SIGLA Sistemas de Información Geográfica de Latino América S.A.S	INFORME MENSUAL 2 2025/10/06
Tipo de documento: CONTROLADO	Versión: Segunda (02)
Especialista SIG	Director Soluciones de Ingeniería 
RAUL VALENCIA Elaboró	JUAN GONZALO Aprobó

OBJETO CONTRATO:
"ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA BÁSICA OFICIAL EN ÁREAS URBANAS Y/O PERIURBANAS DE LOS MUNICIPIOS PRIORIZADOS POR EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, CORRESPONDIENTES A BASES DE DATOS VECTORIALES, MODELOS DIGITALES DE TERRENO Y ORTOIMÁGENES A ESCALA 1:1.000, COMO INSUMO PARA APOYAR LAS ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS RELACIONADAS CON LOS PROCESOS DE LEGALIZACIÓN Y EL SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LOS ASENTAMIENTOS PRECARIOS O DE ORIGEN INFORMAL"

REGISTRO DE CAMBIOS DE LA PRESENTE VERSIÓN

Versión	Página	Naturaleza del cambio	Fecha
1		Creación del documento	06-10-2025
2	20 41	Componentes Del Sistema Avance Topografía	05/11/2025

TOMO 1 DE 1

TABLA DE CONTENIDO

1. ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD 5
2. POLÍTICA DE PROTECCIÓN DE SECRETOS EMPRESARIALES 6
3. NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 7
4. INTRODUCCIÓN 8
5. OBJETIVOS 10
5.1. OBJETIVO GENERAL 10
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
6. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 11
7. RESUMEN DEL PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO 17
8. CAPTURA DE INFORMACIÓN FOTOGRAMÉTRICA Y LIDAR 18
9. PLANIFICACIÓN DE VUELO FOTOGRAMETRICO Y LIDAR. 20
9.1. COMPONENTES DEL SISTEMA 20
9.2. PARÁMETROS DE VUELO COMBINADO LIDAR/CÁMARA 22
10. CONTROLES DE CALIDAD - PLANIFICACIÓN DE VUELO FOTOGRAMÉTRICO Y LIDAR 24
10.1. MONTAJE Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA FOTOGRAMÉTRICO Y LIDAR 25
11. EJECUCIÓN DEL VUELO 26
11.1. RECEPCIÓN DE PLANIFICACIÓN DEPARTAMENTO DE VUELO 26
11.2. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA 26
11.3. COMPROBACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y SISTEMAS 26
11.4. REALIZACIÓN DEL VUELO 27
11.5. VOLCADO DE LA INFORMACIÓN 28
11.6. ENVÍO DE INFORMACIÓN A OFICINA 28
11.7. CONTROL DE CALIDAD DE CADA MISIÓN DE VUELO EJECUTADO 28
12. AVANCE DEL PROYECTO 30
12.1. AVANCE DE LOS VUELOS 30
12.2. AVANCE TOPOGRAFIA 35
13. COMPONENTE FINANCIERO 45

LISTADO DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del área de estudio Apartado - Antioquia 11
Figura 2. Ubicación del área de estudio Candelaria – Valle del Cauca 12

Figura 3. Ubicación del área de estudio San José de Cúcuta – Norte de Santander 12
Figura 4. Ubicación del área de estudio Ipiales - Nariño 13
Figura 5. Ubicación del área de estudio Leticia - Amazonas 13
Figura 6. Ubicación del área de estudio Manaure Balcón del Cesar - Cesar 14
Figura 7. Ubicación del área de estudio Pasto - Nariño 14
Figura 8. Ubicación del área de estudio Santa Rosa de Cabal - Risaralda 15
Figura 9. Ubicación del área de estudio Tierralta - Córdoba 15
Figura 10. Ubicación del área de estudio Tunja - Boyacá 16
Figura 11. Plan de gestión del proyecto 17
Figura 12. Flujograma captura de datos Fotogramétricos + LiDAR 19
Figura 13. Sistema Combinado de Captura LiDAR (VQ580i) – Cámara Alta resolución(PhaseOne iXM-RS) 20
Figura 14. Helicóptero Hughes 21
Figura 15. Montaje Avión Cessna 180 21
Figura 16. Plan de vuelo Fotogramétrico 22
Figura 17. Plan de vuelo LiDAR 23
Figura 18. Coberturas y Ejes de vuelo Candelaria 24
Figura 19. Instalación Riegl VQ580II y Phase One iXM-RS 150F 25
Figura 20. Integración de planificaciones al sistema de navegación de la aeronave 26
Figura 21. Sistema de Control en vuelo 27
Figura 22. Avance de los vuelos Santa Rosa de Cabal - Risaralda 30
Figura 23. Avance de los vuelos Candelaria – Valle del Cauca 31
Figura 24. Avance de los vuelos Tunja – Boyaca 32
Figura 25. Avance de los vuelos San José de Cúcuta – Norte de Santander 32
Figura 26. Avance de los vuelos Manaure Balcón del Cesar - Cesar 33
Figura 27. Avance de los vuelos Tierralta – Córdoba 33
Figura 28. Avance de los vuelos Apartado - Antioquia 34
Figura 29. Avance de los vuelos Pasto - Nariño 34
Figura 30. Avance de los vuelos Ipiales - Nariño 35
Figura 31. Reporte procesamiento PPP 36
Figura 32. GCP Tunja 37
Figura 33. GCP Cúcuta 38
Figura 34. GCP Manaure 39
Figura 35. GCP Tierralta 40
Figura 36. Puntos de fotocontrol 41
Figura 37. NP 216-NW-3 41
Figura 38. Fotocontrol Apartadó 42
Figura 39. Fotocontrol Santa Rosa de Cabal 42
Figura 40. Fotocontrol Candelaria 43
Figura 41. Fotocontrol Pasto 43
Figura 42. Fotocontrol Ipiales 44

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Áreas por municipio 11

Tabla 2. Características generales vuelos 22

1. ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

El plan de trabajo y metodología para la generación de productos cartográficos básicos en formato ráster (vuelo fotogramétrico, generación de ortofotomosáico), DTM, malla de puntos LiDAR y cartografía escala 1:1000 para los municipios priorizados por el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio es presentada por **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LATINOAMERICA SIGLA SAS.**

Este documento contiene información confidencial y de propiedad que la empresa **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LATINOAMERICA SIGLA SAS** considera como valiosos secretos empresariales. Toda la información incluida en el plan de trabajo y metodología y que no fuese proporcionada por el **MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO,** es confidencial y propietaria para la entidad. Al aceptar y retener este documento, el **MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO** se compromete a evitar la publicación a terceras partes no autorizadas, de la misma manera en que dicha entidad protege su propia información confidencial y propietaria.

El **MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO,** acepta reproducir este acuerdo de confidencialidad en todas las copias de este documento de acuerdo a los derechos limitados aquí mencionados.

2. POLÍTICA DE PROTECCIÓN DE SECRETOS EMPRESARIALES

El secreto empresarial es el mecanismo adecuado y pertinente para proteger la información que dadas sus características económicas y comerciales le genera una ventaja competitiva a su poseedor legitimo.

La Comisión de la Comunidad Andina en su **Decisión 486** Régimen común sobre propiedad industrial; específicamente en el **capítulo II**; **articulo 260** reza que:

"*Se considerará como secreto empresarial cualquier información no divulgada que una persona natural o jurídica legítimamente posea, que pueda usarse en alguna actividad productiva, industrial o comercial, y que sea susceptible de transmitirse a un tercero, en la medida que dicha información sea:*

> *a) secreta, en el sentido que como conjunto o en la configuración y reunión precisa de sus componentes, no sea generalmente conocida ni fácilmente accesible por quienes se encuentran en los círculos que normalmente manejan la información respectiva;*
>
> *b) tenga un valor comercial por ser secreta; y*
>
> *c) haya sido objeto de medidas razonables tomadas por su legítimo poseedor para mantenerla secreta.*

La información de un secreto empresarial podrá estar referida a la naturaleza, características o finalidades de los productos; a los métodos o procesos de producción; o, a los medios o formas de distribución o comercialización de productos o prestación de servicios."

Al interior de **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LATINOAMERICA SIGLA SAS**, existe información confidencial en términos de: conocimientos, procedimientos, arreglos, integración, montajes, técnicas de captura y procesamiento, almacenamiento, insumos de producción, estrategias de venta y publicidad, entre otros; que representan activos intangibles de gran importancia para el funcionamiento de nuestro negocio, los cuales pueden perder su valor si dicha información no se protege de manera adecuada.

Por lo anterior y en virtud al artículo 260 de la decisión 486 del 2000 de la comunidad Andina; de la Ley de competencia desleal (Ley 256 de 1996, Artículo 16); del Código Sustantivo del Trabajo (artículo 58.2); del artículo 308 del Código Penal que tipifica como delito la violación de reserva industrial o comercial; del artículo 39 del Acuerdo de la OMC sobre los aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (Adpic); del Convenio de Paris para la Protección de la Propiedad Industrial, desde 1984, con la Ley 178/1984; entre otras normas, nuestra compañía se reserva el derecho a suministrar información que considere como secretos empresariales propios de nuestra actividad económica.

3. NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Resolución 1421 de 2021: Establecen las condiciones de validación técnica y oficialización de productos cartográficos básicos y se dictan otras disposiciones.

- Resolución 471 de 2020: Establece las especificaciones técnicas y normativas para la producción de información geográfica básica y temática en Colombia, incluyendo la cartografía básica, los Modelos Digitales del Terreno (MDT), y las ortoimágenes.

- Resolución 197 de 2022: Establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.

- Catálogo de Objetos Geográficos de la Cartografía Básica Oficial de la República de Colombia. Versión Tercera (2.3) 21 de abril de 2023.

- Catálogo de Representación Cartografía Básica Digital IGAC. Versión Tercera (2.3) 21 de abril de 2023.

- Reglas Topológicas IGAC. Versión Quinta (2.5) 15 de mayo de 2023.

- Guía de Implementación de Metadatos Geográficos. ICDE. 2022.

4. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo descrito en la resolución IGAC 471 de 14 de mayo de 2020. "*Que el levantamiento y actualización de la cartografía del país podrá hacerse mediante cualquiera de las metodologías y tecnologías existentes, siempre y cuando cumplan con los estándares o Especificaciones Técnicas que se definan en la presente Resolución.*" Se presenta a continuación el plan de trabajo y metodología propuesta.

En la actualidad existen múltiples sistemas, equipos y/o sensores que, mediante diferentes técnicas apropiadas de captura, análisis y procesamiento, permiten obtener información topográfica de alta precisión y detalle en tiempos relativamente cortos. Algunas de estas técnicas son los levantamientos mediante sensores remotos aerotransportados, tipo fotogramétrico y LiDAR que se ejecutan a partir de sobre vuelos tripulados o no tripulados a alta, media o baja altura; controlados, ajustados y/o ligados debidamente; mediante cualquier técnica de procesamiento diferencial en tiempo real como (RTK, NTRIP, PPP, PPK, RTX, etc.).

Las correcciones diferenciales GNSS, se generan en coordenadas geográficas y elevaciones elipsoidales, en el marco de referencia global ITRF del sistema MAGNA SIRGAS definido para el país. Todos los trabajos de campo quedaran en época actual de levantamiento para luego ser ajustados en oficina a **época IGAC 2018.0**, y al modelo de elevación geoidal **GEOCOL2004** para finalmente ser reproyectados al nuevo **Origen Único Nacional (EPSG:9377)** establecido por el IGAC en la resolución 370 de 2021.

Las experiencias en proyectos ya ejecutados dentro y fuera del país, han demostrado los beneficios de las técnicas de levantamientos fotogramétrico y LiDAR hacia la recolección masiva de información respecto de las técnicas tradicionales.

Cabe aclarar que la denominación del producto del objeto del contrato "Modelo Digital de Elevación" es un término ambiguo que puede generar confusiones hacia el alcance pretendido, por lo cual se aclara que el término "Modelo Digital de Elevaciones" hace referencia al **Modelo Digital de Terreno (MDT)** que corresponde al terreno desnudo del área de levantamiento y así será referido en adelante en el presente documento.

La aplicación de cualquiera de las técnicas de levantamiento fotogramétrico y LiDAR, entregará como insumo principal, **ortoimágenes y modelos digitales de terreno (MDT) completos,** con altos niveles de detalle, mínimos tiempos de captura y procesamiento con precisiones superiores a las requeridas**,** como las requeridas para el presente estudio mediante el cumplimiento de lo descrito en las resoluciones IGAC 471, 529 de 2020, 1421 de 2021, 197 de 2022 y 1040 de 2023 en lo referente al control de calidad en los componentes XYZ de los productos de ortoimágenes y MDT.

El producto final, tiene la propiedad de ser autoauditable, en cuanto a que las ortoimágenes y el MDT, serán la evidencia irrefutable, precisa y completa de lo existente en el terreno y superficie al momento de la captura de la información. La cartografía 1:1000 será la representación vectorial de todos los elementos visibles sobre las ortoimágenes y el MDT, siendo representación detallada y precisa del territorio siendo utilizada para la planificación y el desarrollo territorial entre otros.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LATINOAMERICA SIGLA SAS en adelante el CONTRATISTA, pone a disposición toda la experiencia obtenida en múltiples proyectos ejecutados con éxito, así como su infraestructura y equipos propios, con el único fin de obtener un producto adecuado y de calidad dentro del plazo estipulado para el contrato o antes de ser posible.

A continuación, se presenta el avance en el desarrollo del proyecto, presentando entre otros la localización general del proyecto, los objetivos a alcanzar, avances en los vuelos y levantamientos topográficos convencionales y procesado de la información.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Presentar los avances en el proyecto de elaboración de cartografía básica oficial en áreas urbanas y/o periurbanas de los municipios priorizados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, correspondientes a Bases de Datos Vectoriales, Modelos Digitales de Terreno y Ortoimágenes a escala 1:1.000, como insumo para apoyar las actuaciones administrativas relacionadas con los procesos de legalización y el seguimiento y monitoreo de los asentamientos precarios o de origen informal

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Exponer la metodología que se realizará para el levantamiento topográfico convencional del proyecto.
- Describir las actividades que se realizarán para los levantamientos LIDAR y Fotogramétricos aerotransportados.
- Exponer la metodología de los vuelos para el proyecto
- Presentar los avances en el proyecto.

6. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El área de interés corresponde a los 10 municipios y alrededor de 55 polígonos definidos y distribuidos en las áreas priorizadas por el Ministerio, correspondientes a 605.22 hectáreas aproximadamente, no continuas espacialmente, las cuales deberán ser abordadas a escala 1:1.000 garantizando cobertura y condiciones óptimas de calidad. Las áreas para cada municipio se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Áreas por municipio

MUNICIPIO	No POLIGONOS	AREA (Ha)
APARTADO	3	29,930
CANDELARIA	27	47,352
SAN JOSÉ DE CÚCUTA	6	153,183
IPIALES	3	14,287
LETICIA	2	4,347
MANAURE BALCÓN DEL CESAR	3	25,134
PASTO	27	45,538
SANTA ROSA DE CABAL	1	7,668
TIERRALTA	11	65,636
TUNJA	16	212,143
TOTAL	**99**	**605,217**



Figura 1. Ubicación del área de estudio Apartado - Antioquia
Fuente: IGAC



Figura 2. Ubicación del área de estudio Candelaria – Valle del Cauca
Fuente: IGAC



Figura 3. Ubicación del área de estudio San José de Cúcuta – Norte de Santander
Fuente: IGAC

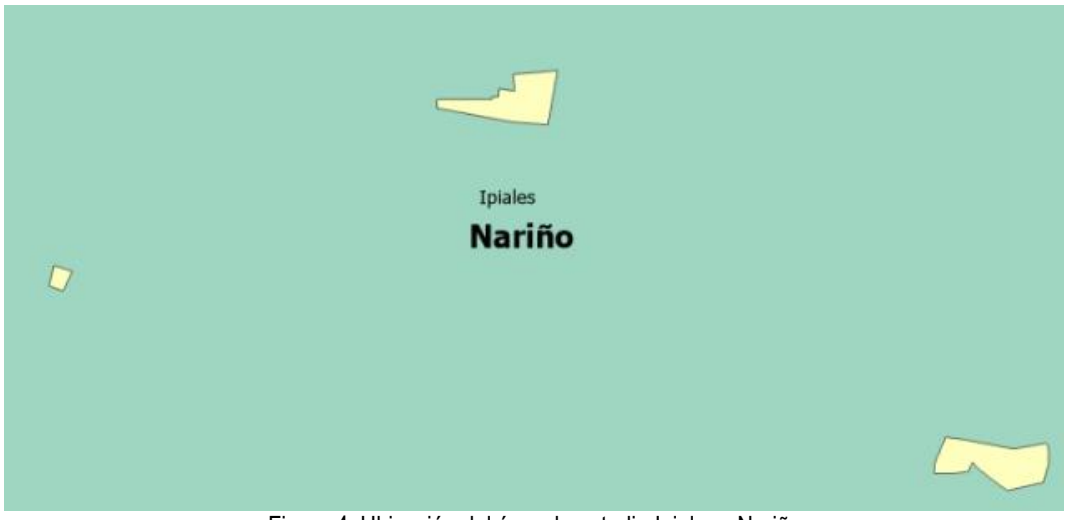


Figura 4. Ubicación del área de estudio Ipiales - Nariño
Fuente: IGAC



Figura 5. Ubicación del área de estudio Leticia - Amazonas
Fuente: IGAC

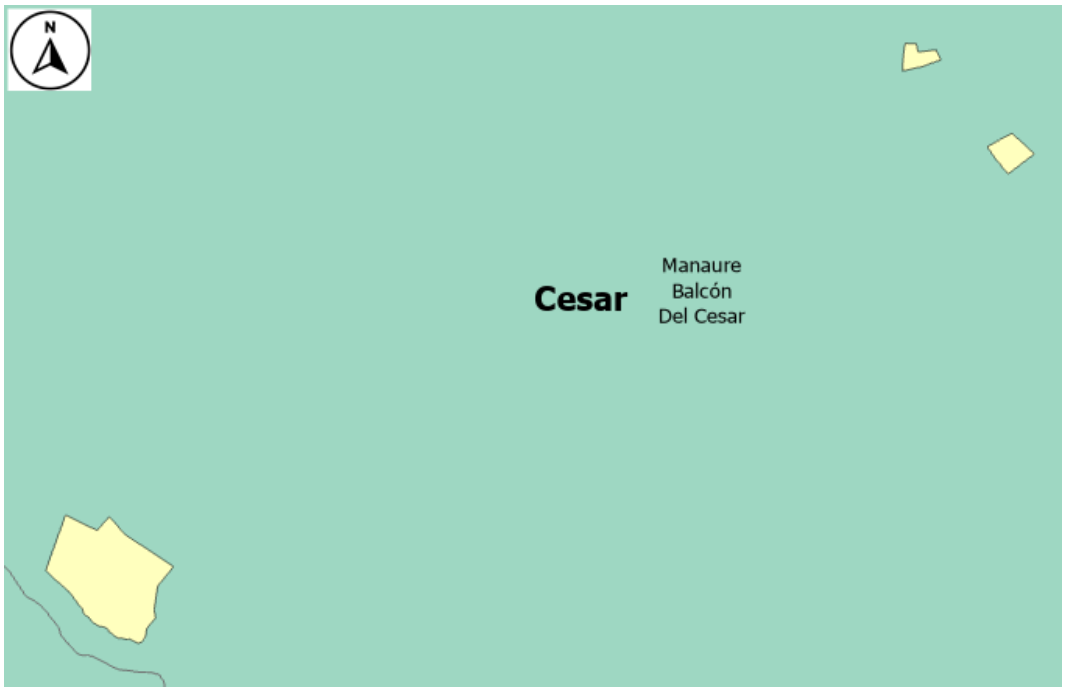


Figura 6. Ubicación del área de estudio Manaure Balcón del Cesar - Cesar
Fuente: IGAC



Figura 7. Ubicación del área de estudio Pasto - Nariño
Fuente: IGAC

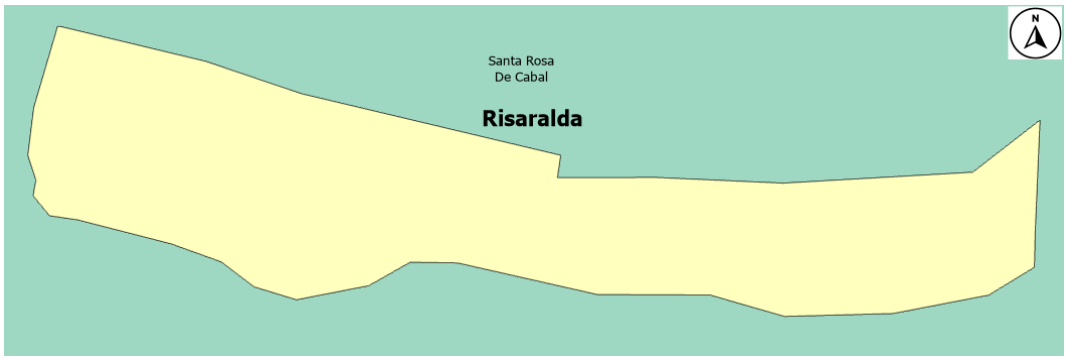


Figura 8. Ubicación del área de estudio Santa Rosa de Cabal - Risaralda
Fuente: IGAC

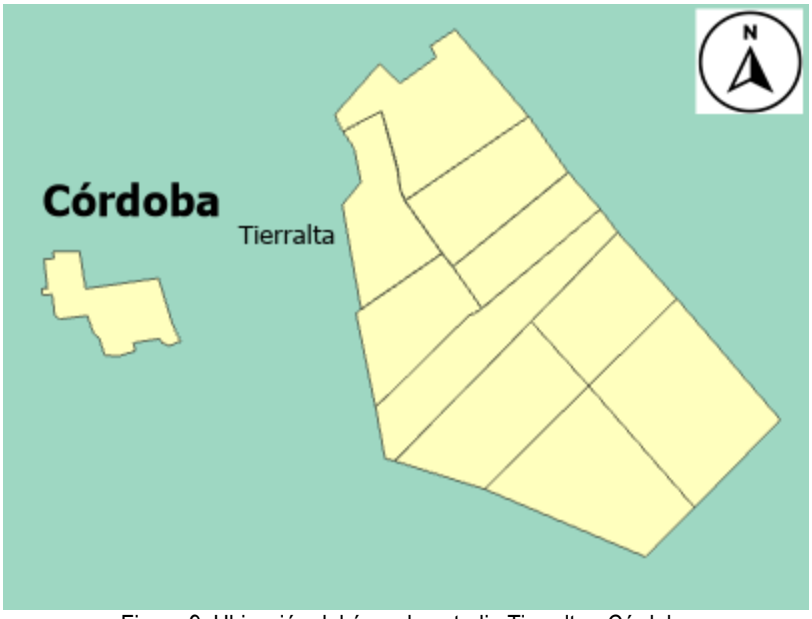


Figura 9. Ubicación del área de estudio Tierralta - Córdoba
Fuente: IGAC

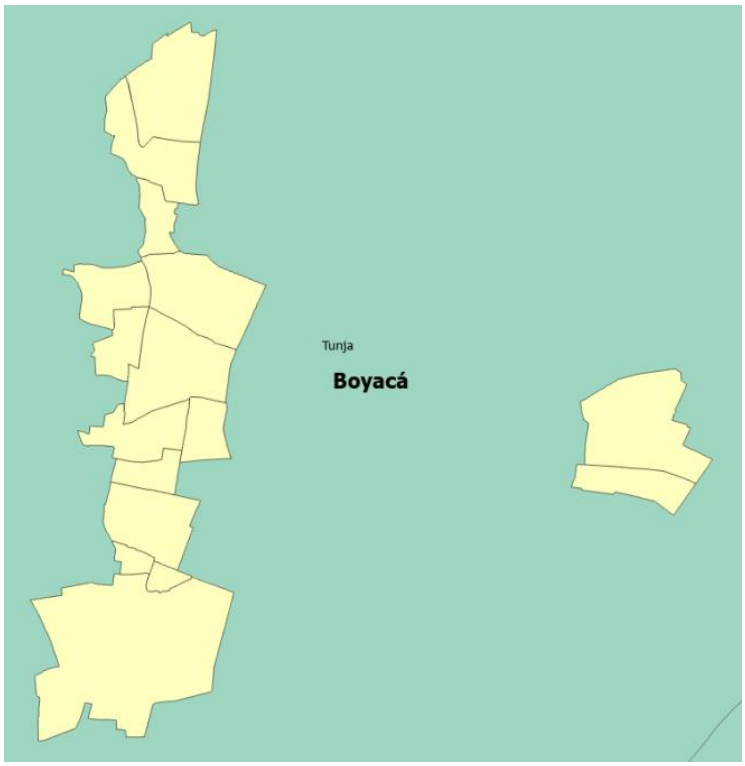


Figura 10. Ubicación del área de estudio Tunja - Boyacá
Fuente: IGAC

7. RESUMEN DEL PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO

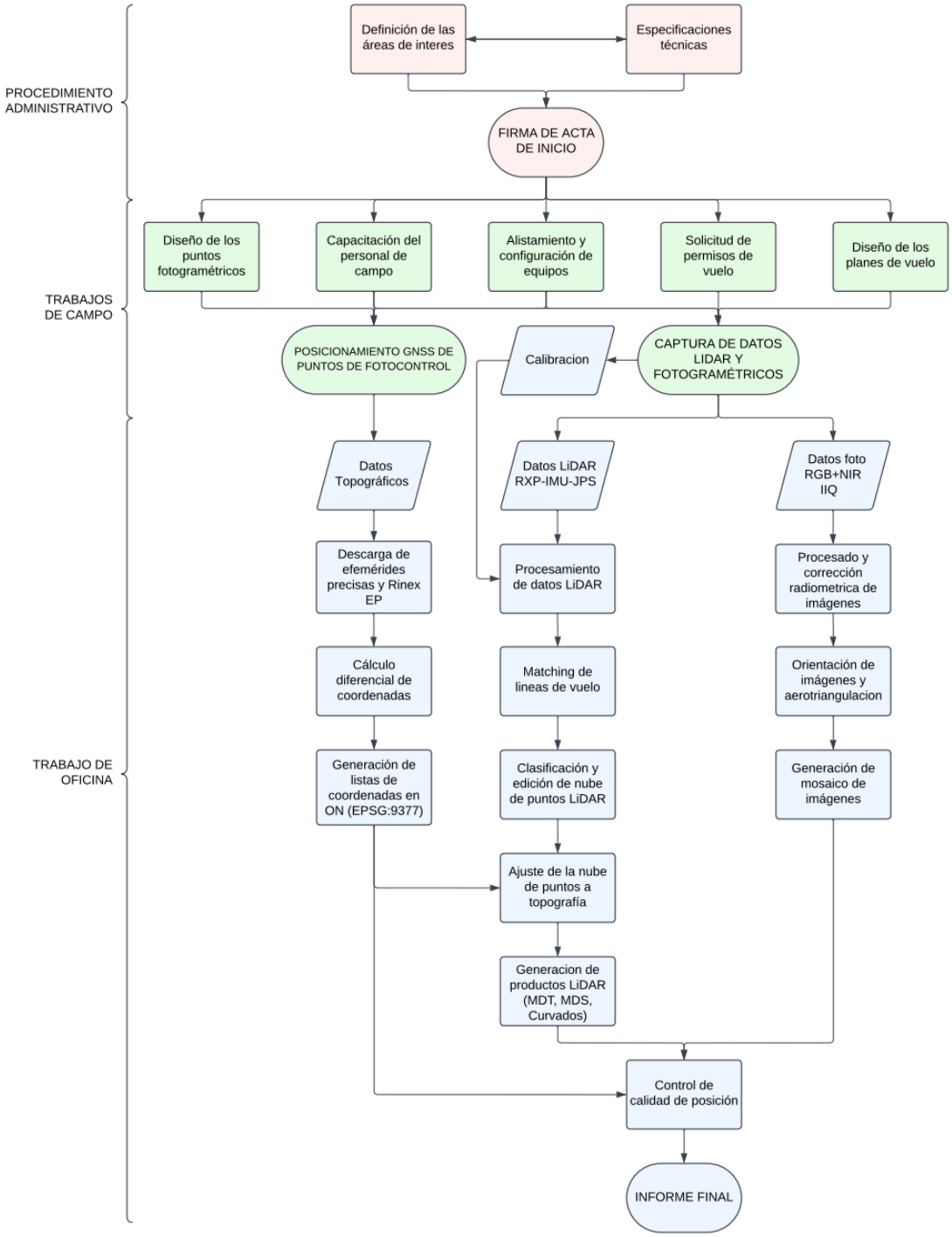


Figura 11. Plan de gestión del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

8. CAPTURA DE INFORMACIÓN FOTOGRAMÉTRICA Y LiDAR

Al mismo tiempo de la captura de nube de puntos mediante el sensor LiDAR aerotransportado se realizará la captura de fotogramas digitales sobre un mismo plan de vuelo. Lo anterior es la información base del proyecto, para la generación de las ortoimágenes, el modelo digital de terreno (MDT), y estos insumos son la base sobre la cual se restituirá la base de datos cartográfica de cada municipio referido.

