

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA REALIZAR LA CONTRATACIÓN DE LA “GENERACIÓN DE UN MODELO DIGITAL DEL TERRENO EN FORMATO RASTER CON RESOLUCIÓN ESPACIA DE TREINTA (30) CENTÍMETROS, ORTOFOTOMOSAICOS (GSD15) Y LA CARTOGRAFÍA BÁSICA A ESCALA 1:2.000 QUE CUBRAN LA ZONA DE ESTUDIO PARA UN ÁREA APROXIMADA DE 420 HECTÁREAS EN EL ÁREA URBANA, DE EXPANSIÓN URBANA Y PARTE DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MARMATO, CALDAS**

**Bogotá D.C., mayo de 2021**

## **1 OBJETIVOS**

### **1. Objetivos General**

Prestar servicios para la generación de un Modelo Digital del Terreno en formato raster con resolución espacial de treinta (30) centímetros, ortofotomosaicos (GSD15) y cartografía básica a escala 1:2.000 en el municipio de Marmato, Caldas, que cubran las zonas de estudio para un área aproximada de 420 hectáreas.

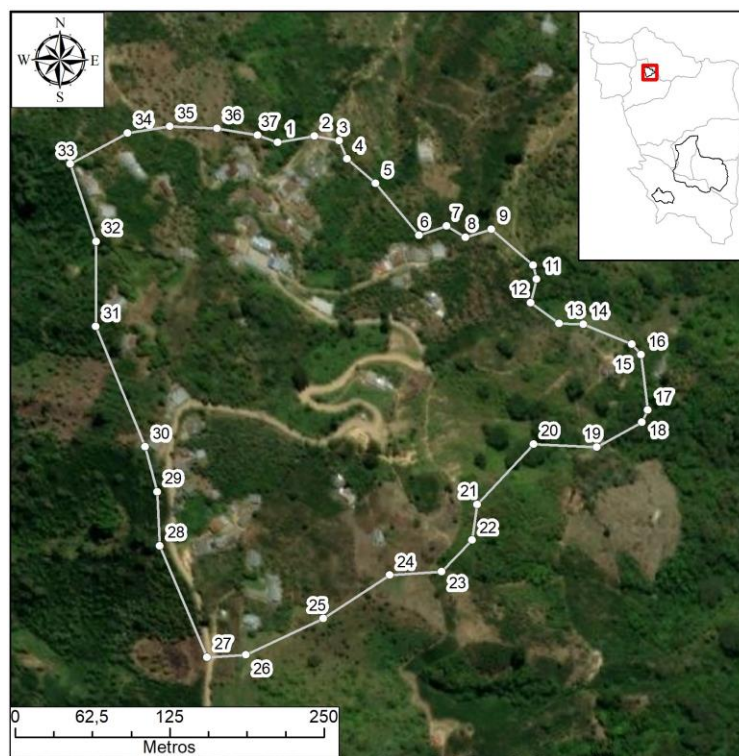
### **2. Objetivos Específicos**

- Realizar la captura de información por medio de un sensor LiDAR aerotransportado, adquiriendo datos con una densidad mínima de quince (15) puntos por metro cuadrado en terreno en las áreas definidas para el municipio de Marmato, Caldas.
- Toma de fotografías aéreas con resolución espacial de quince centímetros (15 cm) tomadas en las áreas definidas para el municipio de Marmato, Caldas.
- Generación de un Modelos Digital del Terreno y de Superficie en formato raster con resolución espacial de treinta centímetros (30 cm) en las áreas definidas en las áreas definidas para el municipio de Marmato, Caldas.
- Generación de curvas de nivel a intervalos de cota de cincuenta centímetros (50 cm) en las áreas definidas para el municipio de Marmato, Caldas.
- Construir ortofotomosaico del área de estudio con resolución espacial de quince centímetros (15 cm) a partir de las fotografías aéreas en las áreas definidas para el municipio de Marmato, Caldas.
- Generar la cartografía básica digital a escala 1:2.000 cumpliendo con los estándares del Catálogo de Objetos Geográficos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC en las áreas definidas para el municipio de Marmato, Caldas.

