

**DESARROLLAR LAS ACTIVIDADES TÉCNICAS INHERENTES A LA EJECUCIÓN
DEL PROYECTO "FORTALECIMIENTO DE LAS HERRAMIENTAS DE
PLANIFICACIÓN CARTOGRÁFICAS Y TECNOLÓGICAS PARA EL DISTRITO DE
BUENAVENTURA - DEPARTAMENTO DE VALLE DEL CAUCA" IDENTIFICADO
CON EL CÓDIGO BPIN 2022761090121**

**INFORME PLAN DE VUELO FOTOGRAFAMÉTRICO
ÁREA RURAL, CABECERA MUNICIPAL Y 35 CENTROS POBLADOS DEL
DISTRITO DE BUENAVENTURA -DEPARTAMENTO VALLE DEL CAUCA**

**CONTRATO CP-PR-2023-088 CELEBRADO ENTRE ALIANZA PUBLICA PARA
EL DESARROLLO INTEGRAL -ALDESARROLLO Y
GEOMATICA MONCALEANO SÁENZ S.A.S.**

MAYO 2023



GEOMATICA MONCALEANO SAENZ S.A.S.

NIT: 900.999.434 -5

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVO	5
ALCANCE.....	5
GLOSARIO	7
AREA DE ESTUDIO.....	10
METODOLOGIA.....	13
REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	13
EQUIPO AERONAÚTICO	15
EQUIPO FOTOGRAMÉTRICO AEREO	15
SENSOR RCD30.....	16
SENSOR CITYMAPPER.....	17
EQUIPO DATOS LIDAR	18
AERONAVE NO TRIPULADA DJI MATRICE 300 RTK	19
SOLICITUD PERMISO DE VUELO	21
EJECUCIÓN PLAN VUELO.....	21
ANEXOS.....	29
CONCLUSIONES.....	30

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 Área rural.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2 Área cabecera municipal</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3 Áreas Centros poblados</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4 Aeronave tipo Cessna</i>	<i>15</i>
<i>Figura 5 Sensor RCD30.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6 Sensor CityMapper.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 9 Drone DJI Matrice 3000</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10 Plan de vuelo área rural.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 11 Plan de vuelo área cabecera municipal</i>	<i>22</i>
<i>Figura 12 Plan de vuelo centros poblados</i>	<i>23</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Extensión centros poblados</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2 Parámetros RCD30.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 3 Parámetros Sensor Citymapper cámara RCD30 CH82</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 4 Parámetros sensor Citymapper Hyperion2</i>	<i>19</i>



GEOMATICA MONCALEANO SAENZ S.A.S.

NIT: 900.999.434 -5

INTRODUCCIÓN

En el marco del del proyecto con el código BPIN 2022761090121, el cual tiene por objeto el “Fortalecimiento de las herramientas de planificación cartográficas y tecnológicas para el Distrito de Buenaventura - Departamento de Valle del cauca”

Se describe el proceso de las actividades realizadas en para desarrollar el plan del vuelo fotogramétrico para la generación de productos cartográficos a escala 1:5.000 para el área rural y escala 1:1.000, para el área de la cabecera municipal y 34 centros poblados del Distrito de Buenaventura; en el departamento de Valle del Cauca.



OBJETIVO

Diseñar los planes de vuelo para la adquisición de imágenes aéreas que cubran el área rural, y las áreas urbanas de la cabecera municipal y 34 centros poblados del Distrito de Buenaventura, ubicado en el departamento de Valle del Cauca. Además, se busca realizar la adquisición de datos LIDAR específicamente para la cabecera municipal.

Con este objetivo, se busca contar con una completa y actualizada base de datos geoespacial del Distrito de Buenaventura, que servirá como base para la toma de decisiones informadas y la planificación efectiva de proyectos y políticas públicas en el territorio.

ALCANCE

El diseño de los planes de vuelo garantizará una cobertura completa y precisa de las zonas mencionadas, permitiendo obtener imágenes aéreas de alta calidad. Estas imágenes son el insumo base para la generación de los productos cartográficos establecidos en el alcance del contrato, y estos productos a su vez serán de gran utilidad para diversas aplicaciones, como la planificación territorial, la gestión de recursos naturales, la identificación de áreas de interés y el monitoreo del desarrollo urbano y rural.



GEOMATICA MONCALEANO SAENZ S.A.S.

NIT: 900.999.434 -5

Además, se llevará a cabo la adquisición de datos LIDAR en la cabecera municipal. El LIDAR es una tecnología que permite obtener información tridimensional del terreno y la vegetación con gran precisión. Esta información será fundamental para la generación de modelos digitales de elevación.

El presente informe describe el plan de vuelo de la captura de información geoespacial (fotografías aéreas- datos LIDAR) y demás labores asociadas con enfoque multipropósito, en las áreas de interés del Distrito de Buenaventura, en el departamento de Valle del Cauca.

