

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA REALIZAR LA CONTRATACIÓN DE LA  
“GENERACIÓN DE UN MODELO DIGITAL DEL TERRENO EN FORMATO RASTER CON  
RESOLUCIÓN ESPACIAL DE TREINTA (30) CENTÍMETROS, ORTOFOTOMOSAICOS Y  
CARTOGRAFÍA BÁSICA A ESCALA 1:2.000, EN EL MUNICIPIO DE CALI, DEPARTAMENTO  
DEL VALLE DEL CAUCA QUE CUBRAN LAS ZONAS DE ESTUDIO DETERMINADAS POR EL  
SGC**

**Bogotá D.C., enero de 2021**

## 1. ESTUDIO TÉCNICO

El SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, es un Instituto Científico y Técnico, adscrito al Ministerio de Minas y Energía, que hace parte del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTI, al cual se le aplican las disposiciones de las Leyes 80 de 1993 y 1150 de 2007 en materia de contratación administrativa y sus Decretos Reglamentarios.

El artículo 3° del Decreto Ley 4131 de 2011 precisó que como consecuencia del cambio de naturaleza, el SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO tiene como objeto “realizar la investigación científica básica y aplicada del potencial de recursos del subsuelo; adelantar el seguimiento y monitoreo de amenazas de origen geológico; administrar la información del subsuelo; garantizar la gestión segura de los materiales nucleares y radiactivos en el país; coordinar proyectos de investigación nuclear, con las limitaciones del artículo 81 de la Constitución Política, y el manejo y la utilización del reactor nuclear de la Nación”.

El artículo 4° del Decreto Ley 4131 de 2011 precisó que, para el cumplimiento de su objeto, el SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO cumplirá las siguientes funciones, entre otras: “(...) 3. Generar e integrar conocimientos y levantar, compilar, validar, almacenar y suministrar, en forma automatizada y estandarizada, información sobre geología, recursos del subsuelo y amenazas geológicas, de conformidad con las políticas del Gobierno Nacional. (...) 10. Investigar fenómenos geológicos generadores de amenazas y evaluar amenazas de origen geológico con afectación regional y nacional en el territorio nacional. 11. Proponer, evaluar y difundir metodologías de evaluación de amenazas con afectaciones departamentales y municipales...”

El artículo 9° del Decreto Ley 2703 de 2013 precisó que las Funciones de la Dirección de Geoamenazas son, entre otras: “(...) 2. Dirigir las actividades conducentes al estudio, análisis y evaluación de las amenazas de origen geológico y de afectación regional y nacional en el territorio nacional. 4. Investigar, identificar, caracterizar, monitorear, evaluar, diagnosticar y modelar fenómenos geológicos generadores de amenazas. 5. Elaborar estudios y monitorear la actividad sísmica y volcánica del país. 11. Diseñar, instalar, mantener, operar y actualizar la Red Sismológica Nacional de Colombia, la Red Nacional de Acelerógrafos, las Redes de los Observatorios Vulcanológicos y la Red de Estaciones Geodésicas”.

El artículo 9° del Decreto Ley 2703 de 2013 precisó que las Funciones de la Dirección de Geoamenazas, entre otras las de: “(...) 2. Dirigir las actividades conducentes al estudio, análisis y evaluación de las amenazas de origen geológico y de afectación regional y nacional en el territorio nacional. 4. Investigar, identificar, caracterizar, monitorear, evaluar, diagnosticar y modelar fenómenos geológicos generadores de amenazas. 5. Elaborar estudios y monitorear la actividad sísmica y volcánica del país. 11. Diseñar, instalar, mantener, operar y actualizar la Red Sismológica Nacional de Colombia, la Red Nacional de Acelerógrafos, las Redes de los Observatorios Vulcanológicos y la Red de Estaciones Geodésicas”.

Que mediante Resolución 1239 del 15 de noviembre de 2017, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – COLCIENCIAS reconoció al SERVICIO GEOLÓGICO

COLOMBIANO, como centro de investigación, al cumplir con los requerimientos exigidos por COLCIENCIAS para tales efectos. Esto implica que se reconoce a esta Entidad como organización dedicada a desarrollar ciencia y tecnología, dotada de administración, recursos financieros, humanos e infraestructura destinada al desarrollo de este objeto.