LiDAR es una tecnología de geomática avanzada orientada a la producción de información espacial a nivel geográfico y topográfico. Es el Acrónimo de “Light Detection and Ranging”. Su traducción literal es “detección y medición de la luz”, y se trata de un sistema láser de medición a distancia que se utiliza a menudo en los campos de la ciencia e industria para la toma de medidas precisas en objetos lejanos e inaccesibles. Recientemente esta técnica se está introduciendo en el campo de la cartografía y topografía, puesto que permite la modelación masiva, rápida y precisa del terreno en zonas con accesos difíciles o de grandes extensiones.

El sistema integrado fotogramétrico y LiDAR ofrecido es un sistema complejo, compuesto por un sensor activo o escáner láser potente, un sensor pasivo o cámara métrica para la toma de fotogramas, receptor GNSS de última generación con capacidad para la georreferenciación directa (GD) que proporciona la posición precisa de los datos en la época del vuelo y la altura de la aeronave durante toda la misión aérea.

Los sensores pasivos (cámaras RGB) capturan los fotogramas digitales según el plan de vuelo programado con la superposición y traslape necesario según requerimientos.

El sensor activo LiDAR o escáner láser aerotransportado, emite pulsos de luz infrarroja que sirven para determinar la distancia entre el sensor y los puntos de terreno y superficie registrados. La longitud de onda de estos pulsos varía entre 500 y 1500 nm. A partir del tiempo que ha tardado cada rayo en ir y venir y de la velocidad de la luz, se deduce la distancia a la que está el objeto estudiado.

Por otra parte, los sensores de navegación y actitud (GNSS e IMU respectivamente), apoyan durante la navegación del plan de vuelo programado y al mismo tiempo registran datos inerciales y de posición precisa, en cada uno de los datos capturados por los sensores activos y pasivos del sistema, para ser utilizados durante la etapa de procesamiento y generación de productos.

Para el presente proyecto se capturan fotogramas adecuados para la construcción de ortoimágenes y nubes de puntos LiDAR, para la construcción de un modelo digital de terreno (MDT) y cartografía oficial a escala 1:1000 confiable incluso para las áreas de vegetación abundante. La evaluación de calidad será según escala de productos IGAC a que corresponda. Ver (Resolución 197 de 2022 IGAC).

A continuación, se presenta un flujograma con las diferentes etapas de la captura de datos.

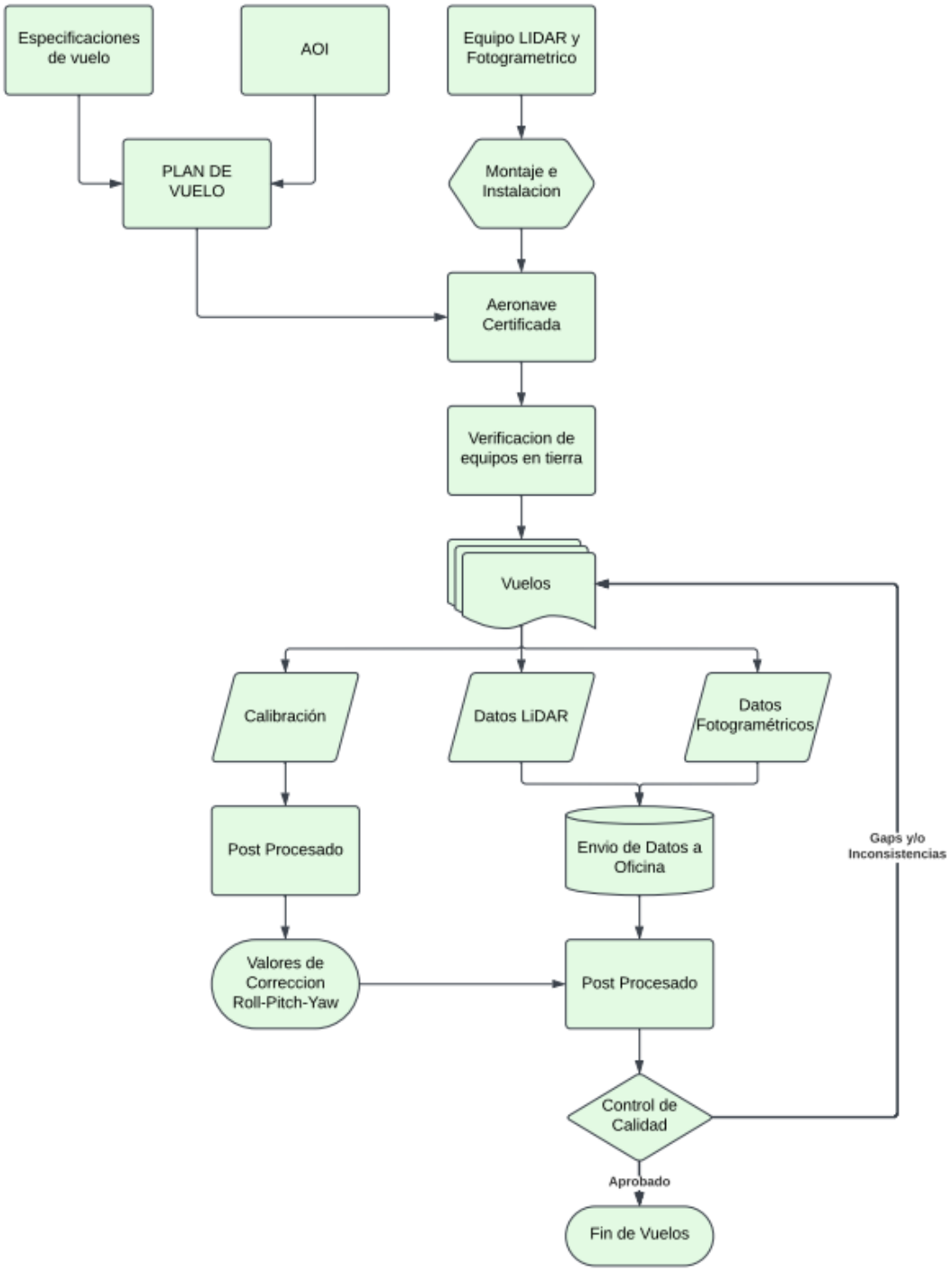


Figura 12. Flujograma captura de datos Fotogramétricos + LiDAR

Toda la información cruda capturada se entregará en los formatos originales que cada uno de los equipos y/o sensores genere.

9. PLANIFICACIÓN DE VUELO FOTOGRAMETRICO Y LiDAR.

Dada la delimitación de la zona a sobrevolar y apoyándonos en la cartografía existente, así como en datos de campo, se realizó una planificación inicial del vuelo fotogramétrico, teniendo presente las condiciones geométricas proporcionadas por el cliente.

9.1. COMPONENTES DEL SISTEMA

Para el desarrollo del proyecto se disponían de diferentes sistemas utilizados como conjunto combinado de cámara fotogramétrica y sistema LiDAR, para los levantamientos realizados se ha utilizado la siguiente combinación:

- Cámara Phase One iXM-RS 150F de 150Mp
- Riegl VQ 580ii de 550KHz

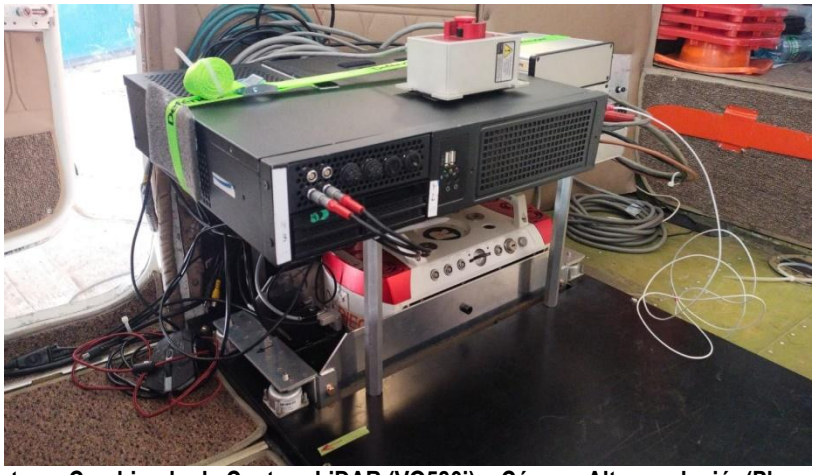


Figura 13. Sistema Combinado de Captura LiDAR (VQ580i) – Cámara Alta resolución(PhaseOne iXM-RS)

Estos sistemas, fueron instalados en el helicóptero HUGHES de matrícula HK1934 para realizar los sobrevuelos sobre los municipios de Candelaria y Santa Rosa, esta aeronave cuenta con permisos para la realización de vuelos fotogramétricos en todo el país.



Figura 14. Helicóptero Hughes

Para realizar los sobrevuelos sobre los municipios de Apartado, San José de Cúcuta, Ipiales, Manaure Balcón de Cesar, Pasto e Tierralta y Tunja el equipo se instaló sobre el avión Cessna 180 de placa HK-877, esta también cuenta con permisos para la realización de vuelos fotogramétricos en todo el país.



Figura 15. Montaje Avión Cessna 180

Como lo establece el IGAC en la resolución 471 de 2020:

> *"Que el levantamiento y actualización de la cartografía del país podrá hacerse mediante cualquiera de las metodologías y tecnologías existentes, siempre y cuando cumplan con los estándares o Especificaciones Técnicas que se definan en la presente Resolución.*
>
> *Que las presentes especificaciones técnicas están orientadas al producto, proporcionando una mayor flexibilidad al proceso o metodología de obtención del mismo, algo que se considera necesario en un esquema en el que se intenta promover un incremento en el número de*

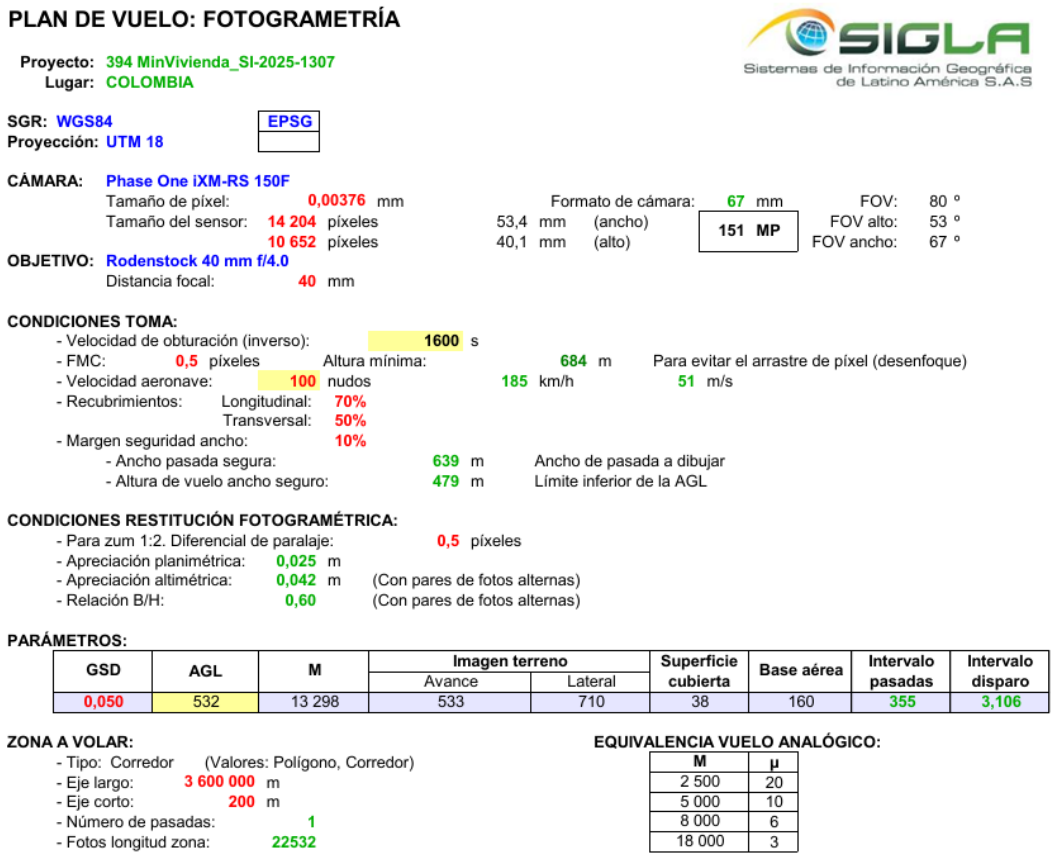
productores de información geográfica del país, fomentando al mismo tiempo la innovación en el sector."

9.2. PARÁMETROS DE VUELO COMBINADO LIDAR/CÁMARA

La parametrización del sensor LiDAR se realiza con la aplicación del Software AeroPlan de la casa Leica Geosystems. Para el proyecto se planifico una densidad de puntos mínima de 16.7Puntos/m2 y tamaño de Píxel es de 0.05m. Los parámetros generales del vuelo fotogramétrico y LiDAR ejecutado se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Características generales vuelos

Altura de vuelo	532 m sobre el terreno
Velocidad del vuelo	100 nudos (185 km/h)
Ángulo de visión	80°
Densidad de la nube LiDAR	>16.7 pts. / m2
Ancho de faja	639 m
GSD (Tamaño de píxel)	0.05 m
Recubrimiento Longitudinal	70%
Recubrimiento Transversal	50%



PLAN DE VUELO: FOTOGRAMETRÍA

SIGLA Sistemas de Información Geográfica de Latino América S.A.S

Proyecto: 394 MinVivienda_SI-2025-1307
Lugar: COLOMBIA

SGR: WGS84 — EPSG
Proyección: UTM 18

CÁMARA: Phase One iXM-RS 150F
Tamaño de píxel: 0,00376 mm
Tamaño del sensor: 14 204 píxeles / 10 652 píxeles
53,4 mm (ancho) / 40,1 mm (alto)
Formato de cámara: 67 mm — 151 MP
FOV: 80 ° — FOV alto: 53 ° — FOV ancho: 67 °

OBJETIVO: Rodenstock 40 mm f/4.0
Distancia focal: 40 mm

CONDICIONES TOMA:
- Velocidad de obturación (inverso): 1600 s
- FMC: 0,5 píxeles — Altura mínima: 684 m — Para evitar el arrastre de píxel (desenfoque)
- Velocidad aeronave: 100 nudos — 185 km/h — 51 m/s
- Recubrimientos: Longitudinal: 70% / Transversal: 50%
- Margen seguridad ancho: 10%
  - Ancho pasada segura: 639 m — Ancho de pasada a dibujar
  - Altura de vuelo ancho seguro: 479 m — Límite inferior de la AGL

CONDICIONES RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA:
- Para zum 1:2. Diferencial de paralaje: 0,5 píxeles
- Apreciación planimétrica: 0,025 m
- Apreciación altimétrica: 0,042 m (Con pares de fotos alternas)
- Relación B/H: 0,60 (Con pares de fotos alternas)

PARÁMETROS:

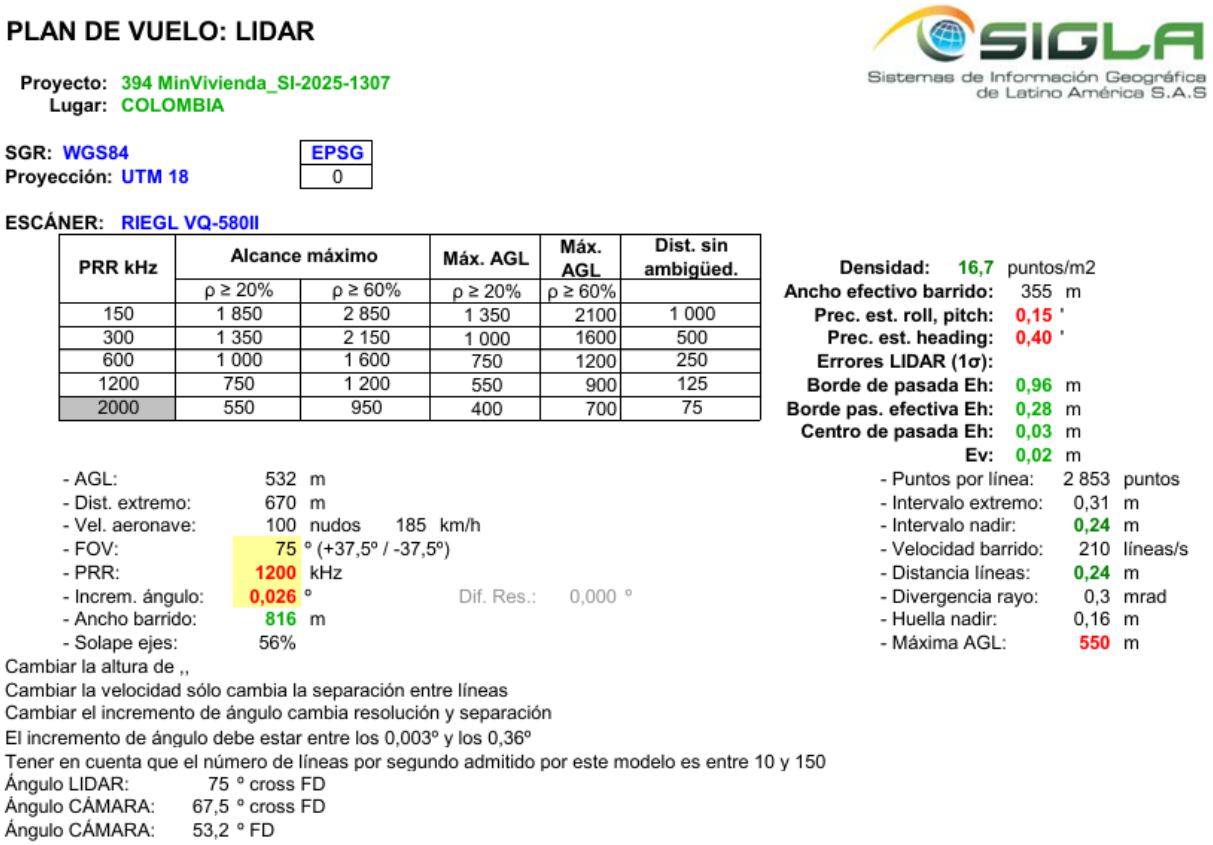
GSD	AGL	M	Imagen terreno		Superficie cubierta	Base aérea	Intervalo pasadas	Intervalo disparo
			Avance	Lateral				
0,050	532	13 298	533	710	38	160	355	3,106

ZONA A VOLAR:
- Tipo: Corredor (Valores: Polígono, Corredor)
- Eje largo: 3 600 000 m
- Eje corto: 200 m
- Número de pasadas: 1
- Fotos longitud zona: 22532

EQUIVALENCIA VUELO ANALÓGICO:

M	µ
2 500	20
5 000	10
8 000	6
18 000	3

Figura 16. Plan de vuelo Fotogramétrico



PLAN DE VUELO: LIDAR

SIGLA Sistemas de Información Geográfica de Latino América S.A.S

Proyecto: 394 MinVivienda_SI-2025-1307
Lugar: COLOMBIA

SGR: WGS84 | **EPSG** 0
Proyección: UTM 18

ESCÁNER: RIEGL VQ-580II

PRR kHz	Alcance máximo		Máx. AGL	Máx. AGL	Dist. sin ambigüed.
	ρ ≥ 20%	ρ ≥ 60%	ρ ≥ 20%	ρ ≥ 60%	
150	1 850	2 850	1 350	2100	1 000
300	1 350	2 150	1 000	1600	500
600	1 000	1 600	750	1200	250
1200	750	1 200	550	900	125
2000	550	950	400	700	75

Densidad: 16,7 puntos/m2
Ancho efectivo barrido: 355 m
Prec. est. roll, pitch: 0,15 '
Prec. est. heading: 0,40 '
Errores LIDAR (1σ):
Borde de pasada Eh: 0,96 m
Borde pas. efectiva Eh: 0,28 m
Centro de pasada Eh: 0,03 m
Ev: 0,02 m

- AGL: 532 m
- Dist. extremo: 670 m
- Vel. aeronave: 100 nudos 185 km/h
- FOV: 75 ° (+37,5° / -37,5°)
- PRR: 1200 kHz
- Increm. ángulo: 0,026 ° Dif. Res.: 0,000 °
- Ancho barrido: 816 m
- Solape ejes: 56%

- Puntos por línea: 2 853 puntos
- Intervalo extremo: 0,31 m
- Intervalo nadir: 0,24 m
- Velocidad barrido: 210 líneas/s
- Distancia líneas: 0,24 m
- Divergencia rayo: 0,3 mrad
- Huella nadir: 0,16 m
- Máxima AGL: 550 m

Cambiar la altura de ,,
Cambiar la velocidad sólo cambia la separación entre líneas
Cambiar el incremento de ángulo cambia resolución y separación
El incremento de ángulo debe estar entre los 0,003º y los 0,36º
Tener en cuenta que el número de líneas por segundo admitido por este modelo es entre 10 y 150
Ángulo LIDAR: 75 ° cross FD
Ángulo CÁMARA: 67,5 ° cross FD
Ángulo CÁMARA: 53,2 ° FD

Figura 17. Plan de vuelo LiDAR

Una vez realizada la planificación del vuelo y comprobado que se cumplen o mejoran las especificaciones definidas en el anexo técnico, ésta fue enviada a la Dirección Técnica del proyecto para que proceda a su revisión y/o aprobación.

Aceptada la planificación, ésta fue transferida al sistema fotogramétrico y LiDAR y al sistema de navegación de la aeronave.

10. CONTROLES DE CALIDAD - PLANIFICACIÓN DE VUELO FOTOGRAMÉTRICO Y LIDAR.

Tras realizar la planificación, ésta se sometió a un exhaustivo control de calidad para garantizar que se cumplan las características geométricas exigidas. En este proceso las líneas de vuelo planificadas son proyectados sobre un Modelo Digital de Elevaciones Global (SRTM Shuttle Radar Topography Mission), obteniendo una base de datos con información alfanumérica y un gráfico CAD que permite realizar un análisis visual de la planificación. La base de datos ofrece además información de las escalas o resoluciones máximas, media y mínima de cada fotograma y pasada, de los recubrimientos reales entre fotogramas consecutivos y recubrimientos entre pasadas consecutivas. De igual forma, se proyectan las pasadas LIDAR para garantizar los recubrimientos laterales y que no se exceden los límites de variación de cota para garantizar la densidad media y el registro continuo de pulsos.

A partir del análisis conjunto de la base de datos y del gráfico de huellas se determina el grado de aptitud de la planificación, procediendo, en su caso, a realizar las modificaciones necesarias.

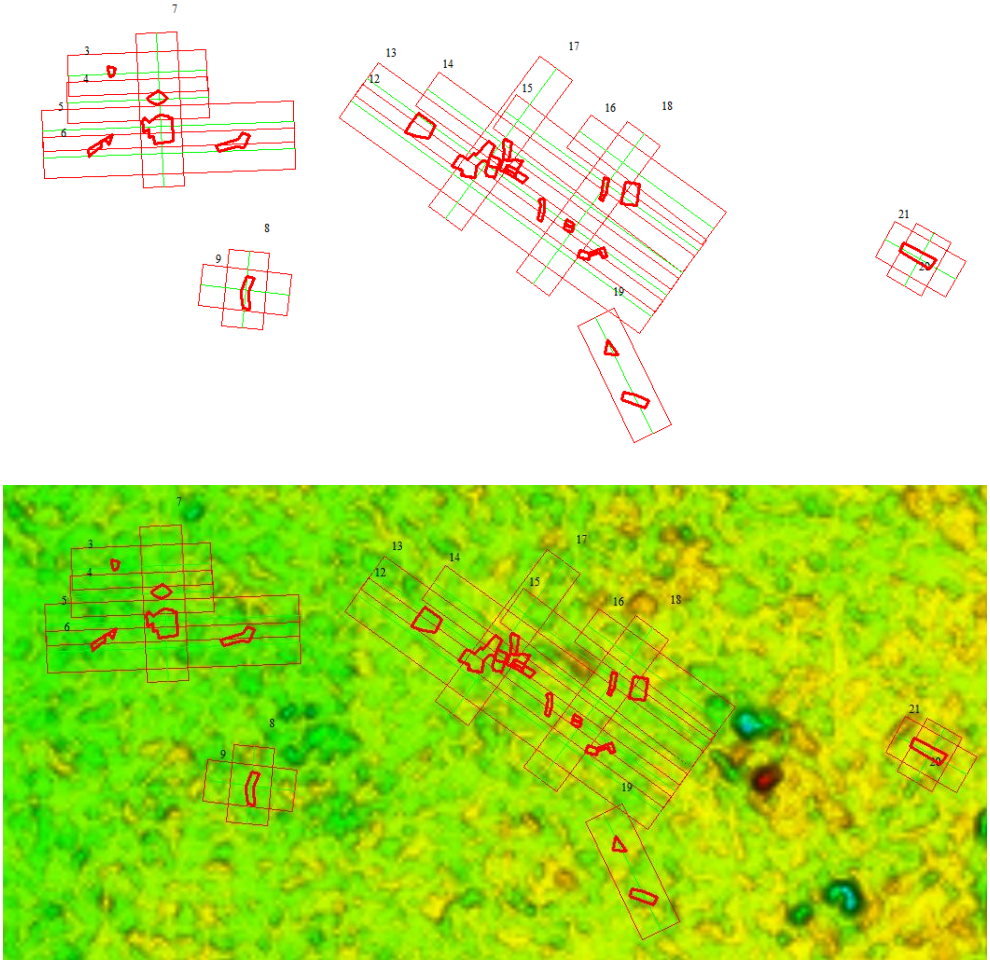


Figura 18. Coberturas y Ejes de vuelo Candelaria

10.1. MONTAJE Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA FOTOGRAMÉTRICO Y LIDAR

Se llevó a cabo el montaje e instalación del sistema Riegl VQ580II equipado con cámara digital Phase One iXM-RS 150F en el helicóptero Hughes de placas HK1934 por personal técnico de la empresa en instalaciones localizadas en el aeropuerto.

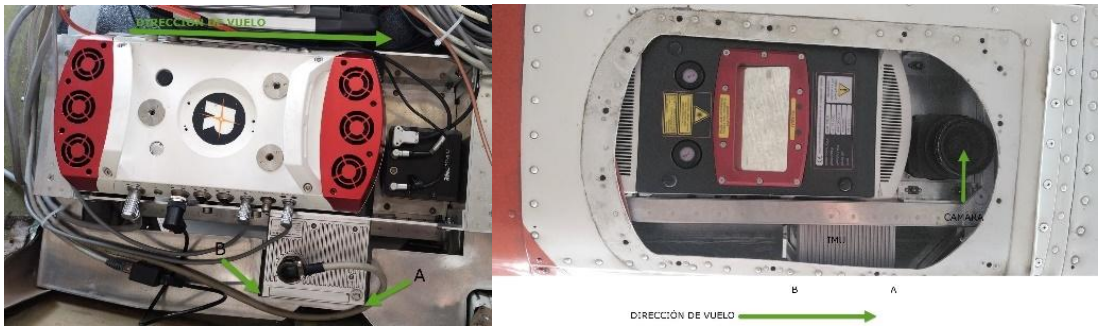


Figura 19. Instalación Riegl VQ580II y Phase One iXM-RS 150F

11. EJECUCIÓN DEL VUELO

En este apartado se presenta de forma esquemática el procedimiento seguido en la ejecución del vuelo fotogramétrico realizado hasta el momento sobre los municipios de Santa Rosa de Cabal en el departamento de Risaralda y Candelaria en el departamento del Valle del Cauca.

11.1. RECEPCIÓN DE PLANIFICACIÓN DEPARTAMENTO DE VUELO

Posterior a un último control de calidad de la planificación realizada, el jefe de proyectos envió la planificación y los permisos necesarios al departamento de vuelos, allí los planes de vuelo fueron integrados tanto en el sistema de navegación de la aeronave como en los sistemas de control de la cámara fotogramétrica y LiDAR, quedando disponibles para el momento de ejecución del vuelo.

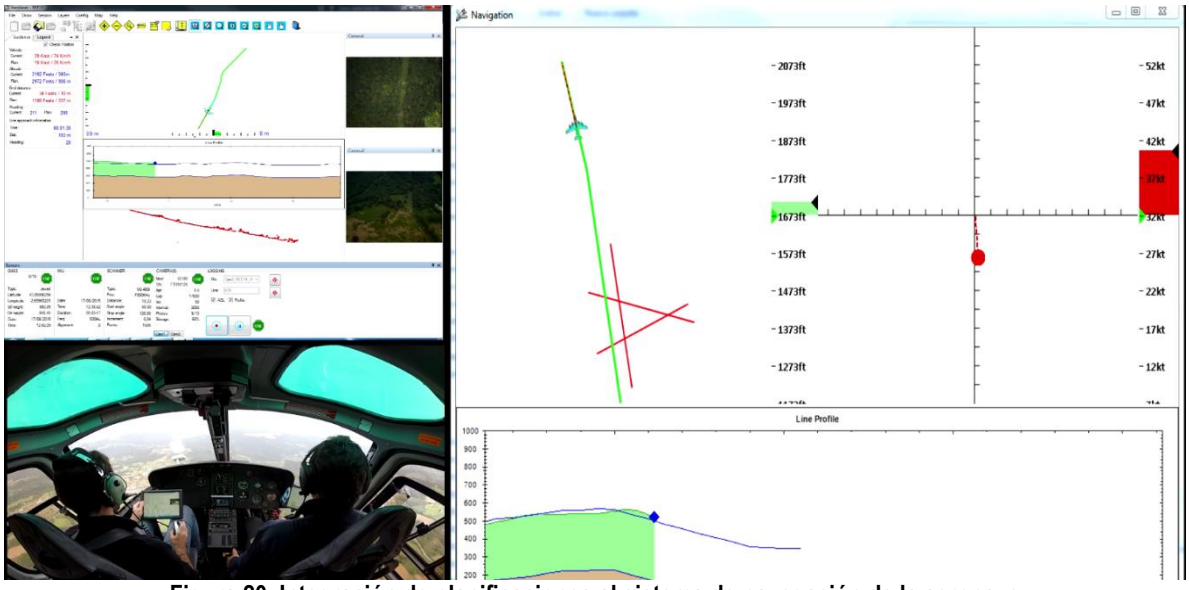


Figura 20. Integración de planificaciones al sistema de navegación de la aeronave

11.2. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Dado que la meteorología constituye un factor condicionante, esta es constantemente analizada con el fin de realizar las operaciones de vuelo en condiciones meteorológicas óptimas para la realización de vuelos fotogramétricos, es decir: Cielo limpio, ausencia de vientos fuertes, ausencia de nubes, brumas, sombras, humo o cualquier elemento que pudiera afectar la calidad radiométrica de las fotografías.