## **2 GENERALIDADES**

### **2.1 Área de estudio**

El área de estudio está compuesta por tres (3) polígonos que ocupan un área total de 420 hectáreas. En las tablas 1 a 3 se relacionan los vértices de cada polígono y en las figuras 1 a 3 se encuentra la localización de cada polígono en el municipio de Marmato, Caldas.

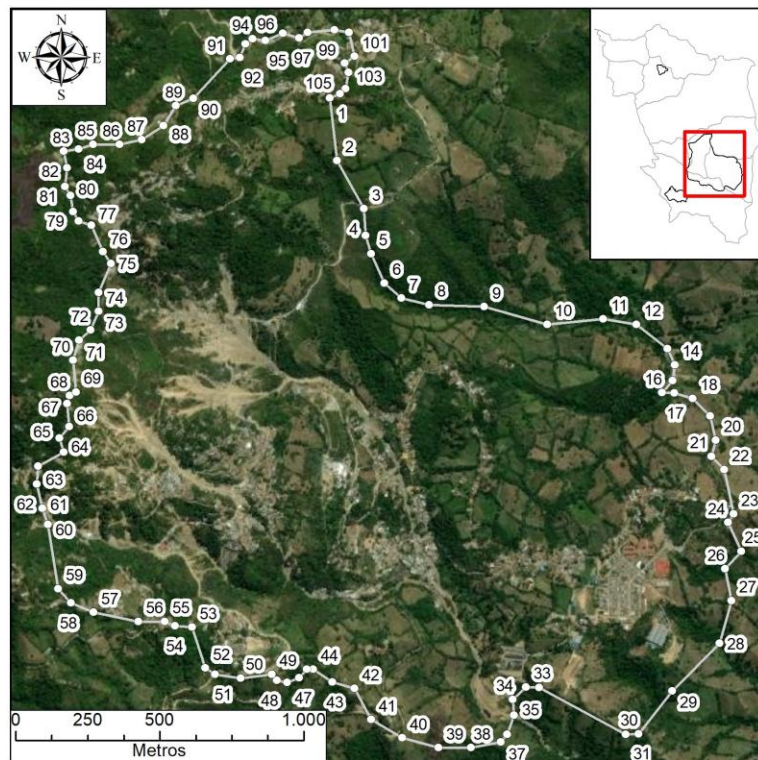


**Figura 1.** Localización área de estudio municipio Marmato, Caldas. Sector El Vergel.

Fuente: autores

**Tabla N° 1--** Fuente SGC| Coordenadas área definida para el municipio Marmato, Caldas. Sector El Vergel

VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE
1	1.161.979	1.101.921	14	1.162.227	1.101.775	27	1.161.922	1.101.508
2	1.162.009	1.101.926	15	1.162.266	1.101.759	28	1.161.884	1.101.597
3	1.162.029	1.101.922	16	1.162.273	1.101.751	29	1.161.882	1.101.641
4	1.162.035	1.101.908	17	1.162.279	1.101.706	30	1.161.872	1.101.677
5	1.162.058	1.101.888	18	1.162.274	1.101.696	31	1.161.832	1.101.773
6	1.162.094	1.101.846	19	1.162.238	1.101.677	32	1.161.832	1.101.842
7	1.162.116	1.101.854	20	1.162.186	1.101.679	33	1.161.811	1.101.904
8	1.162.131	1.101.845	21	1.162.141	1.101.631	34	1.161.857	1.101.929
9	1.162.152	1.101.851	22	1.162.137	1.101.602	35	1.161.892	1.101.934
10	1.162.186	1.101.823	23	1.162.112	1.101.576	36	1.161.930	1.101.932
11	1.162.189	1.101.811	24	1.162.070	1.101.574	37	1.161.963	1.101.927
12	1.162.184	1.101.792	25	1.162.016	1.101.539			
13	1.162.207	1.101.776	26	1.161.953	1.101.510			