El Inciso 6.1 del numeral 6° del Art. 2° de la Resolución 249 del 20 de junio de 2019 estableció que son funciones del “Grupo de Trabajo Evaluación de Amenazas por Movimientos en Masa” perteneciente a la Dirección de Geoamenazas del SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO las siguientes: “(...) 1. Recopilar y analizar la información básica: geología, geomorfología, cobertura, geomecánica, información básica digital, etc., en diferentes áreas que requieran evaluación de susceptibilidad y amenaza a la generación de movimientos en masa. 2) Definir metodologías a usar para la zonificación de amenazas por movimientos en masa de acuerdo a la escala de trabajo (local, municipal, departamental, cuenca, etc.) con el fin de especificar las variables temáticas a desarrollar. 3) Adelantar trabajos de cartografía geológica, geomorfológica, geotécnica, de cobertura y uso, sísmica, hidrogeológica, etc., de acuerdo a metodología seleccionada: procedimiento de imágenes, fotointerpretación, trabajos de campo, desarrollo de cartografía definitiva. 4) Adelantar inventario de movimientos en masa y plan de exploración del subsuelo de acuerdo a la escala y metodología de trabajo. 5) Convertir información a medio digital para desarrollo de análisis SIG. 6) Evaluar parámetros y desarrollo de zonificación de susceptibilidad y amenaza. 7) Desarrollar cartografía de zonificación de susceptibilidad y amenazas. 8) Definir medidas de corrección y/o mitigación si lo quiere la escala de trabajo. 9) Adelantar proyectos de investigación en temas relacionados con movimientos en masa. 10) Ejecutar el plan de apropiación del conocimiento en los temas relacionados con movimientos en masa. 11) Apoyar el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres en casos de emergencias por movimientos en masa. 12) Las demás funciones inherentes a la naturaleza del grupo de trabajo, las que le sean asignadas por autoridad competente y las normas legales vigentes.”

Que el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, Ley No 1955 del 25 de mayo de 2019 "POR EL CUAL SE EXPIDE EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2018-2022. "PACTO POR COLOMBIA, PACTO POR LA EQUIDAD" promueve que se ajusten las funciones de las entidades del SNCCTI en materia de ciencia, tecnología e innovación, con el objeto de lograr una mejor especialización de roles. A tal efecto el SGC requiere llevar iniciativas al Gobierno para que se tengan en cuenta sus propias perspectivas y necesidades, a la vez que se pueda aportar ideas al Gobierno Nacional, desde la visión del Sector de Minas y Energía.

Que el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, "PACTO POR COLOMBIA, PACTO POR LA EQUIDAD" en su artículo 4, en el IV Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo, literal C. Colombia resiliente: conocimiento y prevención para la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático. Que de acuerdo con lo anterior, el Servicio Geológico Colombiano debe optimizar los recursos, promover la investigación, y los mecanismos de coordinación de las instancias y los actores del Sistema de Ciencia Tecnología e Innovación, tal como lo prevé y orienta el documento del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 Pacto por Colombia, pacto por la equidad que en su artículo 3 señala

dentro de los pactos con estrategias transversales el Pacto por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación: un sistema para construir el conocimiento de la Colombia del futuro y el Pacto por los recursos minero-energéticos para el crecimiento sostenible y la expansión de oportunidades

Teniendo en cuenta la necesidad de realizar la evaluación de amenaza por movimientos en masa en el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca, se requiere realizar una toma de fotografías aéreas verticales e información LIDAR Laser Imaging Detection and Ranging) para generar un Modelo Digital del Terreno en formato raster con resolución espacial de treinta (30) centímetros, ortofotomosaicos y la cartografía básica a escala 1:2.000 que cubran un área aproximada de 116 hectáreas, distribuidas en dos polígonos.

Cabe destacar que el SGC, como miembro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, debe propender al cumplimiento de sus objetivos y al desarrollo de las actividades contempladas en la Ley 1286 de 2009, entre los cuales cabe destacar, la generación y uso del conocimiento, a través del desarrollo científico, tecnológico y la innovación, como actividades esenciales para darle valor agregado a nuestros recursos, crear nuevas empresas basadas en investigación, desarrollo tecnológico e innovación, alcanzar mayores y sostenidas tasas de crecimiento económico, acumulación y distribución de riqueza, con el objeto de mejorar los niveles de calidad de vida de los ciudadanos.