11.3. COMPROBACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y SISTEMAS

Antes de comenzar cada misión de vuelo se realizan una serie de comprobaciones para garantizar la exitosa realización de los trabajos de captura. Es necesario comprobar que se dispone de toda la información necesaria (Bases de datos de planificación, permisos de vuelo en regla, etc.) y el correcto estado de los equipos fotogramétricos (Cámara y/o LiDAR, Sistemas GPS/INS, IMU, etc.). Así mismo, para garantizar la seguridad del equipo humano encargado de realizar el vuelo fotogramétrico se realizó una revisión del buen funcionamiento de los sistemas aeronáuticos previa a cada misión de vuelo.



Figura 21. Sistema de Control en vuelo

Durante el vuelo fotogramétrico la tripulación de la aeronave está formada por un piloto y un operador. El operador es el encargado del manejo de la cámara fotogramétrica y el sensor LiDAR, siendo el responsable de comprobar el correcto funcionamiento de todos los sistemas implicados en el vuelo y de anotar en un informe de vuelo cualquier incidencia ocurrida durante el mismo.

11.4. REALIZACIÓN DEL VUELO

Una vez verificado el correcto funcionamiento de los sistemas en la aeronave y el correcto funcionamiento de las estaciones GPS terrestres, se procede a la realización del vuelo. En este caso las correcciones propias de la toma fotográfica originadas por la ejecución del vuelo se realizarán mediante la unidad de sincronización y control mediante la Aplicación SIGLALASER MISION. Este sistema se encarga de poner en común las informaciones provenientes tanto de la cámara digital-Laser y los sensores GPS e IMU.

En vuelos combinados (LiDAR-Cámara fotogramétrica), la aeronave dispone sobre el fuselaje de dos antenas GPS bifrecuencia, uno de los sistemas GPS conectado al sistema inercial de la cámara digital y el otro al sistema inercial del sensor LiDAR. Ambos receptores captan información sobre la trayectoria desde el momento en que se conectan los motores de la aeronave hasta que se apagan en el aeropuerto de llegada. El sistema GPS de la cámara digital captura asimismo información sobre los eventos de la

toma de imágenes. Adicionalmente, con ambas triadas de parámetros (x,y,z) y (ω,φ,κ), calculadas en post-proceso, se conocen las posiciones de los centros de proyección de las imágenes con gran precisión, en poco tiempo tras el vuelo, del mismo modo se calcula la posición sobre el terreno de cada punto de la nube de puntos LiDAR.

Para garantizar la estabilidad del sistema inercial la aeronave permanece parada al menos cinco minutos antes de despegar y después de aterrizar, durante este tiempo el sistema GPS/IMU almacena datos.

Para este proyecto, los giros registrados fueron compensados en vuelo, reduciendo al máximo los efectos de estos sobre la trayectoria seguida por el centro de proyección de la cámara y el sensor LiDAR.

El producto final de la ejecución de la misión de vuelo es el conjunto de imágenes digitales y/o datos brutos LiDAR, fichero de observaciones GPS e IMU y fichero final de la trayectoria seguida por la aeronave.

Finalizada la sesión de vuelo se realizó el control de calidad mediante la generación de imágenes de intensidad con las cuales se verifica que el dato adquirido cubre la zona objetivo.

11.5. VOLCADO DE LA INFORMACIÓN

Una vez ejecutada la misión de vuelo, se realizó la descarga de datos. Se obtienen los datos de los sistemas GPS/IMU, datos brutos LiDAR e imágenes brutas. Esto datos son almacenados en discos duros externos, realizando una copia de seguridad adicional para su posterior envío a las oficinas centrales de SIGLA, donde se realizará el procesado de la información.

11.6. ENVÍO DE INFORMACIÓN A OFICINA

Finalizada cada misión de vuelo, la información capturada fue enviada a gabinete para su procesamiento. Dicha información está compuesta por:

- Rawdatas. Datos brutos formato 3FR captados por la cámara digital.
- RawLaser. Datos brutos captados con el sistema LiDAR en sistema UTM Zona 18 NORTE
- Base de datos de vuelo (Incluye información sobre el momento de captura de cada imagen, coordenadas de navegación, etc.).
- Datos inerciales GPS/IMU de la cámara digital y del sistema LiDAR.
- Informe de incidencias detectadas por el operador durante el vuelo.
- Thumbnails (Imágenes miniatura de baja resolución).

11.7. CONTROL DE CALIDAD DE CADA MISIÓN DE VUELO EJECUTADO

Al finalizar cada jornada de vuelo se ha realizado un control de calidad, comprobando la integridad de la información capturada durante cada día y sesión de vuelo. En este control se analizaron:

- Integridad de los ficheros de imágenes: comprobando la correcta adquisición de las imágenes, verificando el número de imágenes capturadas y su correspondencia con el número de disparos realizados durante el vuelo.
- Integridad de los datos brutos LiDAR:
  - ✓ Se realizó una comparación entre el vuelo ejecutado contra la planificación, a partir del fichero *.txt generado por la unidad de control.

- ✓ Se analizó la correcta estructura de almacenamiento de datos: una carpeta por cada una de las pasadas registradas secuencialmente.
- ✓ Se hizo una comprobación análoga para los datos inerciales asociados al instrumento LiDAR.

- Número de satélites disponibles durante el vuelo
  - Ángulos respecto de la vertical durante las pasadas
  - Balanceo durante los giros de la aeronave (Que deben ser inferiores a 20º)
  - Continuidad en la captura GPS/IMU

Al recibir de conformidad esta información, el jefe de proyecto realizó una revisión de los informes de vuelo y de las imágenes, analizando las incidencias reportadas comprobando la existencia de problemas en cuanto a nubes, clima, deriva, etc. Posteriormente la información recibida es dirigida al departamento de producción donde se realizaron las labores de postproceso.

12. AVANCE DEL PROYECTO

12.1. AVANCE DE LOS VUELOS

El día 16 de agosto se realizó el sobrevuelo del municipio de Santa Rosa de Cabal en el departamento de Risaralda, cubriendo un total de 15.34Ha.

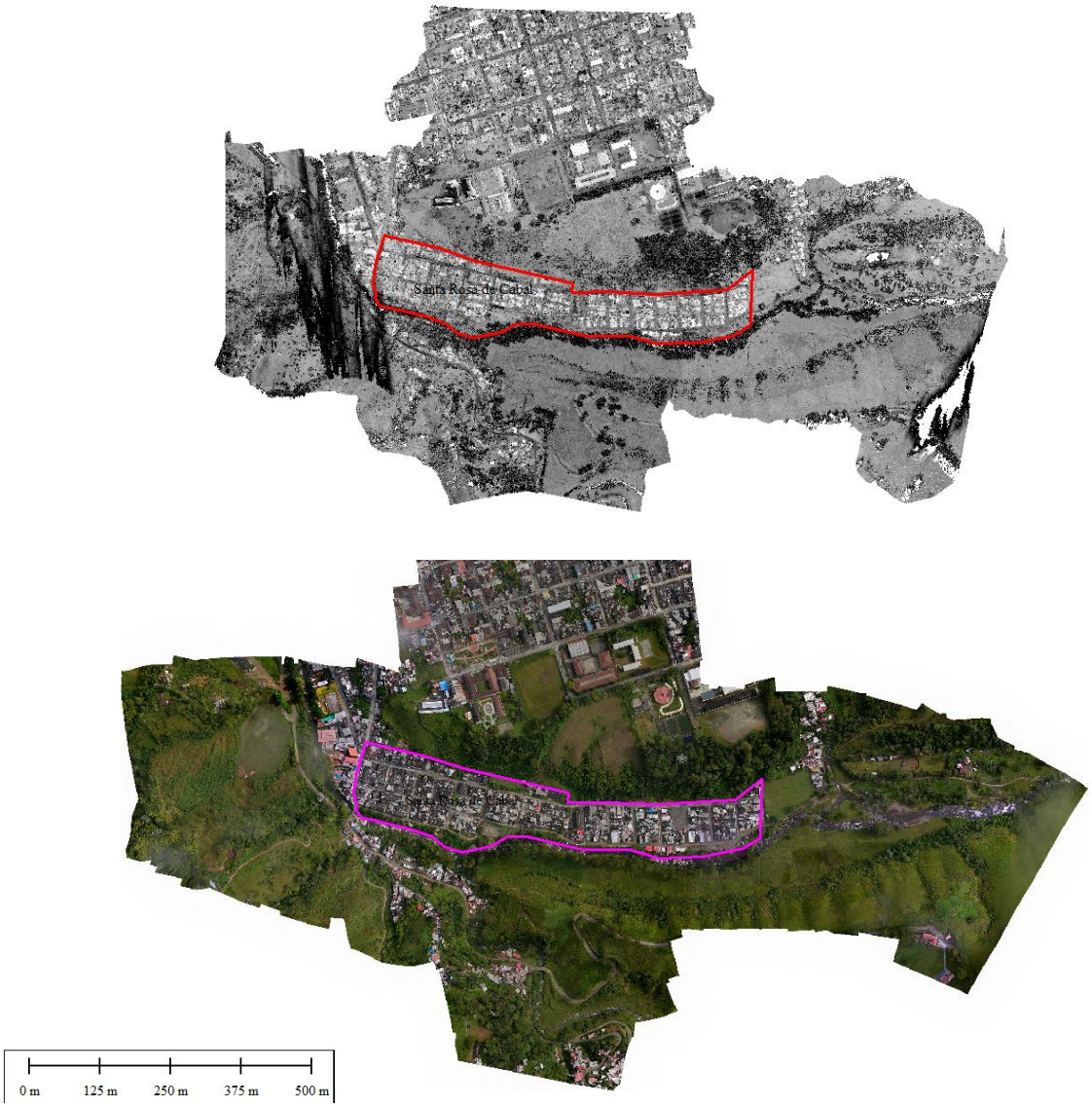


Figura 22. Avance de los vuelos Santa Rosa de Cabal - Risaralda

Los días 17 y 18 de agosto se realizaron sobrevuelos sobre el municipio de Candelaria en el departamento de Valle del Cauca, cubriendo un total de 47.35Ha.

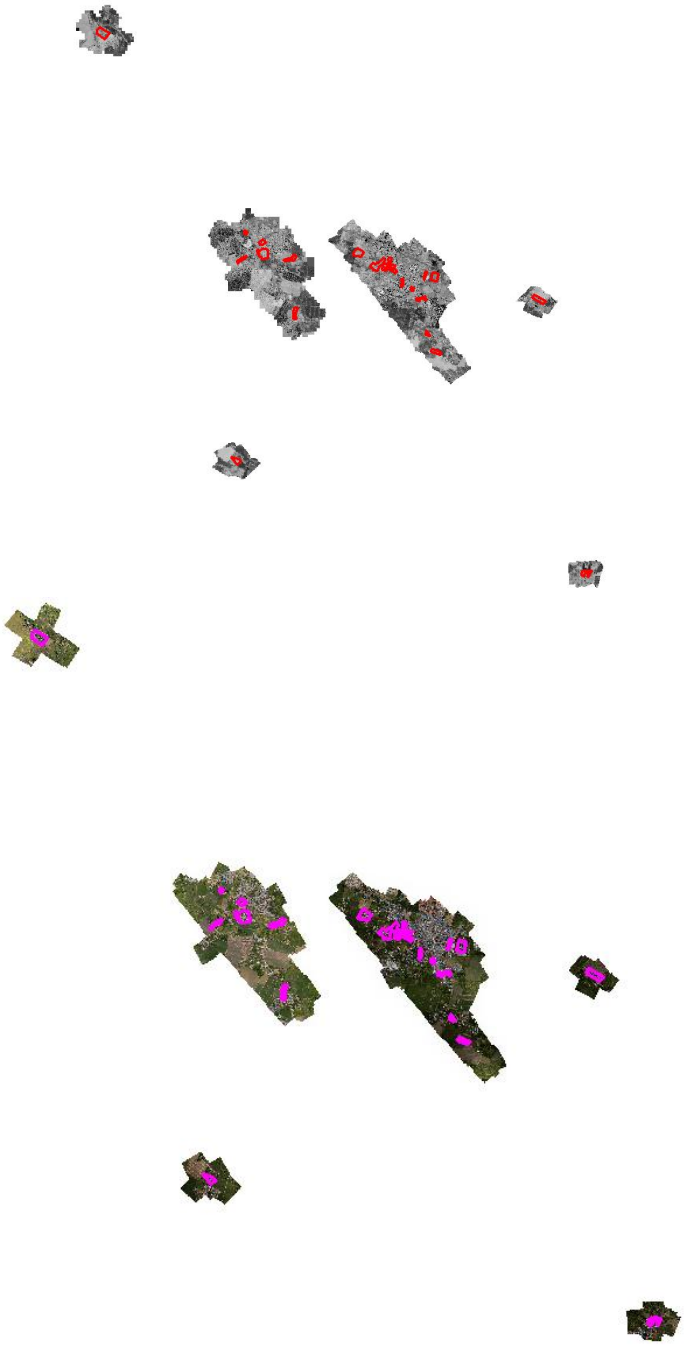


Figura 23. Avance de los vuelos Candelaria – Valle del Cauca

El día 9 de septiembre se realizó el sobrevuelo del municipio de Tunja en el departamento de Boyaca, cubriendo un total de 212.14Ha.