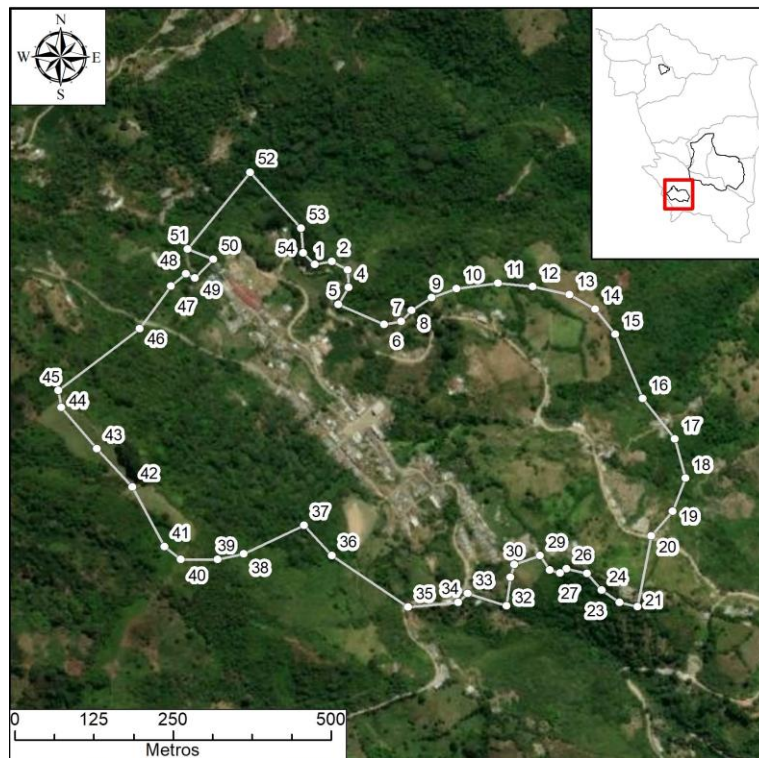
**Figura 2.** Localización área de estudio municipio Marmato, Caldas. Sector Marmato.

Fuente: autores

**Tabla N° 2 - Fuente SGC |** Coordenadas área definida para el municipio de Marmato, Caldas. Sector Marmato.

VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE
1	1.164.122	1.098.686	36	1.164.739	1.096.471	71	1.163.250	1.097.842
2	1.164.148	1.098.469	37	1.164.717	1.096.444	72	1.163.292	1.097.878
3	1.164.241	1.098.301	38	1.164.614	1.096.424	73	1.163.319	1.097.943
4	1.164.248	1.098.207	39	1.164.500	1.096.424	74	1.163.320	1.098.009
5	1.164.266	1.098.144	40	1.164.375	1.096.458	75	1.163.361	1.098.110
6	1.164.312	1.098.042	41	1.164.267	1.096.522	76	1.163.334	1.098.151
7	1.164.371	1.097.989	42	1.164.209	1.096.630	77	1.163.293	1.098.243
8	1.164.468	1.097.966	43	1.164.131	1.096.652	78	1.163.250	1.098.258
9	1.164.659	1.097.960	44	1.164.065	1.096.698	79	1.163.230	1.098.290
10	1.164.878	1.097.898	45	1.164.042	1.096.696	80	1.163.222	1.098.348
11	1.165.073	1.097.916	46	1.164.016	1.096.667	81	1.163.202	1.098.377
12	1.165.188	1.097.898	47	1.163.974	1.096.652	82	1.163.209	1.098.443
13	1.165.297	1.097.813	48	1.163.938	1.096.658	83	1.163.198	1.098.500
14	1.165.322	1.097.757	49	1.163.921	1.096.680	84	1.163.249	1.098.508