De acuerdo con el plan operativo 2019-2020 del SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC) a través del Proceso “Investigación y zonificación de amenaza por movimientos en masa”, se continúa desarrollando proyectos que contribuyen al conocimiento del tema y al desarrollo de guías metodológicas para adelantar zonificaciones de amenaza a diferentes escalas, en diferentes ambientes geológicos que generan diversidad de tipos de movimientos en masa.

Las zonificaciones de amenazas por movimientos en masa constituyen de acuerdo con la Ley 1523 de 2012 “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”, un insumo importante para la gestión del riesgo de desastres con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida y al desarrollo sostenible.

Por lo anterior, el SGC viene adelantando la zonificación de amenaza detallada, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa en el área urbana del municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca, a escala 1:2.000, cumpliendo de esta manera lo definido en la normatividad relacionada con la incorporación de la gestión de riesgo en el ordenamiento territorial, de acuerdo con la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 1077/2015 del Ministerio de Vivienda.

Dentro de la metodología a aplicar en el estudio de evaluación de amenaza por movimientos en masa en las áreas definidas para el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca es necesario conocer en detalle características morfológicas del área de estudio para garantizar la calidad de los resultados de la zonificación de amenaza por movimientos en masa. Por lo anterior, se requiere contratar la generación de un Modelo Digital del Terreno en formato

raster con resolución espacial de treinta (30) centímetros, ortofotomosaicos que cubren el área de estudio (116 ha) y la cartografía básica a escala 1:2.000.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos General**

Prestar servicios para la generación de un Modelo Digital del Terreno en formato raster con resolución espacial de treinta (30) centímetros, ortofotomosaicos y cartografía básica a escala 1:2.000 en el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca, que cubran las zonas de estudio determinadas por el SGC

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar la captura de información por medio de un sensor LiDAR, adquiriendo datos con una densidad mínima de quince (15) puntos por metro cuadrado en terreno en las áreas definidas para el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca.
- Adquisición de fotografías aéreas con resolución espacial de quince centímetros (15 cm) tomadas desde en las áreas definidas para el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca.
- Generación de un Modelos Digital del Terreno en formato raster con resolución espacial de treinta centímetros (30 cm) en las áreas definidas para el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca.
- Generación de curvas de nivel a intervalos de cota de cincuenta centímetros (50 cm) en las áreas definidas para el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca.
- Construir ortofotomosaico del área de estudio con resolución espacial de quince centímetros (15 cm) a partir de las fotografías aéreas del Ítem No. 2 en las áreas definidas para el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca.
- 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 Cali, Departamento del Valle del Cauca.

### 3. GENERALIDADES

#### 3.1 Área de estudio

El área de estudio está compuesta por dos (2) polígonos que ocupan un área de 116 hectáreas localizadas en el municipio de Cali Departamento del Valle del Cauca (figuras 1 y 2). Las áreas y coordenadas relacionadas serán objeto de verificación en campo, razón la cual podrán ser ajustadas de acuerdo a criterios y necesidades de carácter técnico.