Los procesos descritos a continuación están enmarcados dentro de las especificaciones establecidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, para la generación de cartografía, y sus metodologías complementarias.

GLOSARIO

Aerofotografía. Imagen de la superficie terrestre captada mediante sensores fotográficos instalados a bordo de una plataforma aerotransportada.

Altura. Distancia vertical entre una superficie de referencia y un punto determinado.

Cámara aérea digital. Equipo fotográfico diseñado especialmente para tomar aerofotografías digitales desde una plataforma aérea. Posee un dispositivo CCD (Charged Coupled Device) de alta calidad métrica para capturar las imágenes. Pueden tomar diferentes tipos de productos: imágenes a Color RGB, Infrarroja NIR y Pancromática PAN.

Clasificación automatizada: permite la definición a través de algoritmos computaciones basados en reglas de la clasificación de cada uno de los puntos producto de la toma de datos LiDAR.

Clasificación manual: Cada punto LIDAR puede tener asignado un código de clasificación que define el tipo de objeto que representa el reflejo del pulso láser. Es decir que se pueden clasificar en varias categorías por ejemplo suelo o terreno desnudo, parte superior de cubierta forestal y agua. Las clases se definen mediante códigos numéricos de enteros en los archivos LAS.

Formato RINEX. Receiver Independent Exchange Format, formato ASCII para almacenamiento e intercambio de datos GNSS rastreados y efemérides.

Formato TIFF. Tagged Image File Format, formato de archivo para imágenes que almacena la información mediante bloques o marcas que describen un atributo de la imagen o un desplazamiento en píxeles. Cada marca describe un atributo de la imagen o un desplazamiento desde el principio del fichero hasta una cadena de píxeles.

Fotocentro. Punto en la imagen correspondiente al centro de proyección.

GSD: Define la resolución en distancia sobre el terreno que puede detectar un sensor de imágenes digitales.

Imagen digital. Función discreta de la imagen analógica, tanto en las dimensiones geométricas, mediante la generación de celdas por muestreo equiespaciado de la superficie, como en sentido radiométrico, mediante la asignación de valores enteros denominados Niveles Digitales.

IMU. Dispositivo para la determinación de ángulos de giro en los ejes X, Y y, Z en el momento exacto de la captura de una imagen digital. Está compuesto por tres acelerómetros, tres giroscopios de fibra óptica y un preprocesador electrónico de señales.

LiDAR: por su definición en inglés *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*), Corresponde a un dispositivo que permite la medición y detección de objetos o superficies mediante un emisor de pulsaciones láser. Si se usa sobre plataforma aerotransportada, puede obtener información tridimensional de la forma de la superficie de la tierra.

Línea de vuelo. Unión de los fotocentros de las fotografías aéreas pertenecientes a una faja.

Modelo Estereoscópico. Área común o de recubrimiento (traslapo, solape) entre dos fotografías o imágenes satelitales contiguas, que permite recrear la vista tridimensional o estereoscópica.

NIR. Near-infrared, región espectral del infrarrojo cercano.

Plataforma giroestabilizante. Es un soporte giroestabilizado para sensores aéreos, capaz de corregir los movimientos en los tres ejes (X, Y, Z) durante el vuelo a partir de sistemas hidráulicos de movimiento, su capacidad de nivelación permite asegurar la ortogonalidad de la imagen al momento de la toma.

Resolución espacial. Distancia de muestra del terreno (GSD) que registra un sensor generador de imágenes. Está directamente relacionado con la capacidad para identificar sobre la imagen objetos de la superficie terrestre.

RGB. Red (rojo), Green (verde), Blue (azul).

Vuelo fotogramétrico. Conjunto de fotografías aéreas obtenidas mediante un sensor o cámara fotogramétrica. Las fotografías son tomadas por líneas de vuelo o fajas garantizando traslapes longitudinal y transversal para cubrir completamente, con modelos estereoscópicos un área determinada del territorio.

AREA DE ESTUDIO

Las áreas de estudio se encuentran ubicadas en el departamento de Valle del Cauca, correspondiente al área rural del Distrito de Buenaventura, con una extensión de 698.000 Ha; al área de la cabecera municipal con una extensión de 3.443 Ha y 34 centros poblados, las cuales se describe su extensión a continuación:

