mapas topográficos y curvas de nivel de alta precisión para la inclinación del terreno, y extraer nubes de puntos. • Conectarse, dentro de la aplicación, a una solución de gestión de proyectos en la nube, apoyando la carga y descarga de datos del proyecto y el trazado directamente en la interfaz del mapa de la solución en la nube, para transferir datos en tiempo real del campo a la oficina. • Contar con motores de inteligencia artificial para la clasificación automatizada de nubes de puntos, además de funciones de aprendizaje profundo para clasificar objetos o elementos de manera independiente y clasificarlos posteriormente de forma automatizada. • Georreferenciar puntos de control. • Crear mapas topográficos y calcular superficies y volúmenes. • Ejecutar funciones topográficas COGO y comandos CAD. • Diseñar corredores. • Generar diagramas de elevación. • Integrar flujos de trabajo de vías, túneles y monitoreo. • Crear pendientes.

Característica	Requisito mínimo (igual o superior a lo indicado)
	• Manejar planos y planos de corte. • Ejecutar funciones basadas en CAD y usar mapas de fondo. • Analizar automáticamente las condiciones de pavimento y exportar informes detallados. • Contar con garantía de mínimo tres (3) años contada a partir de la recepción de los elementos. • Operar en entorno Windows. • Funcionar en idioma español.

11. Normas de verificación y glosario

Las especificaciones de este anexo se verifican, según corresponda, contra las siguientes normas y referencias:

Norma / término	Descripción
Serie ISO 17123	Procedimientos de campo para evaluar la precisión de instrumentos geodésicos y topográficos (estaciones totales, niveles, EDM).
IEC 60825-1	Seguridad de productos láser; clasificación (Clase 1, Clase 2).
IEC 60529 (IP)	Grados de protección contra polvo y agua (p. ej. IP54, IP65, IP66, IP68).
MIL-STD-810H	Métodos de prueba ambiental (caídas, vibración, temperatura); Método 514 (vibración).
RAC 91 / RAC 100/101	Reglamentos aeronáuticos colombianos aplicables a la operación de aeronaves no tripuladas (Aerocivil).
E57 / LAS / PTX / PTS	Formatos estándar de intercambio de nubes de puntos.
RINEX	Formato estándar de intercambio de observaciones GNSS.
RTCM 3.x	Estándar de mensajes de corrección diferencial/RTK.
NMEA 0183	Estándar de mensajes de posicionamiento.
LandXML / DXF / DWG	Formatos estándar de intercambio para CAD/GIS y datos de topografía.
Certificación ISV	Validación de un equipo/GPU por el proveedor de software independiente para garantizar compatibilidad y soporte.

steban jimenez

Proyecto: Steban Jimenez galvis-Contratista