Tabla N° 1- Fuente SGC| Área y número de polígonos en el municipio de Cali

Municipio	Número de polígonos	Área polígonos (ha)
Cali	2	116

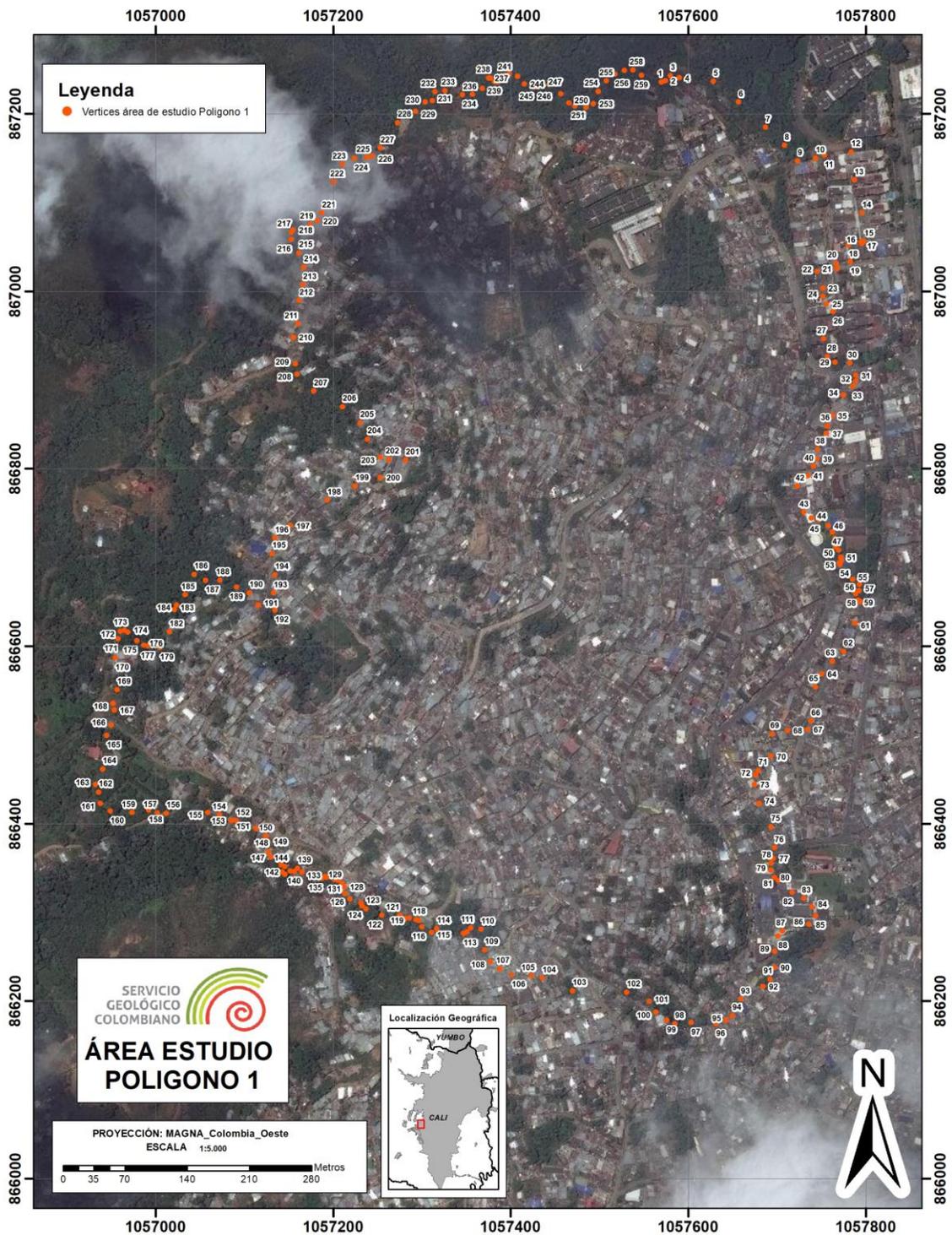


Figura 1. Localización área de estudio-municipio de Cali, departamento del Valle del Cauca polígono 1

Fuente: autores

**Tabla N° 2 - Fuente SGC| Coordenadas área definida para el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca polígono 1**