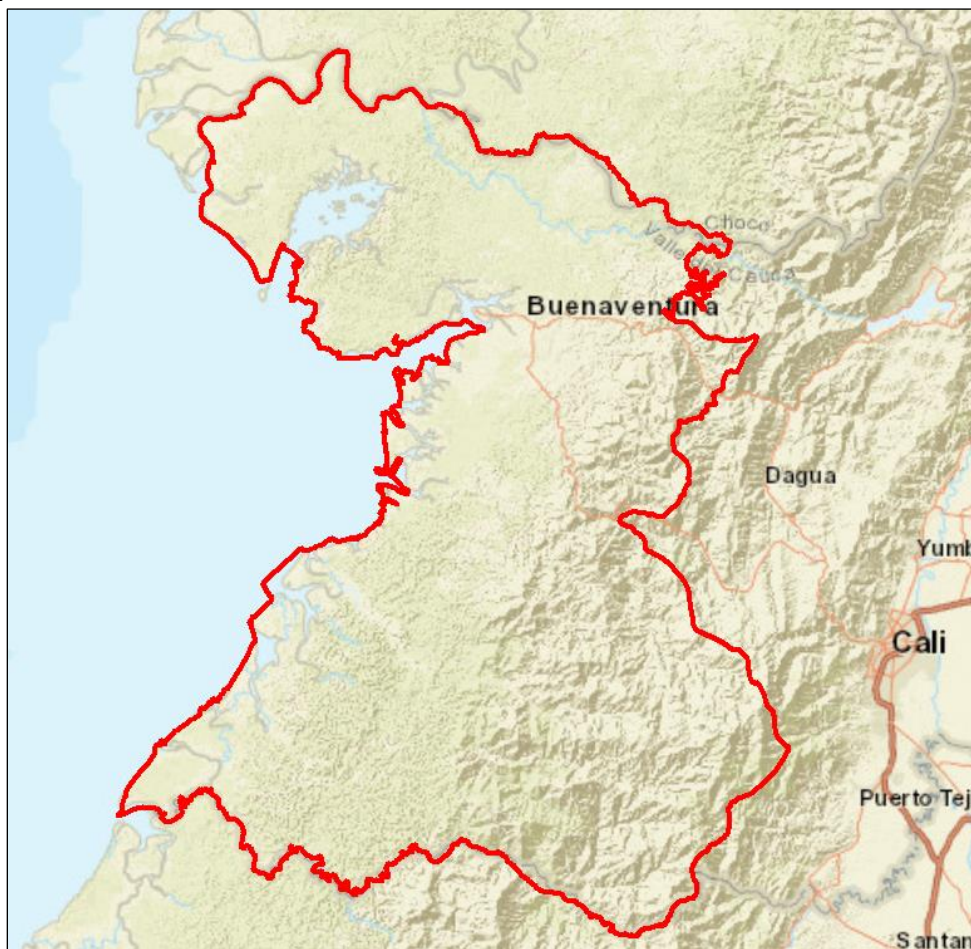
Tabla 1
Extensión centros poblados

Centro Poblado	AREA (Ha)
AGUACLARA	40
BAJO CALIMA	55,9
BARRIO BUENOS AIRES	44,3
BENDICIONES	15,1
CALLE LARGA - AEROPUERTO	5,2
CAMINO VIEJO - KM 40	13,7
CAMPO HERMOSO	20,2
CISNEROS	44,2
CÓRDOBA	44,1
EL CRUCERO	10,9
EL LIMONES	8,8
EL SALTO	18,1
GUAIMIA	29
JUANCHACO	55
KATANGA	17,7
LA BALASTRERA	3,7
LA BARRA	48,5
LA BOCANA	59,5
LA CONTRA	3,8
LA DELFINA	32,2
LADRILLEROS	59,6
LAS PALMAS	3,6
LLANO BAJO	21,5
PIANGUITA	16
PUNTA SOLDADO	4,2

Centro Poblado	AREA (Ha)
QUEBRADA PERICOS	19,9
SABALETA	24,6
SAN CIPRIANO	20,1
SAN MARCOS	20,7
TRIANA	15,1
UMANE	8,9
VILLA ESTELA	14,1
ZACARÍAS	44,1
ZARAGOSA	23,5

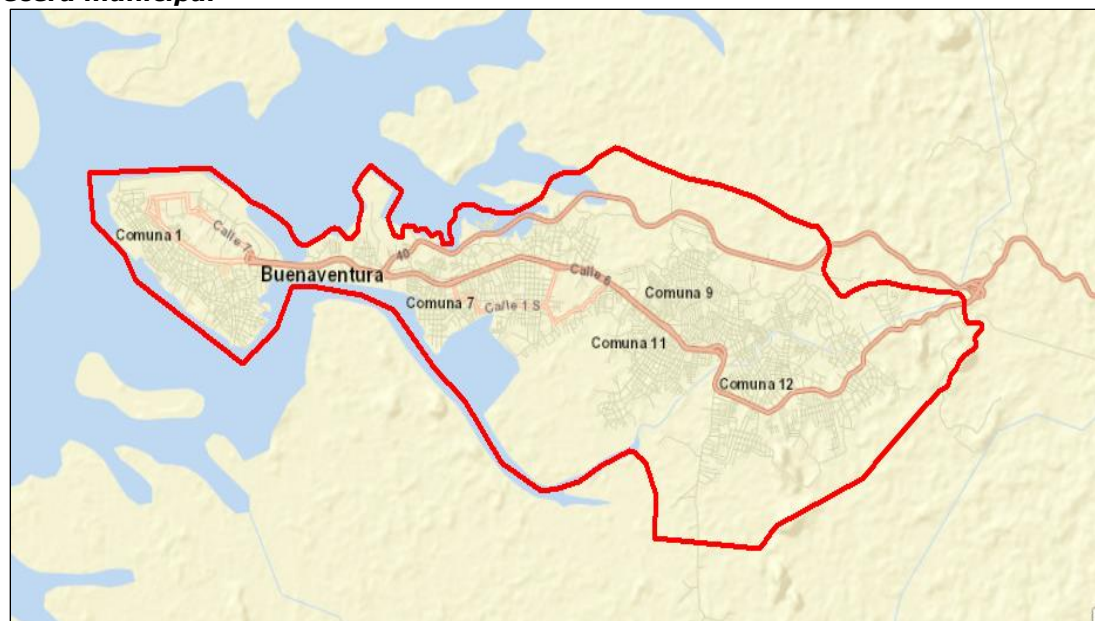
Fuente. Propia.