15	1.165.315	1.097.702	50	1.163.812	1.096.667	85	1.163.300	1.098.525
16	1.165.278	1.097.661	51	1.163.724	1.096.680	86	1.163.392	1.098.524
17	1.165.320	1.097.659	52	1.163.689	1.096.701	87	1.163.469	1.098.541
18	1.165.384	1.097.640	53	1.163.643	1.096.843	88	1.163.545	1.098.590
19	1.165.445	1.097.579	54	1.163.584	1.096.848	89	1.163.587	1.098.659
20	1.165.464	1.097.495	55	1.163.549	1.096.863	90	1.163.647	1.098.684
21	1.165.449	1.097.438	56	1.163.457	1.096.863	91	1.163.776	1.098.822
22	1.165.494	1.097.393	57	1.163.301	1.096.896	92	1.163.809	1.098.827
23	1.165.527	1.097.238	58	1.163.222	1.096.929	93	1.163.828	1.098.875
24	1.165.506	1.097.208	59	1.163.178	1.096.978	94	1.163.854	1.098.892
25	1.165.552	1.097.108	60	1.163.142	1.097.202	95	1.163.898	1.098.886
26	1.165.497	1.097.046	61	1.163.124	1.097.257	96	1.163.959	1.098.911
27	1.165.519	1.096.936	62	1.163.105	1.097.342	97	1.164.016	1.098.895
28	1.165.477	1.096.788	63	1.163.109	1.097.404	98	1.164.045	1.098.914
29	1.165.312	1.096.622	64	1.163.198	1.097.453	99	1.164.139	1.098.923
30	1.165.196	1.096.472	65	1.163.182	1.097.502	100	1.164.189	1.098.914
31	1.165.151	1.096.470	66	1.163.217	1.097.541	101	1.164.208	1.098.831
32	1.164.850	1.096.633	67	1.163.209	1.097.621	102	1.164.175	1.098.808
33	1.164.804	1.096.635	68	1.163.219	1.097.649	103	1.164.187	1.098.775
34	1.164.758	1.096.592	69	1.163.241	1.097.662	104	1.164.177	1.098.719
35	1.164.764	1.096.537	70	1.163.229	1.097.773	105	1.164.157	1.098.701



**Figura 3.** Localización área de estudio municipio Marmato, Caldas. Sector San Juan.  
Fuente: autores

**Tabla N° 3** - Fuente SGC | Coordenadas área definida para el municipio de Marmato, Caldas. Sector San Juan

VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE
1	1.162.558	1.096.480	19	1.163.124	1.096.086	37	1.162.540	1.096.064
2	1.162.585	1.096.484	20	1.163.090	1.096.047	38	1.162.445	1.096.019
3	1.162.610	1.096.471	21	1.163.069	1.095.934	39	1.162.404	1.096.010
4	1.162.611	1.096.443	22	1.163.040	1.095.941	40	1.162.346	1.096.010
5	1.162.595	1.096.416	23	1.163.012	1.095.960	41	1.162.320	1.096.030
6	1.162.667	1.096.384	24	1.163.011	1.095.961	42	1.162.269	1.096.125
7	1.162.694	1.096.389	25	1.162.989	1.095.987	43	1.162.213	1.096.186
8	1.162.711	1.096.406	26	1.162.956	1.095.995	44	1.162.157	1.096.252
9	1.162.742	1.096.427	27	1.162.946	1.095.988	45	1.162.152	1.096.279
10	1.162.782	1.096.441	28	1.162.929	1.095.993	46	1.162.280	1.096.377
11	1.162.848	1.096.450	29	1.162.914	1.096.016	47	1.162.330	1.096.445
12	1.162.903	1.096.444	30	1.162.873	1.096.001	48	1.162.354	1.096.464
13	1.162.961	1.096.431	31	1.162.868	1.095.981	49	1.162.368	1.096.457
14	1.163.001	1.096.409	32	1.162.862	1.095.936	50	1.162.397	1.096.487
15	1.163.033	1.096.368	33	1.162.800	1.095.955	51	1.162.357	1.096.504

16	1.163.077	1.096.266	34	1.162.785	1.095.941	52	1.162.456	1.096.626
17	1.163.128	1.096.201	35	1.162.705	1.095.934	53	1.162.536	1.096.537
18	1.163.144	1.096.139	36	1.162.585	1.096.016	54	1.162.539	1.096.498

### **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

#### **3.1 TOMA DE DATOS LIDAR**

- Realizar el levantamiento de datos a través de un sensor LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging), capturando las características topográficas del área de estudio.
- Densidad mínima de quince puntos por metro cuadrado (15 ptos/m<sup>2</sup>) en terreno.
- Se deben entregar la nube de puntos LIDAR en formato LAS.