ID	ESTE	NORTE	ID	ESTE	NORTE	ID	ESTE	NORTE
1	1057570,1	867235,9	32	1057789,0	866898,9	63	1057762,5	866582,9
2	1057574,6	867237,2	33	1057785,8	866892,5	64	1057750,6	866568,4
3	1057580,3	867243,0	34	1057775,2	866883,0	65	1057744,0	866553,8
4	1057590,3	867240,6	35	1057762,5	866859,7	66	1057738,7	866515,5
5	1057628,8	867236,6	36	1057757,3	866848,1	67	1057734,8	866506,2
6	1057657,1	867213,1	37	1057756,2	866839,6	68	1057712,3	866504,9
7	1057687,5	867184,7	38	1057746,7	866821,6	69	1057695,1	866500,9
8	1057708,7	867164,4	39	1057745,6	866811,0	70	1057693,8	866475,8
9	1057723,4	867146,8	40	1057741,4	866802,5	71	1057679,2	866459,9
10	1057744,0	867149,9	41	1057735,0	866792,0	72	1057676,6	866454,6
11	1057754,0	867153,2	42	1057723,4	866780,3	73	1057675,2	866444,0
12	1057783,9	867157,2	43	1057730,8	866750,7	74	1057680,5	866422,9
13	1057787,8	867125,3	44	1057739,3	866744,3	75	1057693,8	866396,4
14	1057796,2	867088,2	45	1057747,7	866742,2	76	1057697,7	866372,6
15	1057798,6	867056,1	46	1057758,3	866735,9	77	1057696,4	866360,7
16	1057795,0	867055,9	47	1057762,5	866728,5	78	1057693,8	866355,4
17	1057795,6	867054,0	48	1057765,9	866721,2	79	1057693,8	866347,5
18	1057781,2	867052,5	49	1057766,2	866712,0	80	1057697,7	866339,5
19	1057782,9	867033,5	50	1057769,7	866708,3	81	1057701,7	866335,6
20	1057767,4	867031,6	51	1057772,5	866700,3	82	1057717,6	866322,3
21	1057768,2	867025,2	52	1057773,0	866695,9	83	1057730,8	866315,7
22	1057745,7	867022,1	53	1057770,9	866694,2	84	1057740,1	866306,5
23	1057752,0	867003,6	54	1057771,3	866692,2	85	1057744,0	866295,9
24	1057752,0	866994,1	55	1057785,5	866675,1	86	1057736,1	866286,6
25	1057756,2	866985,6	56	1057793,4	866669,6	87	1057707,0	866278,7
26	1057763,6	866977,2	57	1057792,8	866662,4	88	1057701,7	866273,4
27	1057753,0	866946,5	58	1057789,1	866658,9	89	1057697,7	866256,2
28	1057757,3	866926,4	59	1057791,7	866652,0	90	1057697,7	866237,7
29	1057765,7	866920,0	60	1057794,3	866650,4	91	1057692,4	866224,4
30	1057782,7	866919,0	61	1057788,2	866626,1	92	1057684,5	866216,5
31	1057789,0	866905,2	62	1057775,2	866594,1	93	1057659,4	866201,9

ID	ESTE	NORTE
94	1057650,1	866183,4
95	1057643,5	866178,1
96	1057631,6	866174,2
97	1057603,8	866175,5
98	1057585,3	866174,2
99	1057576,0	866178,1
100	1057564,1	866187,4
101	1057556,2	866199,3
102	1057531,0	866209,9
103	1057470,2	866211,2
104	1057435,8	866225,8
105	1057423,9	866228,4
106	1057401,4	866229,7
107	1057388,2	866236,3
108	1057377,6	866244,3
109	1057371,0	866257,5
110	1057366,7	866280,7
111	1057355,1	866282,4
112	1057351,3	866278,0
113	1057347,2	866276,2
114	1057317,0	866281,4
115	1057310,9	866277,4
116	1057300,4	866283,2
117	1057296,6	866290,3
118	1057293,7	866291,6
119	1057286,2	866293,8
120	1057282,1	866292,9
121	1057275,5	866296,6
122	1057255,1	866296,6
123	1057237,2	866304,0
124	1057232,7	866307,3
125	1057231,4	866310,4
126	1057219,0	866314,8
127	1057213,1	866320,9
128	1057212,6	866328,7
129	1057210,5	866332,8

ID	ESTE	NORTE
130	1057205,2	866336,2
131	1057201,5	866336,6
132	1057198,0	866339,8
133	1057192,9	866339,1
134	1057190,8	866340,5
135	1057188,0	866338,3
136	1057184,1	866338,4
137	1057179,3	866342,0
138	1057165,3	866345,4
139	1057160,1	866349,4
140	1057156,2	866345,9
141	1057151,7	866346,5
142	1057145,7	866342,8
143	1057142,9	866345,5
144	1057145,6	866351,6
145	1057141,5	866353,3
146	1057137,6	866359,4
147	1057130,0	866361,9
148	1057127,5	866368,4
149	1057126,8	866379,9
150	1057124,5	866385,9
151	1057113,3	866394,5
152	1057090,8	866403,1
153	1057085,2	866403,4
154	1057071,9	866409,7
155	1057059,0	866412,7
156	1057012,1	866411,7
157	1057001,8	866412,0
158	1056992,6	866415,0
159	1056973,7	866412,4
160	1056949,2	866414,0
161	1056938,0	866422,6
162	1056935,7	866435,5
163	1056932,4	866444,1
164	1056940,6	866461,3
165	1056945,3	866499,3