Figura 1
Área rural



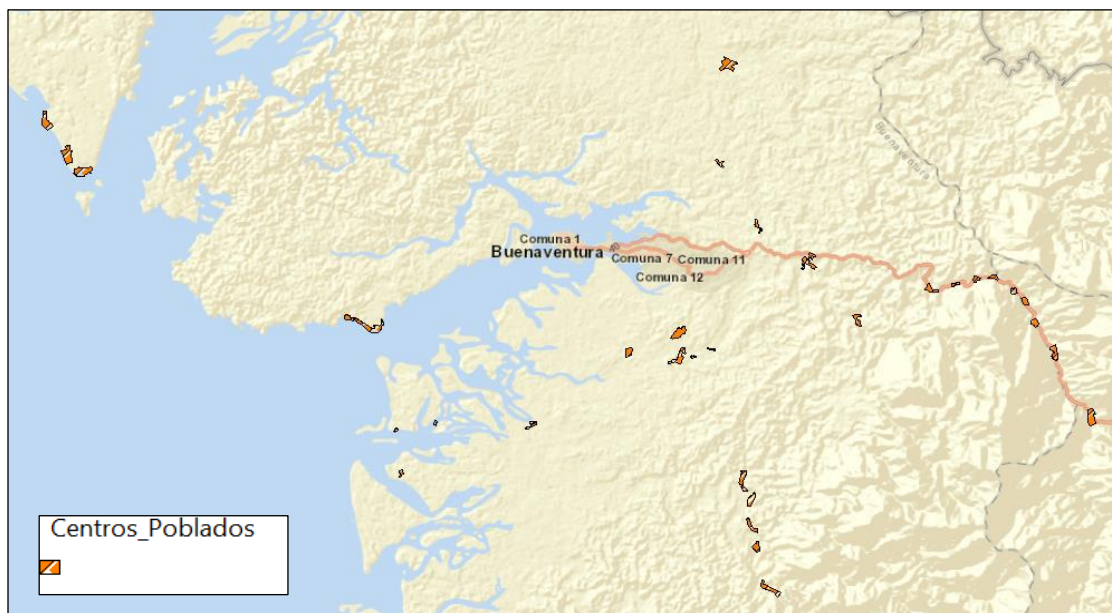
Fuente. Propia.

Figura 2
Área cabecera municipal



Fuente. Propia.

Figura 3
Áreas Centros poblados



Fuente. Propia.

METODOLOGIA

El diseño de vuelo permite tener los parámetros de vuelo de acuerdo a los requerimientos del proyecto, permitiendo optimizar los tiempos de vuelos con excelentes resultados.

Para lo cual se tiene en cuenta lo siguiente:

- Requerimientos y normas técnicas exigidas por el cliente para la planeación de productos cartográficos
- Área de trabajo
- Condiciones topográficas y climatológicas
- Características de la tecnología utilizada.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Para el diseño del plan de vuelo se tienen en cuenta los siguientes requerimientos:

- Medida del pixel (GSD) menor o igual a 10 centímetros para las áreas urbanas de la cabecera municipal y los 34 centros poblados.
- Medida del pixel (GSD) menor o igual a 30 centímetros para el área rural.
- Adquisición de LIDAR con densidad de 8 puntos por metro cuadrado para el área urbana de la cabecera municipal.

- El vuelo debe contar con apoyo cinemático permanente y sistema de navegación basado en GPS doble frecuencia y sincronizado.
- Distancia de los GPS receptores menor a 50 kilómetros.
- Cambio de rumbo de trayectoria menor a 3° sexagesimales
- Cubrimiento estereoscópico del 100% del área requerida
- Traslapes longitudinales y transversales mínimos de 60% y 30% respectivamente.
- Contar con todos los permisos de la Aeronáutica civil y cumplir con las disposiciones de la legislación colombiana para dichas actividades.
- Empleo de un Sensor Digital fotogramétrico, con resolución espectral RGB e IR y certificado de calibración vigente.
- Resolución radiométrica mínimo de 8 bits por banda
- Uso de sensor digital Lidar con certificado de calibración vigente y con aditamentos de acople a un sistema cinemático.
- Definición de los traslapes o recubrimientos de las fajas de vuelo, los cuales estarán acordes a las características topográficas de la zona a cubrir.