#### **3.2 MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT) Y MODELO DIGITAL DE SUPERFICIE (MDS)**

- El Modelo Digital del Terreno y de Superficie debe ser obtenido a partir de datos LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) con una densidad mínima de quince (15) puntos por metro cuadrado (15 ptos/m<sup>2</sup>) en terreno.
- Se debe entregar en formato raster (TIFF) con un tamaño de pixel de treinta (30) centímetros proyectado al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS proyectado al origen oeste.

#### **3.3 CURVAS DE NIVEL**

- Las curvas de nivel se generan a partir de Modelo Digital del Terreno en formato Shapefile (shp), las curvas se deben generar con intervalos de altura de cincuenta (50) centímetros.
- En la tabla de atributos del Shapefile se debe incluir un atributo con la altura sobre el nivel medio del mar de cada curva.
- El shapefile con las curvas de nivel debe estar proyectado al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS origen oeste.

#### **3.4 FOTOGRAFÍAS AÉREAS**

- Las fotografías se toman según lo indicado en el plan de vuelo con una de cámara digital, dispositivo de navegación GPS.

- Los vuelos fotogramétricos deben tener recubrimientos longitudinal mínimo del 60 % y lateral del 30 % que garanticen una completa cobertura estereoscópica sobre el área de estudio.
- La cobertura nubes, sombras, humo, bruma o niebla debe ser inferior al 3%.
- Resolución espacial de cada fotografía debe ser de 15 centímetros (GSD15).
- Las fotografías aéreas deben ser entregadas en medio análogo a color verdadero, también deben ser entregadas en digital en formato TIFF.
- Las aerofotografías deben acompañarse de las especificaciones técnicas de la cámara o sensor (indicando marca, modelo y accesorios) vigente de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- Generar un ortofotomosaico que integre todas fotografías tomadas que cubran el área de estudio, no se deben detectar las zonas de unión de las fotografías. Resolución espacial del ortofotomosaico debe ser de 15 centímetros (GSD15) proyectado al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS origen oeste.

### **3.5 CARTOGRAFÍA BASE ESCALA 1:2.000**

- Generar la cartografía base a escala 1:2.000 de acuerdo a las especificaciones del modelo de datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Entregar la información generada en formato geodatabase de ArcGis proyectado al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS origen oeste.

### **3.6 RED DE APOYO AL VUELO**

- Instalación temporal de estaciones receptoras GPS de doble frecuencia con toma de información cada segundo (1 seg) localizadas al interior del polígono del área de estudio.
- El tiempo de rastreo sobre un punto debe ser de 15 minutos contados a partir de la estabilización del equipo y la disponibilidad mínima de 4 satélites. Por cada kilómetro de distancia a la base se hacen 5 minutos adicionales.
- Debe evitarse realizar rastreos sobre distancias mayores que 20 km. En los casos en que estas condiciones no se puedan cumplir, es necesario aumentar los tiempos de rastreo.
- Los puntos de apoyo se ubicarán sobre lugares geológicamente estables y evitando ser alteración por obras civiles.
- Para cada toma de cada fotografía aérea y punto LIDAR se registrarán los datos de GPS e IMU, además de los datos GPS con épocas de un (1) segundo.

### **3.7 DOCUMENTOS DE REFERENCIA**



Para especificaciones técnicas no definidas en este documento se debe remitir a los siguientes documentos:

- Resolución número 1392 de 2016 del IGAC, por medio de la cual se adoptan las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.
- Resolución 471 de 2020 del IGAC, por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.
- Resolución 529 de 2020 del IGAC, por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020.