ID	ESTE	NORTE
166	1056950,2	866511,2
167	1056953,5	866527,8
168	1056952,2	866535,4
169	1056956,5	866550,9
170	1056954,9	866587,0
171	1056957,8	866608,2
172	1056960,5	866616,7
173	1056964,7	866617,7
174	1056969,1	866615,8
175	1056979,0	866605,8
176	1056986,5	866601,1
177	1056991,3	866599,9
178	1056998,8	866601,1
179	1057005,2	866598,7
180	1057011,9	866590,0
181	1057015,7	866588,5
182	1057015,6	866616,1
183	1057021,3	866641,1
184	1057023,8	866646,4
185	1057033,3	866657,8
186	1057043,4	866680,9
187	1057056,3	866674,3
188	1057072,4	866674,4
189	1057091,4	866666,4
190	1057105,7	866660,1
191	1057116,0	866646,2
192	1057134,6	866640,8
193	1057133,0	866659,8
194	1057134,6	866680,4
195	1057131,4	866704,3
196	1057134,6	866721,7
197	1057152,0	866736,0
198	1057193,3	866764,6
199	1057225,1	866780,5
200	1057253,6	866790,0
201	1057282,2	866809,8

ID	ESTE	NORTE
202	1057263,2	866810,4
203	1057253,7	866812,8
204	1057238,6	866833,5
205	1057230,7	866851,7
206	1057210,9	866870,0
207	1057178,3	866887,4
208	1057159,7	866906,6
209	1057157,4	866918,1
210	1057155,4	866948,2
211	1057160,7	866963,1
212	1057162,0	866989,6
213	1057166,0	867007,4
214	1057167,0	867026,9
215	1057161,4	867043,1
216	1057153,1	867058,4
217	1057152,8	867066,6
218	1057155,1	867069,3
219	1057174,6	867075,2
220	1057182,5	867079,5
221	1057187,5	867088,1

ID	ESTE	NORTE
222	1057200,7	867123,2
223	1057211,0	867143,0
224	1057223,9	867150,0
225	1057238,1	867150,6
226	1057244,6	867152,4
227	1057253,6	867161,5
228	1057272,7	867190,0
229	1057293,3	867202,7
230	1057303,9	867213,3
231	1057311,9	867214,9
232	1057314,8	867224,8
233	1057326,4	867226,2
234	1057346,0	867221,3
235	1057357,4	867222,0
236	1057368,5	867228,4
237	1057375,7	867240,2
238	1057377,4	867240,5
239	1057382,3	867236,1
240	1057385,9	867235,9
241	1057393,6	867243,6

ID	ESTE	NORTE
242	1057398,8	867245,1
243	1057408,2	867242,4
244	1057415,9	867233,9
245	1057425,7	867230,3
246	1057430,6	867230,2
247	1057436,1	867233,5
248	1057443,5	867233,0
249	1057457,0	867222,3
250	1057465,8	867212,5
251	1057472,6	867208,6
252	1057485,1	867207,3
253	1057493,4	867211,3
254	1057499,2	867225,1
255	1057507,9	867237,1
256	1057517,9	867244,9
257	1057528,4	867248,9
258	1057538,3	867249,3
259	1057548,0	867243,2
260	1057570,1	867235,9