EQUIPO AERONAÚTICO

Para sobrevolar el área rural y el área de la cabecera municipal, se cuenta con la disponibilidad de 2 aeronaves Tipo Cessna 182P y TU206B con matrícula HK5427 y HK5214 respectivamente. Los cuales cuentan con todos los requisitos exigidos por la Aeronáutica Civil de Colombia y modificaciones para el montaje de Sensores Remotos hechas en USA y debidamente aprobadas por la Federal Aviation Administration de U.S.A. Se anexan certificados de aeronavegabilidad.

Figura 4
Aeronave tipo Cessna



Fuente. Propia.

EQUIPO FOTOGRAMÉTRICO AEREO

Para la captura de las fotografías, se empleará el sensor RCD30 para el área rural y el sensor CityMapper para el área de la cabecera municipal, los cuales se relacionan a continuación.

SENSOR RCD30

Sensor Digital de medio formato RCD30 con resolución espectral RGB-IR, con Sistema Inercial que permite conocer exactamente los giros que tiene la cámara durante la captación de las imágenes digitales.

Figura 5
Sensor RCD30



Fuente: Leica

Se anexa certificado de calibración del sensor.

Los siguientes son los parámetros importantes del sensor para el proceso de diseño del plan de vuelo:

Tabla 2
Parámetros RCD30

<i>Equipo</i>	<i>Cámara RCD30</i>
N° Serie	82525
Rango dinámico del CCD	70 dB
Distancia focal	53 mm
Tamaño pixel	0.0052 mm for RGB and 0.006 mm for NIR
Filas imagen	7788
Columnas imagen	10336

Fuente: Leica

SENSOR CITYMAPPER

Sensor Digital que combina cámaras y una unidad LiDAR, para la captura de las fotografías se utilizará el modelo de cámara RCD30 CH82 con distancia focal de 83mm.

Figura 6
Sensor CityMapper



Fuente: Leica

Los siguientes son los parámetros importantes del sensor para el proceso de diseño del plan de vuelo:

Tabla 3
Parámetros Sensor Citymapper cámara RCD30 CH82

<i>Equipo</i>	<i>Cámara CH82</i>
Nº Serie	95033
Rango dinámico del CCD	73 dB
Distancia focal	83 mm
Tamaño pixel	0.0052 mm for RGB and 0.0120 mm for NIR
Filas imagen	7788
Columnas imagen	10336

Fuente: Leica

Se anexa certificado de calibración del sensor.

EQUIPO DATOS LIDAR

Para la toma de datos LIDAR de la cabecera municipal se empleará el sensor Citymapper que combina cámaras y una unidad LiDAR, llamada Hyperion2, para obtener una densidad de ocho (8) puntos por metro cuadrado.

Los siguientes son los parámetros importantes del sensor para el proceso de ejecución de vuelo:

Tabla 4
Parámetros sensor Citymapper Hyperion2

<i>Equipo</i>	<i>Sensor LIDAR Hyperion2</i>
N° Serie	95033
Especificaciones	
Altitud operación	300 - 2,500 m AGL at 700 KHz >4,000 m AGL at lower pulse rates
Campo de visión	40°
Pulsos de retorno	Programable hasta 15
Tasa Máxima de pulsos	700 kHz
Longitud onda laser	1,064 nm

Fuente. Leica

Se anexa certificado de calibración del sensor.

AERONAVE NO TRIPULADA DJI MATRICE 300 RTK

Para sobrevolar las áreas de los centros poblados se hará a partir de una aeronave no tripulada DJI Matrice 300 RTK, con autonomía de vuelo de hasta 55 minutos con un rango de transmisión de vídeo de 15 kilómetros incorporando varios sensores, está diseñado para aplicaciones profesionales como fotogrametría.

A continuación, se referencian algunas especificaciones técnicas de la aeronave y de la cámara, las cuales se anexan en el documento "SPEC SHEET DJI MATRICE 300".