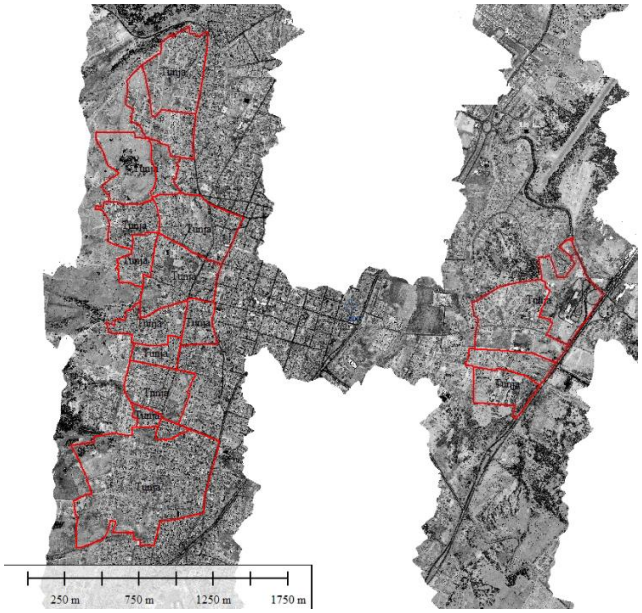


Figura 24. Avance de los vuelos Tunja – Boyaca

Los días 9 y 10 de septiembre se realizaron sobrevuelos sobre el municipio de San José de Cúcuta en el departamento de Norte de Santander, cubriendo un total de 153.18Ha.

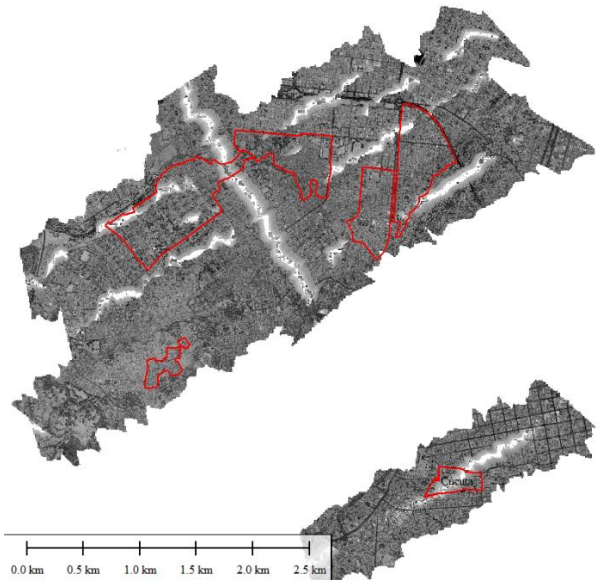


Figura 25. Avance de los vuelos San José de Cúcuta – Norte de Santander

El día 10 de septiembre se realizó el sobrevuelo del municipio de Manaure Balcón del Cesar en el departamento de Cesar, cubriendo un total de 25.13Ha.

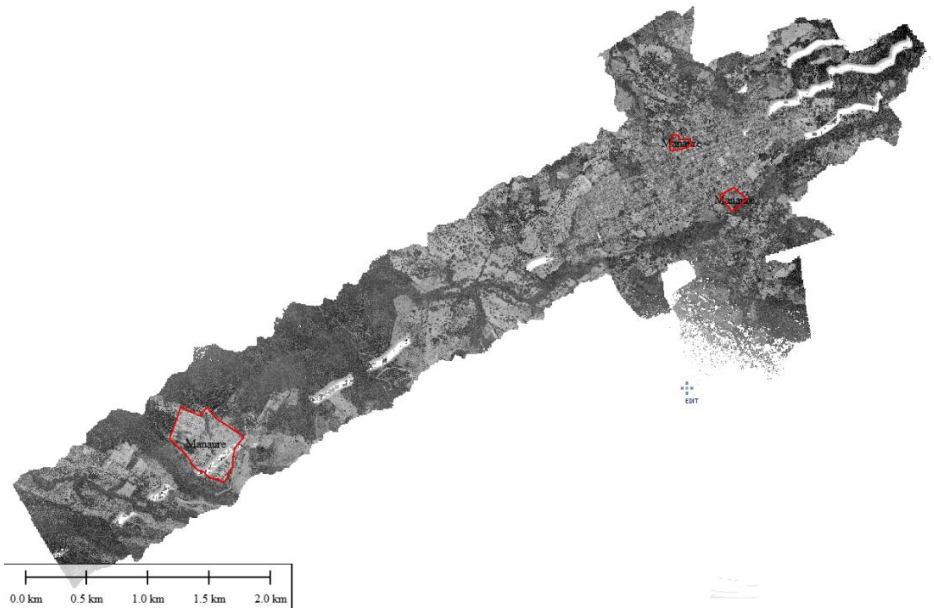


Figura 26. Avance de los vuelos Manaure Balcón del Cesar - Cesar

El día 11 de septiembre se realizó el sobrevuelo del municipio de Tierralta en el departamento de Córdoba, cubriendo un total de 65.64Ha.

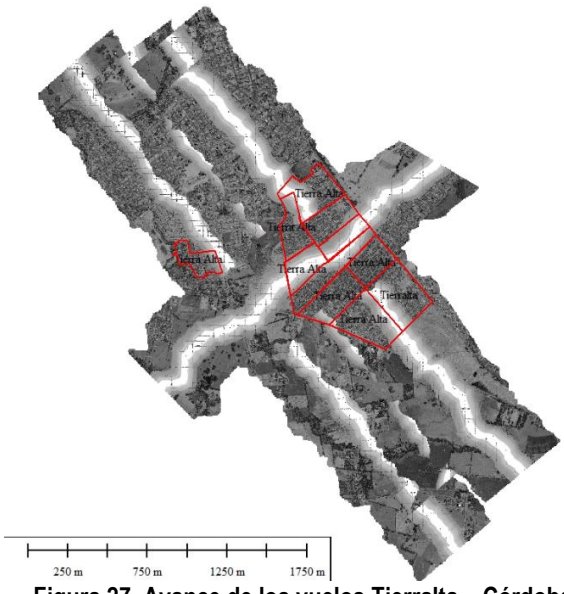


Figura 27. Avance de los vuelos Tierralta – Córdoba

El día 12 de septiembre se realizó el sobrevuelo del municipio de Apartado en el departamento de Antioquia, cubriendo un total de 29.93Ha.

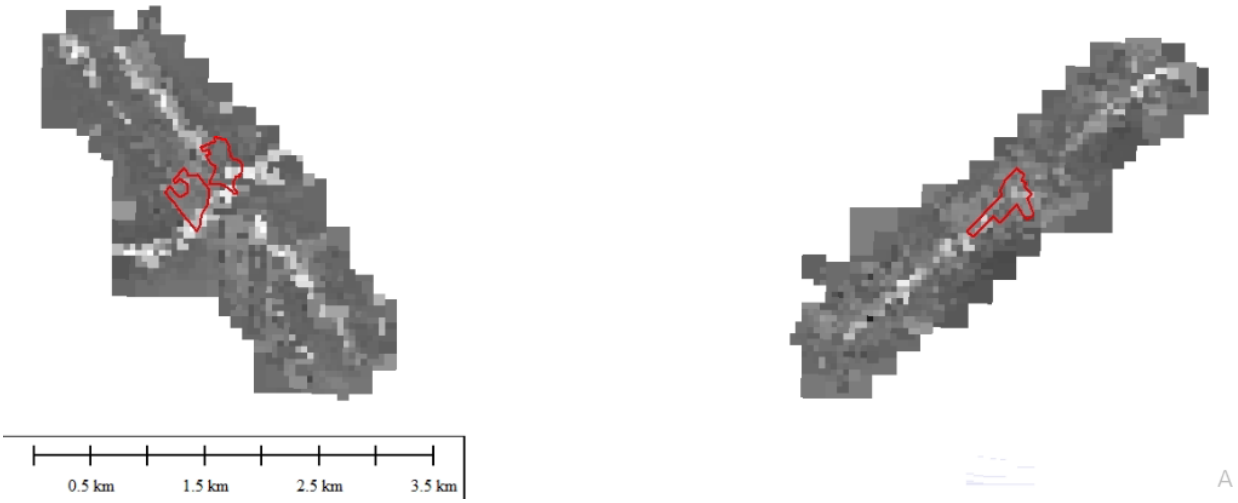


Figura 28. Avance de los vuelos Apartado - Antioquia

El día 14 de septiembre se realizó el sobrevuelo del municipio de Pasto en el departamento de Nariño, cubriendo un total de 45.54Ha.

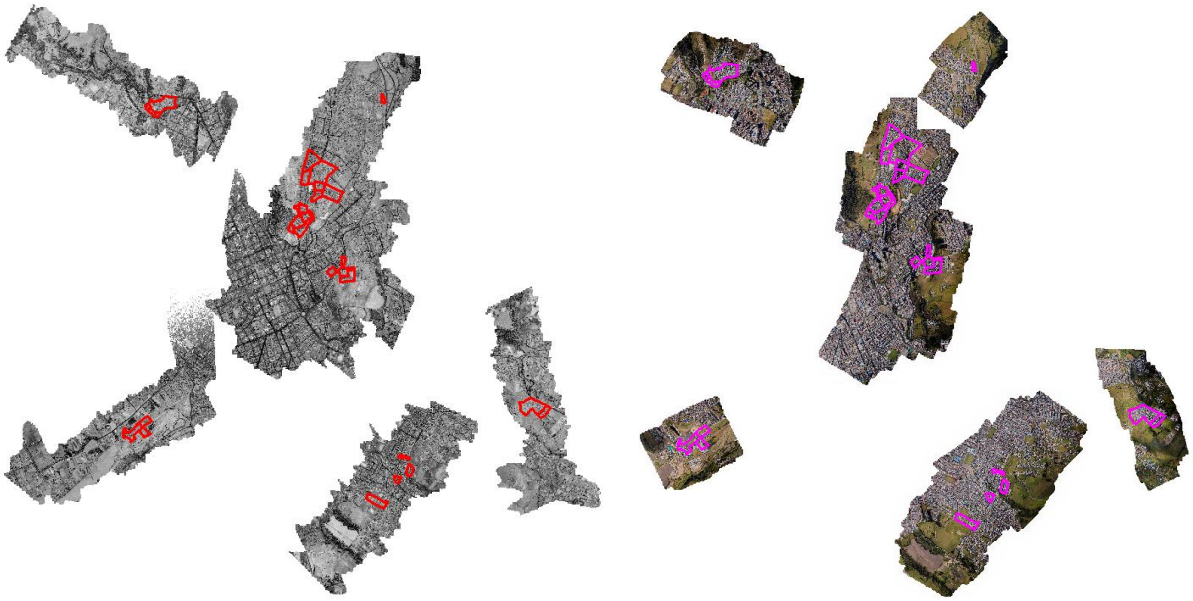


Figura 29. Avance de los vuelos Pasto - Nariño

El día 14 de septiembre se realizó el sobrevuelo del municipio de Ipiales en el departamento de Nariño, cubriendo un total de 14.29Ha.