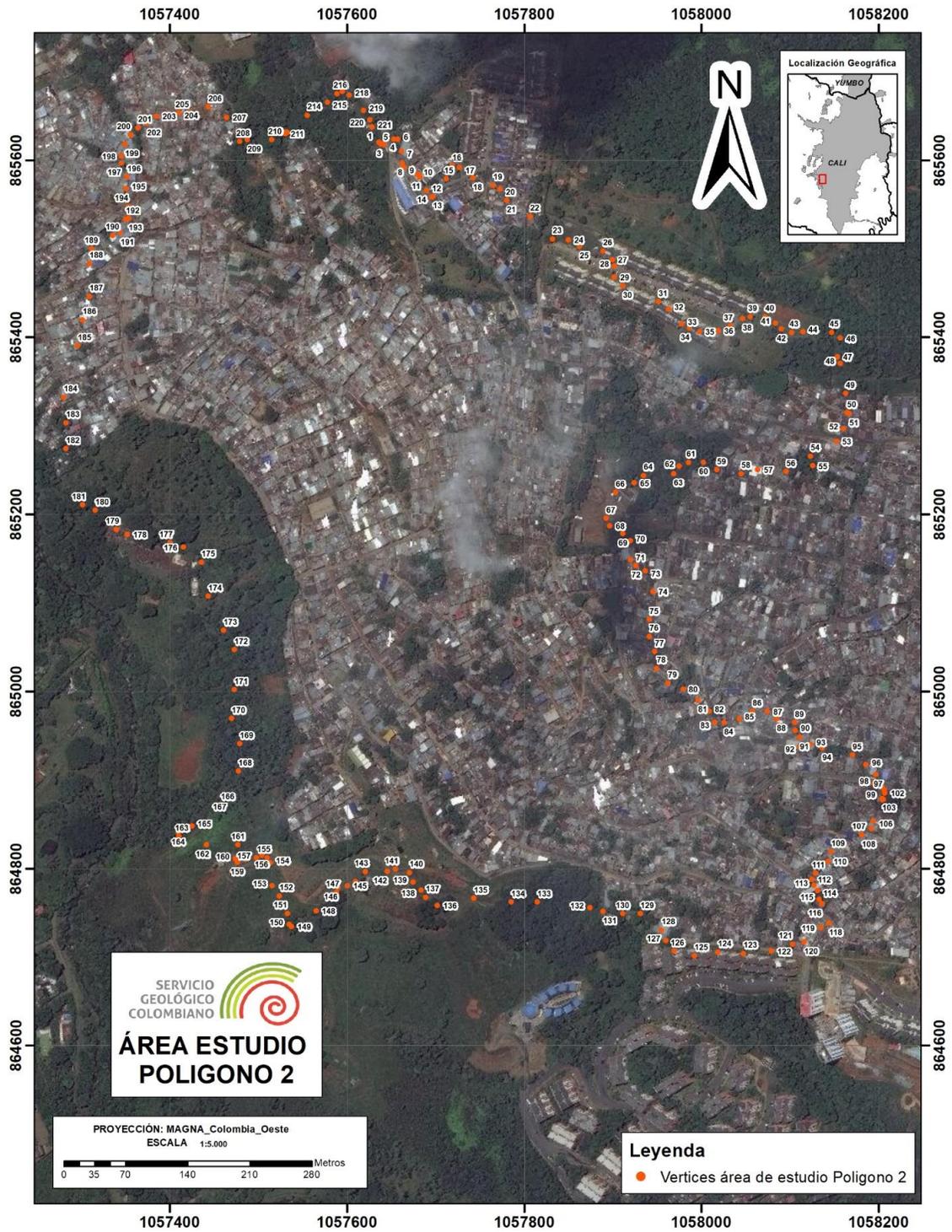


Figura 2. Localización área de estudio-municipio de Cali, departamento del Valle del Cauca polígono 2

**Tabla N° 3 - Fuente SGC | Coordenadas área definida para el municipio de Cali, Departamento del Valle del Cauca polígono 2**

ID	ESTE	NORTE
1	1057628,5	865637,8
2	1057635,9	865620,4
3	1057638,5	865618,2
4	1057642,2	865617,7
5	1057652,8	865624,1
6	1057657,6	865624,1
7	1057661,8	865610,3
8	1057662,4	865597,1
9	1057664,5	865591,8
10	1057679,8	865584,4
11	1057683,0	865581,2
12	1057689,9	865565,9
13	1057697,3	865559,5
14	1057695,9	865558,6
15	1057712,4	865579,0
16	1057718,8	865593,8
17	1057727,3	865591,7
18	1057742,1	865580,1
19	1057765,4	865571,6
20	1057772,8	865567,4
21	1057780,2	865554,7
22	1057806,6	865536,7
23	1057832,0	865511,3
24	1057850,0	865510,2
25	1057862,7	865502,8
26	1057889,2	865497,5
27	1057899,8	865488,0
28	1057901,9	865480,6
29	1057901,9	865467,9
30	1057911,4	865458,4
31	1057951,6	865440,4
32	1057963,3	865431,9