- Resolución: 960 Píxeles
- FOV: 145 °
- Fotogramas por segundo: 30 fps

- Dimensiones: Desplegado, hélices excluidas, 810×670×430 mm (L×W×H) Plegado, hélices incluidas, 430×420×430 mm (L×W×H)
- Distancia entre ejes diagonal: 895 milímetros
- Peso máximo al despegue: 9 kg
- Precisión de posicionamiento RTK: Cuando RTK está habilitado y fijo: 1 cm + 1 ppm (horizontal) - 1.5 cm + 1 ppm (vertical)
- Tiempo máximo de vuelo: 55 minutos
- Resistencia máxima al viento: Resistencia máxima al viento 15 m/s (12 m/s al despegar o aterrizar)
- Velocidad máxima: Modo S: 23 m/s, modo P: 17 m/s
- GNSS: GPS+GLONASS+BeiDou+Galileo
- Temperatura de funcionamiento: -20°C a 50°C (-4°F a 122° F)

Figura 7
Drone DJI Matrice 300



Fuente. DJI

SOLICITUD PERMISO DE VUELO

Una vez fue firmado y radicada la orden de servicio entre las partes se procedió a realizar la solicitud de permiso de vuelo sobre el área de interés frente a las dos autoridades aeronáuticas del país, la Fuerza Aérea de Colombia (FAC) y la Aeronáutica Civil para poder realizar el tránsito y captura sobre la zona.

EJECUCIÓN PLAN VUELO

Sobre los polígonos definidos se realizó el plan de vuelo con un GSD (Ground Sample Distance) de 10 cm para el área de la cabecera municipal y los 34 centros poblados; y para el área rural se diseñó con un GSD de 30 cm.

Para la captura de datos LIDAR sobre el área de la cabecera municipal se diseñó con una densidad promedio de puntos por metro cuadrado de 8.

Dichos planes de vuelo fueron diseñados empleando la herramienta "Leica AeroPlan"; las características obtenidas del diseño, como el número de fotografías, velocidad, tiempo de vuelo, altura de vuelo, entre otras; se pueden observar para cada área de interés en los archivos anexos.

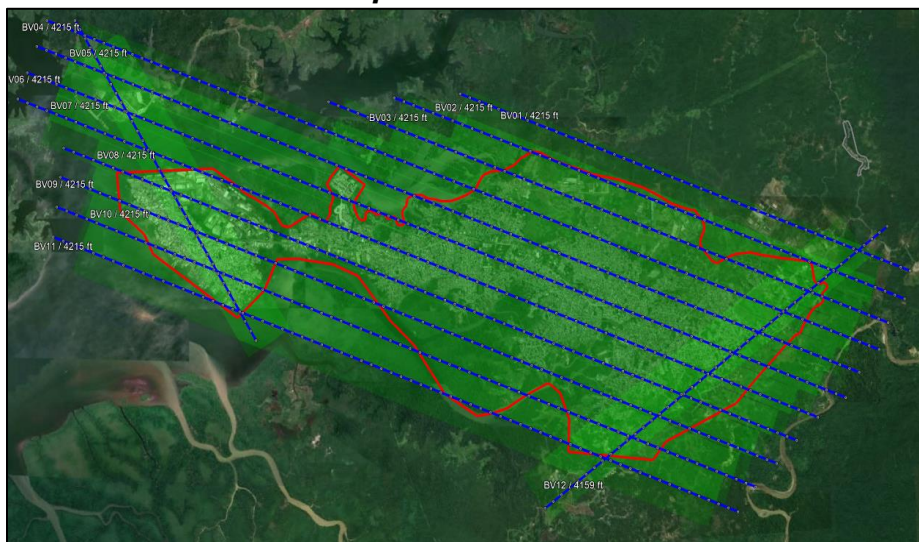
En las siguientes figuras se aprecia el esquema de organización de las líneas de vuelo planeadas sobre las áreas de interés.

Figura 8
Plan de vuelo área rural



Fuente. Propia.