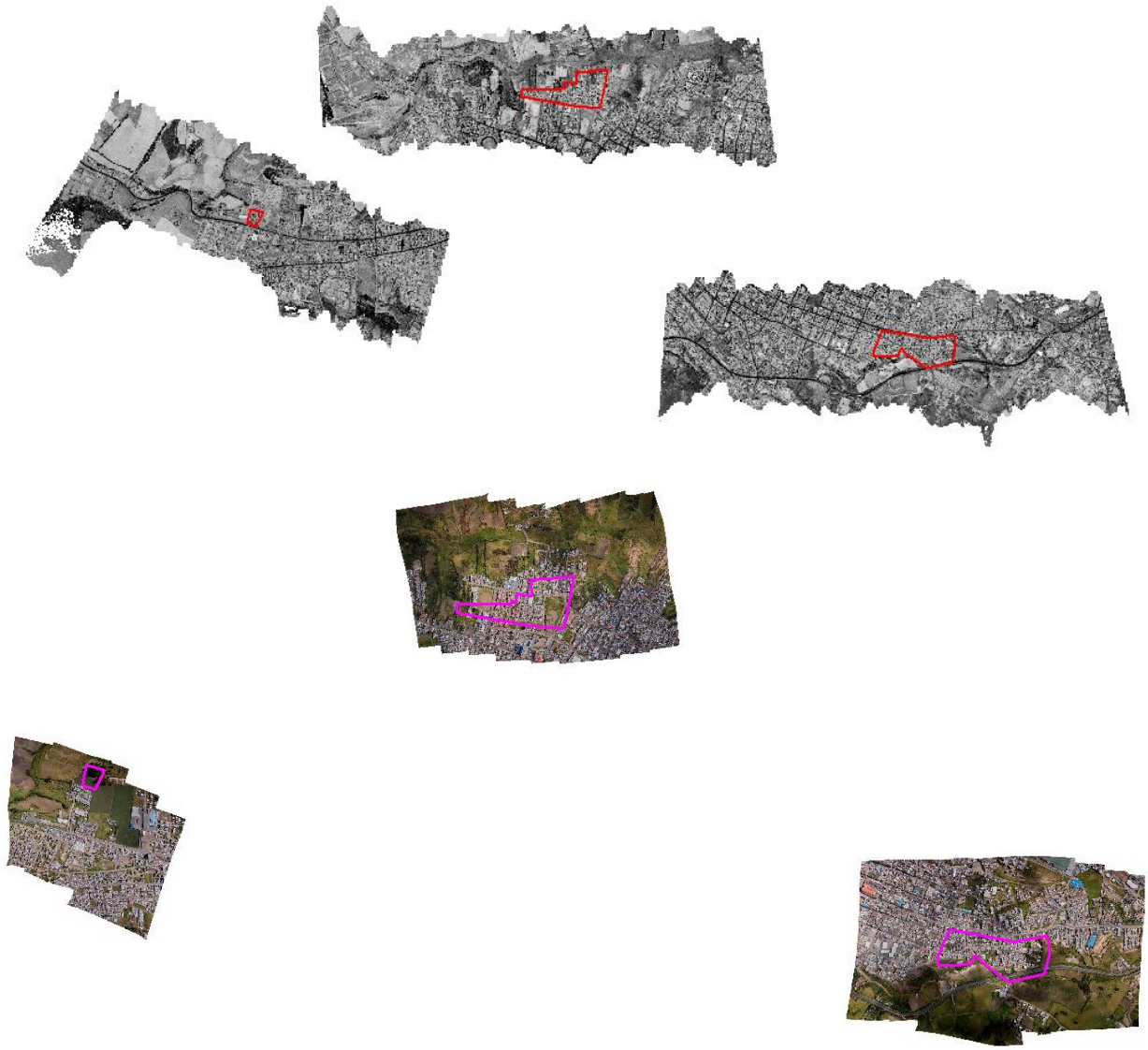


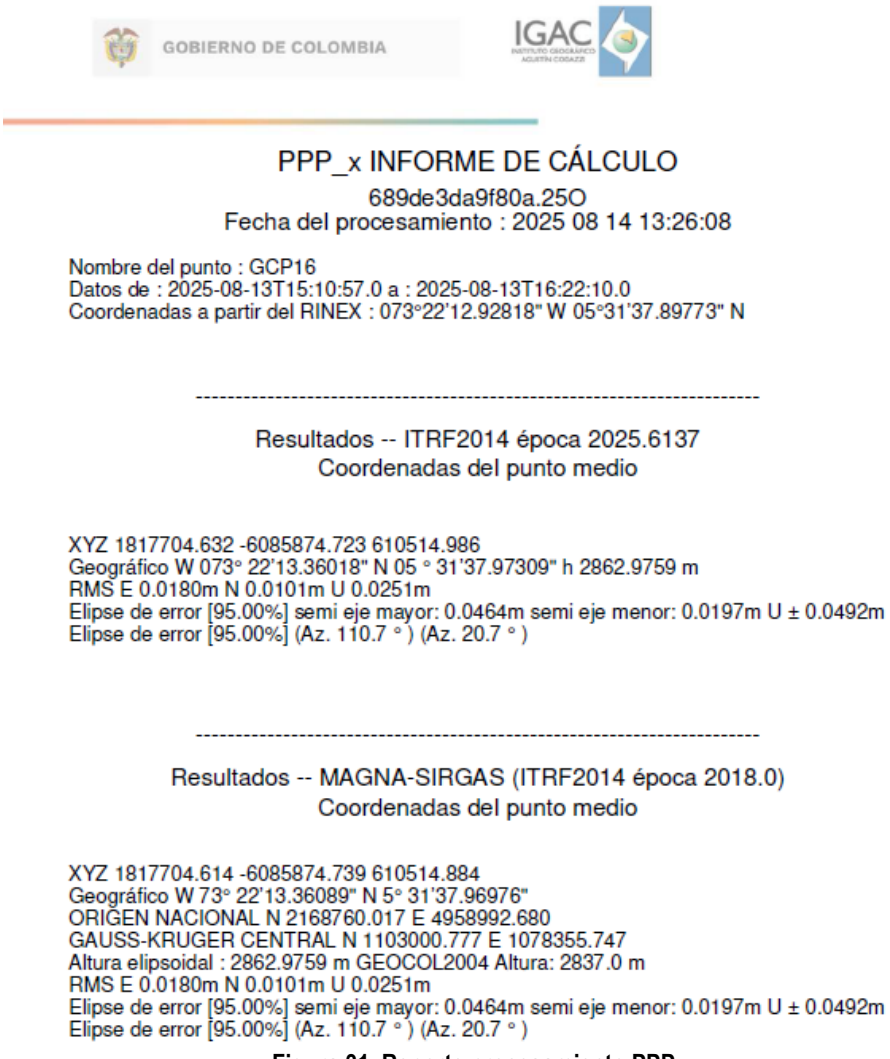
Figura 30. Avance de los vuelos Ipiales - Nariño

A la fecha de entrega de este informe se presenta un avance de vuelos total de 600.87Ha que corresponden al 99.3% del proyecto.

12.2. AVANCE TOPOGRAFIA

Los trabajos de campo dieron inicio el 12 de agosto con el apoyo de una comisión de topografía. Se realiza la movilización desde Bogotá hacia Tunja. La primera actividad que se realiza es la búsqueda del punto

NP mas cercano a las áreas del proyecto y se posiciona en tiempo suficiente para ser calculado desde las ERP del IGAC.
El posicionamiento se adelanta con equipos GNSS doble frecuencia en tiempos mínimos de 1:15 minutos los puntos GCP o mayores según las condiciones de cobertura u obstáculos que puedan disminuir la calidad de estos al momento del cálculo.
El NP de cada zona (Municipio) se posiciona en tiempos mínimos de 3 horas con el fin de ser calculado desde las ERP y así garantizar la calidad del mismo para desde este asignar el sistema de elevación de los GCP.
Los puntos GCP están siendo calculados con él módulo PPP oficial del portal del IGAC "RED GEODÉSICA NACIONAL" del cual se obtiene el siguiente reporte:


GOBIERNO DE COLOMBIA

IGAC

PPP_x INFORME DE CÁLCULO
689de3da9f80a.25O
Fecha del procesamiento : 2025 08 14 13:26:08

Nombre del punto : GCP16
Datos de : 2025-08-13T15:10:57.0 a : 2025-08-13T16:22:10.0
Coordenadas a partir del RINEX : 073°22'12.92818" W 05°31'37.89773" N

Resultados -- ITRF2014 época 2025.6137
Coordenadas del punto medio

XYZ 1817704.632 -6085874.723 610514.986
Geográfico W 073° 22'13.36018" N 05 ° 31'37.97309" h 2862.9759 m
RMS E 0.0180m N 0.0101m U 0.0251m
Elipse de error [95.00%] semi eje mayor: 0.0464m semi eje menor: 0.0197m U ± 0.0492m
Elipse de error [95.00%] (Az. 110.7 °) (Az. 20.7 °)

Resultados -- MAGNA-SIRGAS (ITRF2014 época 2018.0)
Coordenadas del punto medio

XYZ 1817704.614 -6085874.739 610514.884
Geográfico W 73° 22'13.36089" N 5° 31'37.96976"
ORIGEN NACIONAL N 2168760.017 E 4958992.680
GAUSS-KRUGER CENTRAL N 1103000.777 E 1078355.747
Altura elipsoidal : 2862.9759 m GEOCOL2004 Altura: 2837.0 m
RMS E 0.0180m N 0.0101m U 0.0251m
Elipse de error [95.00%] semi eje mayor: 0.0464m semi eje menor: 0.0197m U ± 0.0492m
Elipse de error [95.00%] (Az. 110.7 °) (Az. 20.7 °)

Figura 31. Reporte procesamiento PPP

Al día 31 de agosto se han realizado los polígonos localizados en los siguientes municipios: Tunja, Cúcuta, Manaure y Tierralta. A continuación, las imágenes de los puntos distribuidos por municipio.

Los trabajos en los polígonos de Tunja se realizaron entre el 12 y el 15 de agosto. En la imagen 21 se evidencia la distribución de los puntos de fotocontrol.

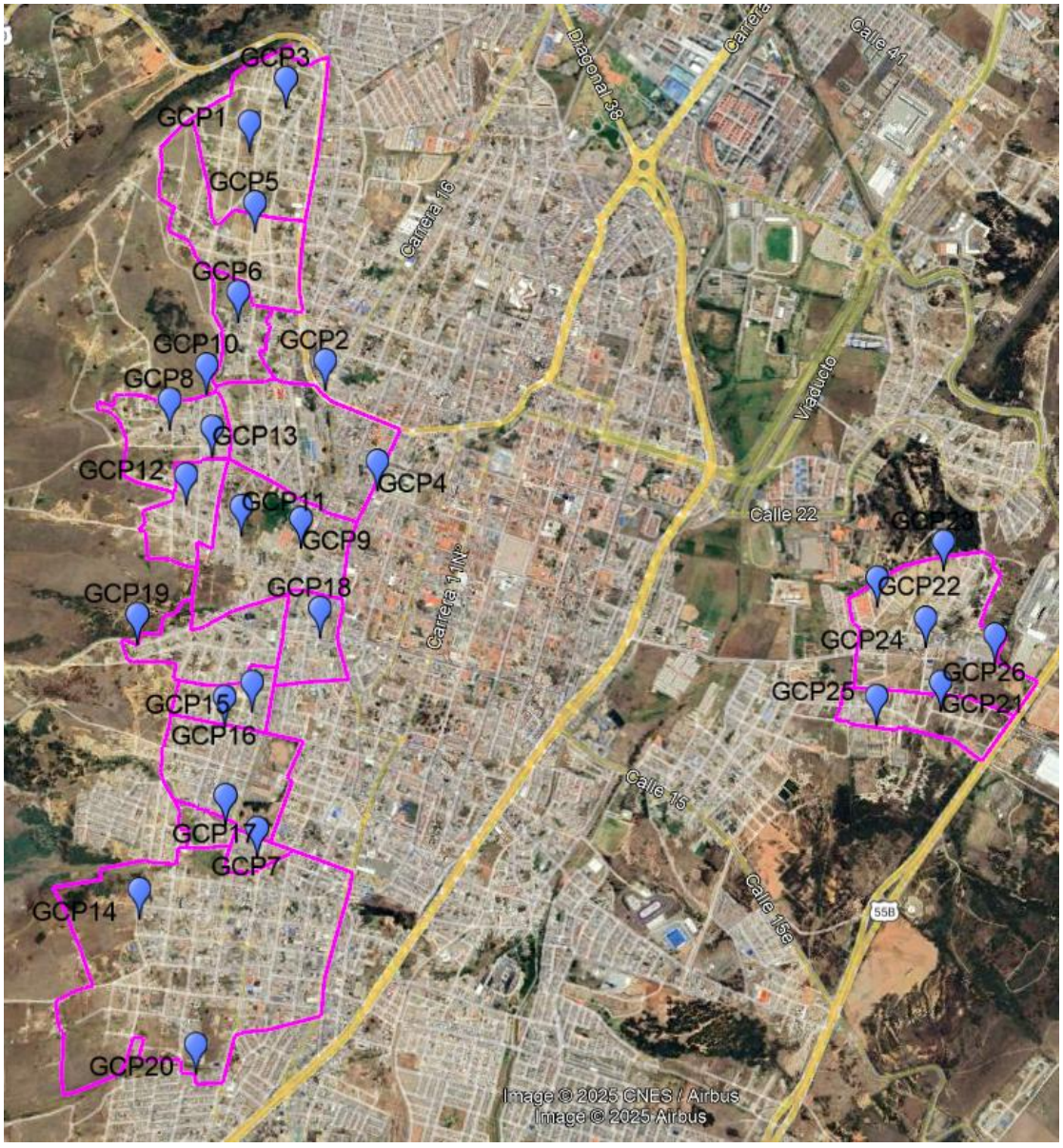


Figura 32. GCP Tunja

Los trabajos en los polígonos de Cúcuta se realizaron entre el 17 y el 20 de agosto. En la imagen 22 se evidencia la distribución de los puntos de fotocontrol.



Figura 33. GCP Cúcuta

Los trabajos en los polígonos de Manaure se realizaron entre el 23 y el 26 de agosto. En la imagen 23 se evidencia la distribución de los puntos de fotocontrol.

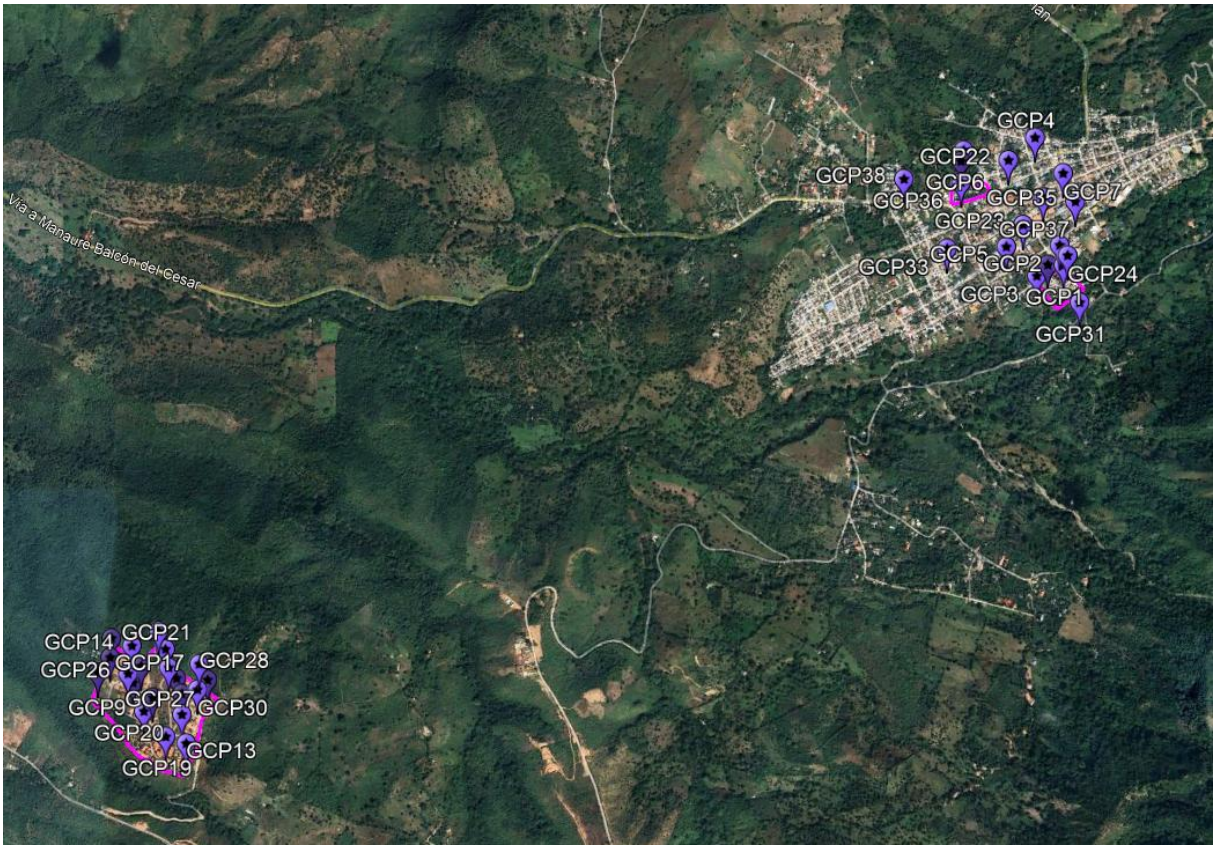


Figura 34. GCP Manaure

Los trabajos en los polígonos de Tierralta se realizaron entre el 28 y el 30 de agosto. En la imagen 24 se evidencia la distribución de los puntos de fotocontrol.