#### **4. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

Las actividades generales que se deben seguir para la correcta ejecución del objeto del contrato son las siguientes:

- Recopilación y análisis de información: Es obligación de los contratistas recopilar y analizar información de tipo de topografía del área de estudio, red MAGNA ECO y NP's del IGAC cercanas a la zona de estudio, además de las especificaciones técnicas mínimas definidas por el IGAC para la realización de trabajos fotogramétricos y cartográficos.
- Definición del plan de vuelo: Se deben tener en cuenta los requisitos mínimos para cumplir con los requerimientos mínimos de cubrimiento, además de contar con los permisos de las autoridades aeronáuticas civiles y militares.
- Construcción de la red de apoyo al vuelo: la red debe ser materializada y operada cumpliendo con las especificaciones técnicas del presente documento.
- Toma de datos durante el vuelo: estos datos incluyen la toma de las fotografías aéreas y los datos LIDAR, GPS e IMU. Es de aclarar que durante el vuelo la red de apoyo debe estar operando.
- Fotocontrol: Se debe definir previo a la visita de campo la ubicación aproximada de los puntos de fotocontrol, una vez en campo se elige para cada punto de fotocontrol el sitio con mejor detalle, se toman datos GPS durante mínimo una hora, al mismo tiempo se deben también tomar datos desde la estación base. Se entregará un documento con la descripción de los puntos de fotocontrol (acceso al sitio, tiempo de observación, registro fotográfico e identificación de la aerofotografía en la cual se registra el punto).
- Procesamiento de datos LIDAR: Una vez avalada cualitativamente y cuantitativamente los productos obtenidos en el vuelo, con la ayuda de las coordenadas de la red de apoyo y la información GPS e IMU de la aeronave se calculan las alturas elipsoidales, posteriormente con la aplicación del modelo geoidal se determinan las alturas ortométricas.
- Generación MDT: A partir de los datos LIDAR con alturas ortométricas se genera el MDT en formato raster con un tamaño de pixel de treinta (30) centímetros.
- Generación Curvas de Nivel: A partir de los datos LIDAR con alturas ortométricas se generan las curvas de nivel con intervalos de cincuenta (50) centímetros.

- Ortorrectificación de fotografías aéreas: Se realiza la georreferenciación de cada una de las fotografías aéreas eliminando las distorsiones propias de una fotografía vertical.
- Generación de ortofotomosaico: A partir de las fotografías aéreas ortorrectificadas (Ortofotos) se genera un mosaico que garantice que no aprecien las uniones entre las Ortofotos.
- Cartografía base: se debe realizar la digitalización a escala 1:2.000 teniendo en cuenta todos los elementos que para esta escala tiene definido el Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAC.
- Informes periódicos: Se deberá entregar un reporte técnico quincenal, en el cual se hará el recuento de las actividades ejecutadas, los problemas presentados, avance y respuesta a preguntas efectuadas en el informe anterior.
- Informe y entrega de productos finales: Se deberá detallar en el informe técnico el o los tipos de procesamientos, análisis e interpretaciones realizadas. Las memorias y resultados serán revisadas por el interventor designado por el SGC. Se deberá entregar al final los registros de datos tomados en campo. Si es el caso, se deberán dar respuesta a las inquietudes y hacer los ajustes que fuesen necesarios.

## **5. EQUIPOS**

### **5.1 Una (1) cámara digital**

Este sensor debe ser de tipo aerotransportado y debe permitir generar los productos de acuerdo a las especificaciones dispuestas por el IGAC.

### **5.2 Un (1) Sensor LIDAR**

Este sensor debe ser de tipo areotransportado y poseer una exactitud lateral menor o igual a 25mm.

### **5.3 Un (1) Receptor GNSS**

El receptor debe ser de doble frecuencia para la base de apoyo al vuelo

Para verificar los requerimientos anteriores, el oferente deberá anexar la Ficha Técnica de cada equipo y la certificación de calibración vigente o equivalente.