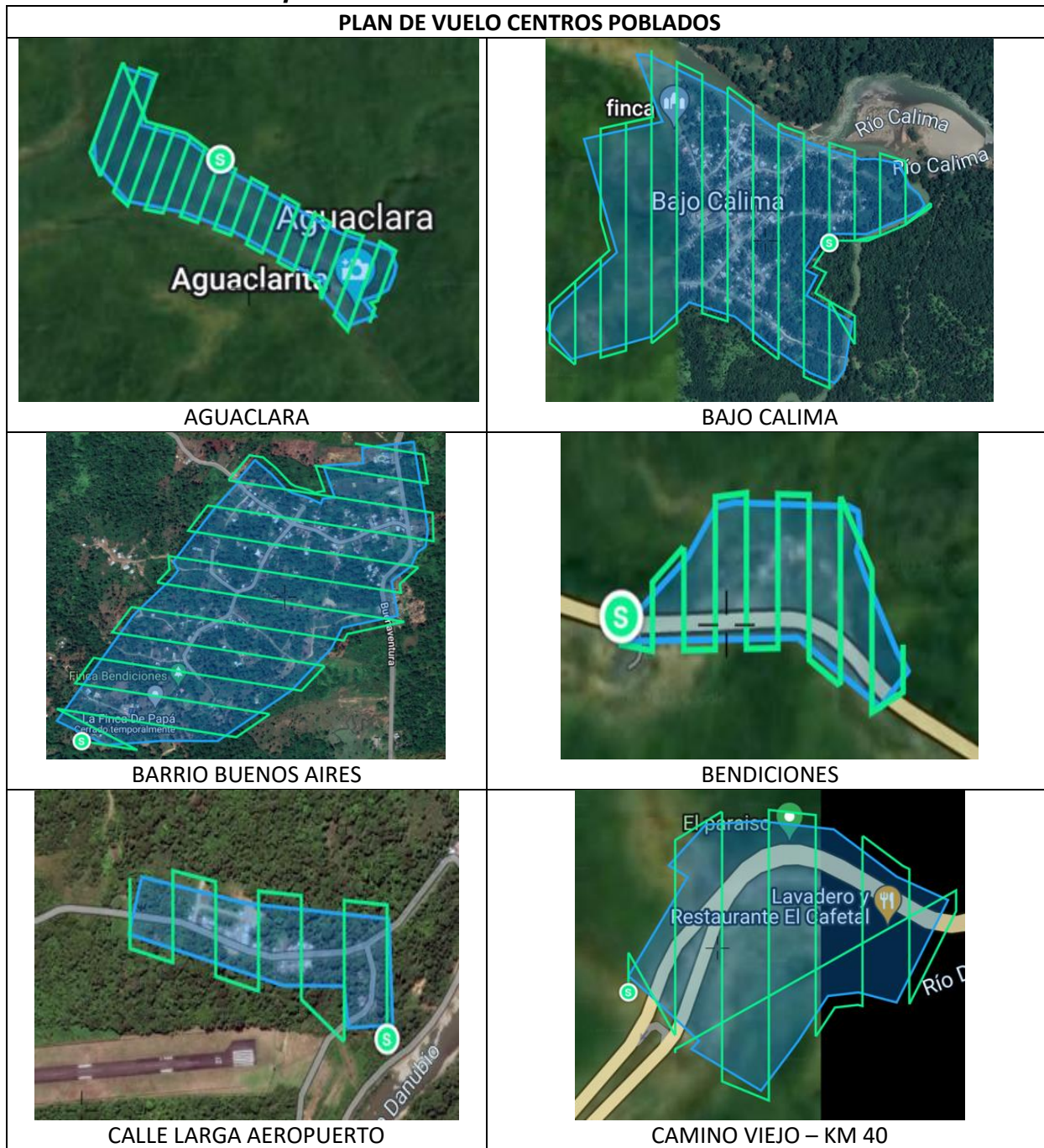
Figura 9
Plan de vuelo área cabecera municipal



Fuente. Propia.