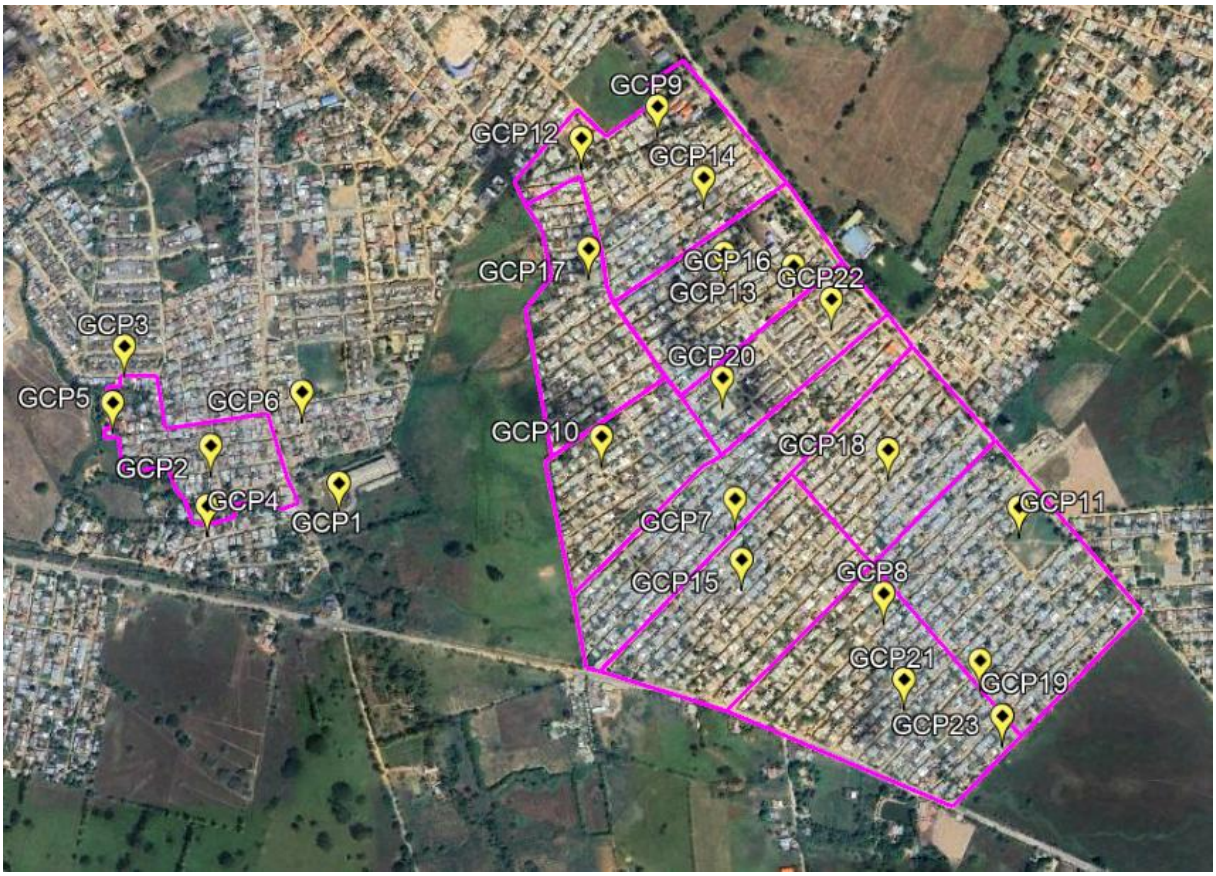


Figura 35. GCP Tierralta

En las siguientes fotos se muestran algunos de los elementos que se han identificado, tanto en elementos existentes como en elementos señalizados con pintura, como puntos de fotocontrol.





Figura 36. Puntos de fotocontrol

Entre el 1 y el 26 de septiembre se realizaron las labores de topografía de georreferenciación de puntos de fotocontrol para los polígonos de los siguientes municipios: Apartadó, Santa Rosa de Cabal, Candelaria, Pasto e Ipiales.

Apartadó: Los trabajos se realizaron entre el 1 y el 5 de septiembre.
La búsqueda del NP para obtener datos de cota geométrica en esta zona fue bastante compleja, de todos los puntos que se encuentran en “Colombia en Mapas” y que en su mayoría cuentan solo con valor de altura mas no de posición XY exacta, hace complejo la búsqueda de los mismos. Se logra localizar uno, pero no cuenta con características para ser posicionado por lo que se decide posicionar un punto cercano y realizar el traslado con nivel de precisión desde el NP al punto nuevo.



Figura 37. NP 216-NW-3

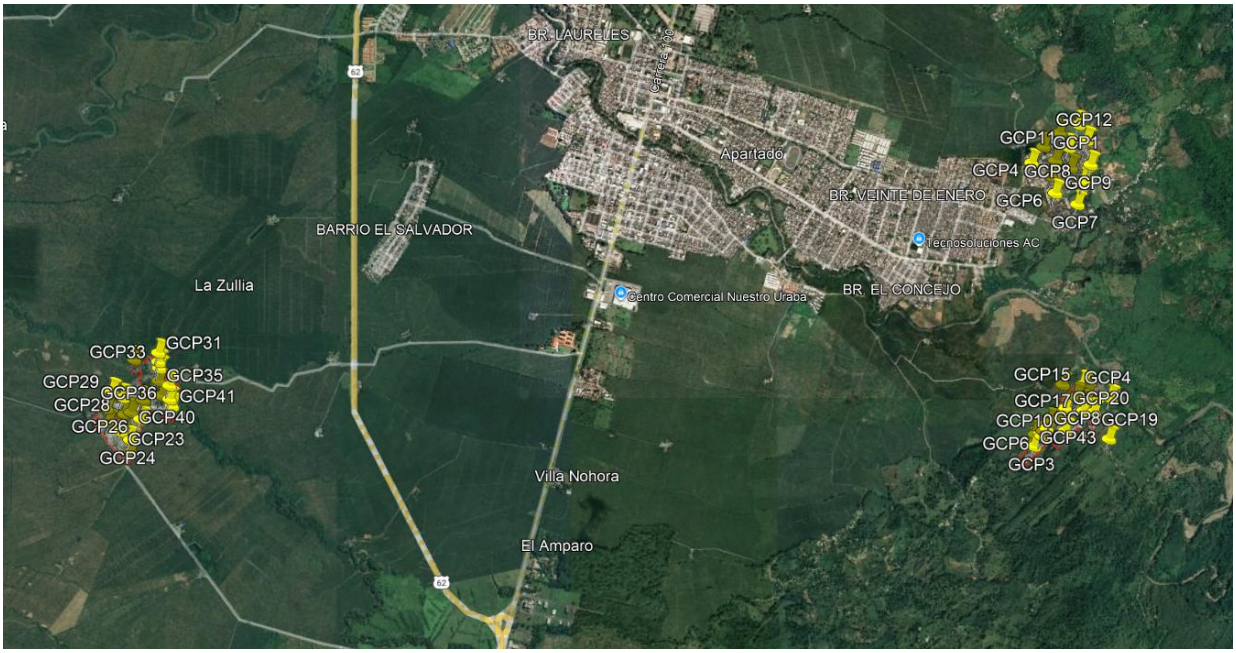


Figura 38. Fotocontrol Apartadó

Santa Rosa de Cabal: Los trabajos se ejecutaron entre 8 y el 11 de septiembre. Los puntos se prediseñan sobre mosaico rápido debido a que fue volado antes de tomar los puntos de fotocontrol. Al tener que hacerlo sobre elementos visibles en el mosaico estos quedaban muy cerca de elementos que desmejoraban las condiciones para ser calculados en PPP, motivo por el cual se tuvo que reposicionar algunos de ellos desde la base, siendo esta el NP 66682001.

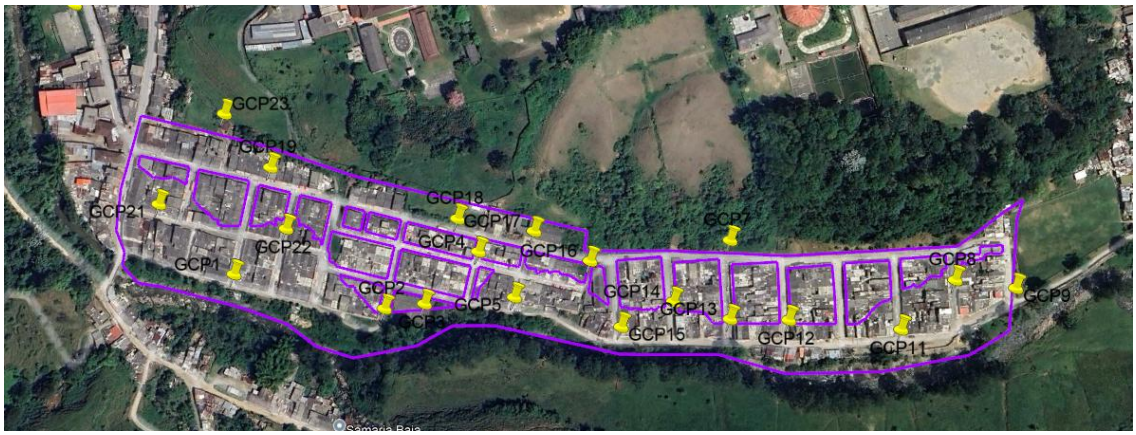


Figura 39. Fotocontrol Santa Rosa de Cabal

Candelaria: Los trabajos se realizaron entre el 12 y el 19 de septiembre. Se presentan zonas de alta inseguridad en las que ni la policía permitía que ingresáramos y menos con los equipos. Esto determinó la cantidad de puntos en algunas de estas zonas.

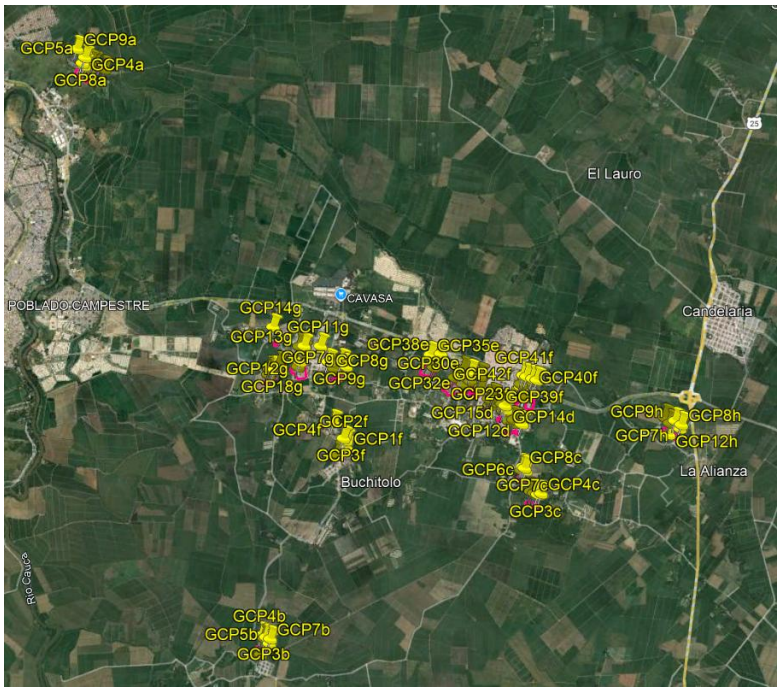


Figura 40. Fotocontrol Candelaria

Pasto: Se inician trabajos el día 21 y se terminan el 24 de septiembre. Sectores con alta criminalidad, a pesar del acompañamiento de la comunidad y de solicitar apoyo de la policía, estos indican que ni ellos entra a algunos sectores, esto condiciona la cantidad de puntos en algunos de los polígonos de Pasto. Puntos posicionados desde base fija, siendo esta el NP 52001016.

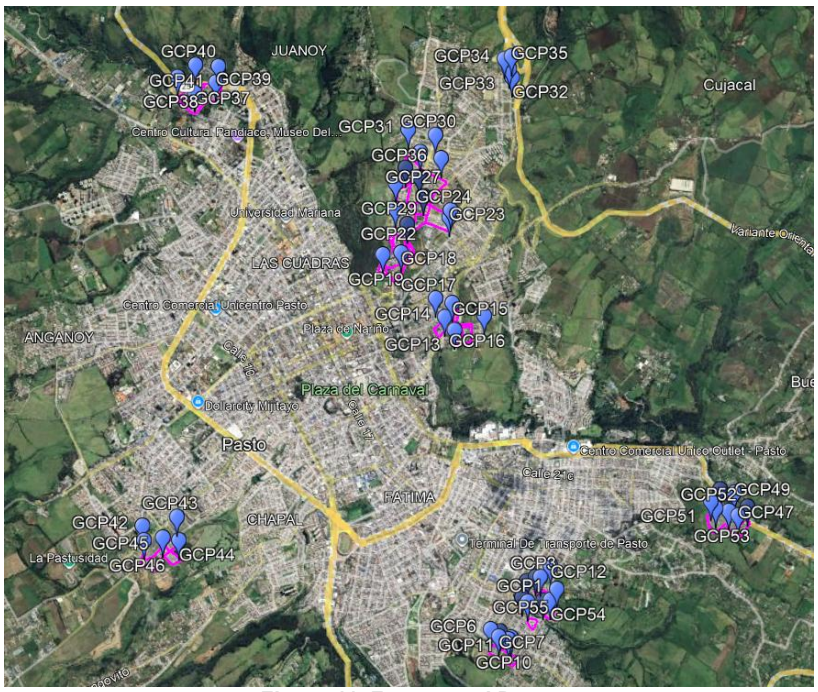


Figura 41. Fotocontrol Pasto

Ipiales: Se realizan los trabajos los días 25 y 26 de septiembre, en similares condiciones de seguridad de Pasto. Se puso base fija siendo NP 52356026.



Figura 42. Fotocontrol Ipiales

13. COMPONENTE FINANCIERO

Durante el presente periodo no se realizará el cobro correspondiente, debido a que, si bien se han desarrollado diversas actividades técnicas asociadas al proyecto, aún no se han generado productos finales susceptibles de facturación.

Entre las actividades ejecutadas se incluyen los vuelos LIDAR y los levantamientos topográficos en los municipios programados, los cuales representan un avance significativo en la fase de adquisición de información. No obstante, dado que los productos derivados de dichas actividades —tales como los modelos digitales de terreno, ortomosaicos y demás entregables establecidos en los términos de referencia— se encuentran en etapa de procesamiento y validación, no se ha efectuado entrega oficial de productos finales durante el periodo reportado.

En consecuencia, y conforme a los lineamientos contractuales y financieros establecidos, no se presenta cobro ni solicitud de pago en este avance. Esta decisión busca mantener la coherencia entre los hitos técnicos alcanzados y los compromisos financieros asociados a la entrega de productos verificables.

CRG Consulting S.A.S
NIT 900.935.741-7

CERTIFICACIÓN APORTES PARAFISCALES:

Yo Carlos Raúl Ruiz Galindo en mi calidad de Revisor Fiscal, certifico que la sociedad SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICA DE LATINO AMÉRICA-SIGLA S.A.S., identificada con NIT. 900.641.409-3, se encuentra a Paz y Salvo por concepto de pago de sus obligaciones con los sistemas de salud, riesgos profesionales, pensiones y aportes a las Cajas de Compensación Familiar, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Servicio Nacional de Aprendizaje de todo el personal que se encuentra laborando dentro de la misma, durante los últimos seis (6) meses.

Lo anterior, para dar cumplimiento a lo establecido en el art. 50 de la Ley 789 de 2002 y la Ley 1150 de 2007.

La presente se expide a los seis (6) días del mes de octubre de 2025, en Bogotá D.C.



Carlos Raúl Ruiz Galindo
T.P. 37316 - T
Revisor Fiscal
Avda. Carrera 45 #122 – 56 of 709