### **5.4 Aeronave**

Debe ser una aeronave con sistema de navegación GNSS que permita realizar los registros de datos de captura.

Se debe indicar su propietario o propietarios y anexar la carta de compromiso de disponibilidad de la aeronave y las siguientes certificaciones vigentes expedidas por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

Aeronave tripulada:

- Certificado de operación.
- Certificado de Aeronavegabilidad Estándar de la aeronave.
- Certificado de Matrícula de la aeronave.

Aeronave no tripulada:

- Certificado de inscripción de la empresa en la base de datos de UAS (Sistemas de aeronaves no tripuladas).
- Registro de los pilotos remotos u operadores.
- Registro de equipos UAS.

## **6. PRODUCTOS ESPERADOS**

Todos los productos deberán ser entregados en su totalidad a satisfacción del SGC. El contratista deberá entregar los siguientes productos:

- Cronograma de trabajo.
- Modelo Digital del Terreno (MDT) en formato raster con un tamaño de pixel de treinta (30) centímetros proyectado al sistema de coordenadas MAGNA- origen oeste, se debe anexar un documento de verificación de la precisión conforme a lo dispuesto por el IGAC en la resolución 471 de 2020 y 529 de 2020.
- Modelo Digital de Superficie (MDS) en formato raster con un tamaño de pixel de treinta (30) centímetros proyectado al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS origen oeste.
- Curvas de nivel con elevación con intervalos de cincuenta (50) centímetros, en formato Shapefile (shp), con la información de la altura sobre el nivel del mar y proyectado al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS en el origen oeste.
- Ortofotomosaico para cada área de estudio con resolución de 15 cm en formato TIFF, georreferenciado y proyectado al sistema de coordenadas MAGNA- origen oeste. Este producto debe cumplir con las especificaciones técnicas de acorde a lo dispuesto en la resolución 471 de 2020 y 529 de 2020.
- Fotografías aéreas deben ser entregadas formato digital (TIFF) en tres bandas (RGB).
- Ortofotos con resolución de 15 cms en formato TIFF, georreferenciado y proyectado al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS origen oeste.

- Informe final con la documentación y metodología empleada y compilación de todas las actividades realizadas.
- Índices de vuelo ejecutados - Datos técnicos del sensor utilizado, orientación absoluta de cada imagen (fotocentro ajustado en formato .txt).
- Datos LIDAR en formato LAS.
- Cartografía a escala 1:2.000 en formato Geodatabase de acuerdo a las especificaciones técnicas del IGAC dispuestas en la resolución 1392 de 2016, 471 de 2020 y 529 de 2020.
- Dos copias de un informe final escrito (Físico) y una copia en medio magnético en formato Word y PDF, en donde se incluyan las memorias de campo, procesamiento de datos y metodología empleada y compilación de todas las actividades realizadas.
- Informes parciales quincenales, en el cual se hará el recuento de las actividades ejecutadas en cada periodo, los problemas presentados, avance y respuesta a preguntas efectuadas en el informe anterior.
- Archivos RINEX de puntos base, ROVER y de las estaciones GNSS utilizadas, las correcciones diferenciales y de procesamiento de los datos GPS, con su respectivo informe de trabajos realizados (archivos. tps y .pdf).
- Certificaciones de puntos GPS y NP's del IGAC.

NOTA: Los documentos que se produzcan en desarrollo del contrato deberán proporcionar información clara, completa, actualizada, aplicable y verificable en forma sencilla sin redundancias.

## **7. AUTORIZACIONES, PERMISOS Y LICENCIAS REQUERIDOS**

El contratista debe obtener los respectivos permisos ante las autoridades aeronáuticas para la ejecución del vuelo. Las demás actividades derivadas del objeto contractual no requieren licencia especial por cuanto, las mismas no implican obra pública, ni una intervención que modifique las condiciones físicas de las áreas de estudio.