Figura 10

Plan de vuelo centros poblados



PLAN DE VUELO CENTROS POBLADOS



CAMPO HERMOSO



CISNEROS



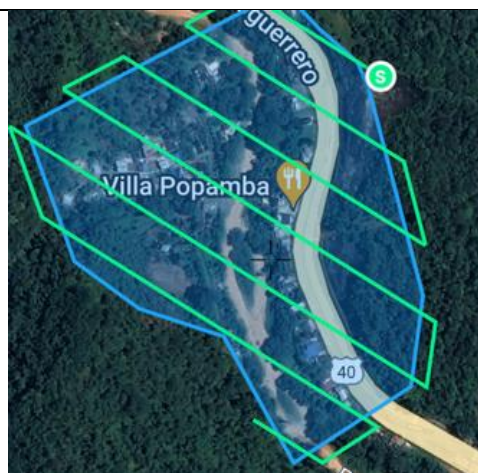
CORDOBA



EL CRUCERO



EL LIMONES



EL SALTO

PLAN DE VUELO CENTROS POBLADOS



GUAIMIA



JUANCHACO



KATANGA



LA BALASTREA



LA BARRA



LA BOCANA

PLAN DE VUELO CENTROS POBLADOS



LA CONTRA



LA DELFINA



LADRILLEROS



LAS PALMAS



LLANO BAJO

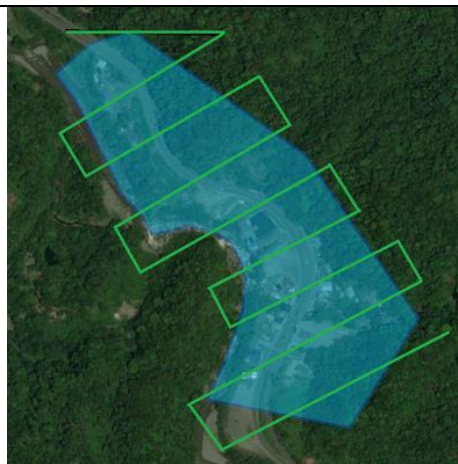


PIANGUITA

PLAN DE VUELO CENTROS POBLADOS



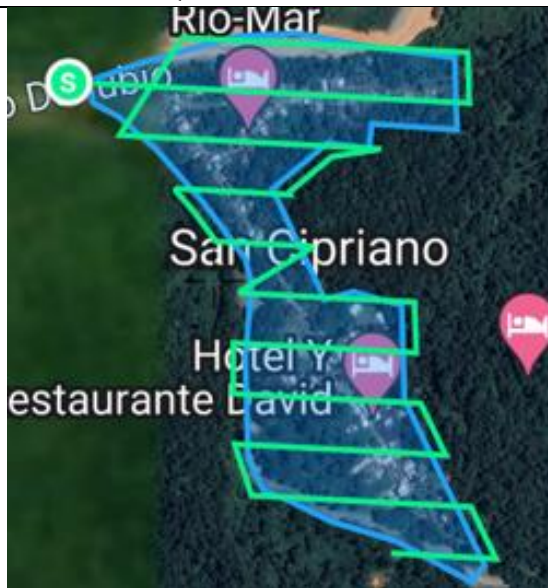
PUNTA SOLDADO



QUEBRADA PERICOS



SABALETA

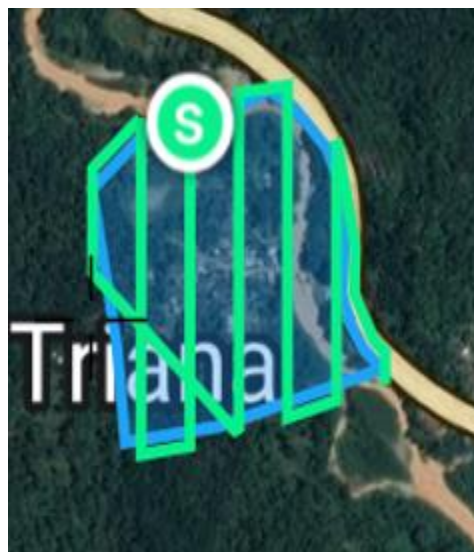


SAN CIPRIANO

PLAN DE VUELO CENTROS POBLADOS



SAN MARCOS



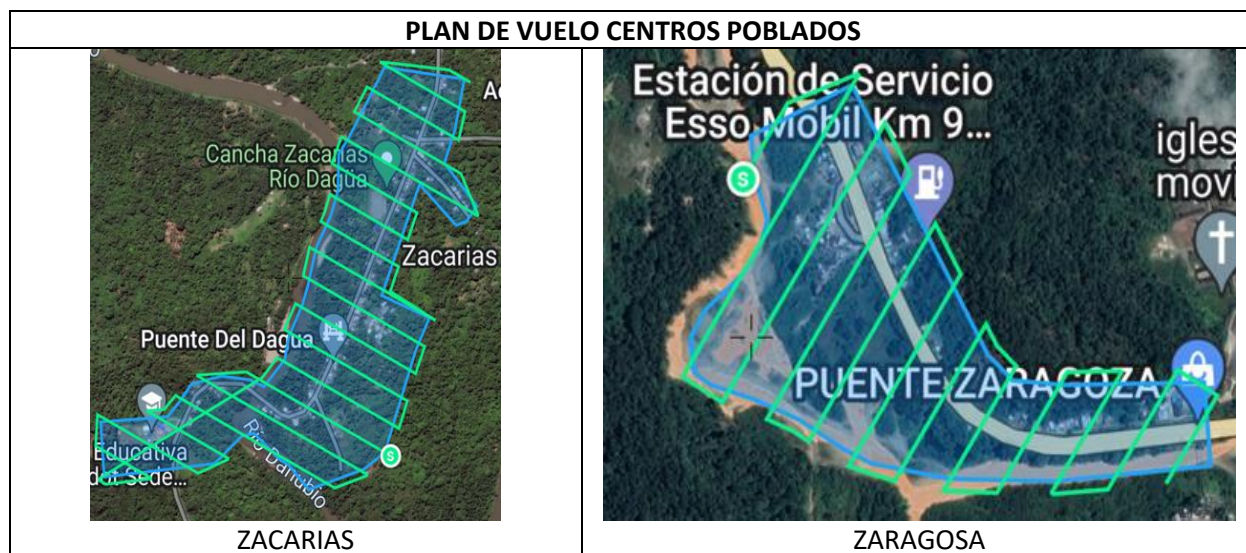
TRIANA



UMANES MAR



VILLA ESTELA



Fuente. Propia.

ANEXOS

Se anexa a este documento los documentos contenidos en las siguientes carpetas: Certificados de equipos, planes de vuelo de centros poblados, plan de vuelo área rural, plan de vuelo cabecera municipal.



CONCLUSIONES

Se desarrollaron los planes de vuelo que cumplen con los parámetros técnicos requeridos para la captura de imágenes aéreas y datos LIDAR, los cuales tienen cubrimiento del 100% sobre de las áreas de interés.

Versión	Fecha Acción	Tipo de Modificación	Modificaciones	Elaboró	Revisó	Aprobó
03	Mayo 2023	TI	Creación	Equipo Dirección proyectos	Director Proyecto	Directo Proyecto

* TI-Texto Incluido, TE-Texto Eliminado, TM-Texto Modificado, TC-Texto Corregido, Ninguno