ID	ESTE	NORTE
33	1057978,1	865415,0
34	1057986,5	865410,8
35	1057998,2	865406,5
36	1058019,4	865407,6
37	1058033,1	865412,9
38	1058046,9	865421,3
39	1058055,3	865423,5
40	1058072,3	865423,5
41	1058083,9	865416,0
42	1058090,3	865409,7
43	1058101,9	865405,5
44	1058114,6	865406,5
45	1058147,4	865405,5
46	1058156,9	865399,1
47	1058153,8	865377,9
48	1058156,9	865370,5
49	1058163,3	865336,7
50	1058164,5	865314,8
51	1058167,0	865314,1
52	1058160,6	865296,6
53	1058152,7	865282,4
54	1058123,4	865265,9
55	1058125,8	865254,9
56	1058095,8	865248,2
57	1058064,0	865250,4
58	1058045,0	865246,1
59	1058017,5	865250,4
60	1058002,7	865258,8
61	1057985,7	865258,8
62	1057975,1	865254,6
63	1057968,8	865246,1
64	1057934,9	865244,0

ID	ESTE	NORTE
65	1057924,3	865235,5
66	1057903,2	865225,0
67	1057892,6	865195,3
68	1057896,8	865186,9
69	1057911,6	865178,4
70	1057920,1	865169,9
71	1057920,1	865148,8
72	1057926,5	865142,4
73	1057937,0	865136,1
74	1057945,5	865112,8
75	1057941,3	865081,0
76	1057941,3	865062,0
77	1057947,6	865045,0
78	1057949,7	865026,0
79	1057962,4	865009,1
80	1057979,4	865002,7
81	1057996,3	864990,0
82	1058009,0	864977,3
83	1058015,4	864964,6
84	1058025,9	864964,6
85	1058042,9	864968,8
86	1058057,7	864977,3
87	1058074,6	864977,3
88	1058085,2	864968,8
89	1058105,4	864964,8
90	1058106,0	864955,9
91	1058111,3	864947,9
92	1058111,3	864937,5
93	1058123,6	864940,1
94	1058136,4	864935,7
95	1058170,4	864928,1
96	1058185,9	864917,1

ID	ESTE	NORTE
97	1058197,1	864905,7
98	1058195,3	864896,1
99	1058196,6	864893,5
100	1058204,3	864891,7
101	1058207,0	864888,8
102	1058207,4	864884,9
103	1058204,3	864878,7
104	1058204,6	864877,3
105	1058205,8	864878,0
106	1058194,2	864853,6
107	1058192,1	864845,2
108	1058181,5	864837,7
109	1058147,0	864819,0
110	1058143,2	864808,0
111	1058128,9	864794,5
112	1058125,1	864787,7
113	1058127,3	864780,7
114	1058131,3	864774,9
115	1058133,2	864765,2
116	1058136,2	864760,0
117	1058132,5	864748,9
118	1058144,2	864738,2
119	1058135,0	864732,9
120	1058116,5	864717,1
121	1058103,2	864714,4
122	1058079,4	864706,5
123	1058047,7	864703,8
124	1058018,6	864705,2
125	1057992,1	864701,2
126	1057969,6	864706,5
127	1057960,4	864718,4
128	1057955,1	864730,3
129	1057931,2	864748,8
130	1057911,4	864748,8
131	1057888,9	864751,5
132	1057874,4	864755,4

ID	ESTE	NORTE
133	1057814,8	864762,0
134	1057785,7	864762,0
135	1057743,4	864766,0
136	1057702,4	864758,1
137	1057689,2	864767,3
138	1057683,9	864775,3
139	1057674,6	864784,5
140	1057670,6	864795,1
141	1057654,8	864799,1
142	1057645,5	864796,4
143	1057620,7	864796,3
144	1057609,7	864784,7
145	1057600,6	864780,6
146	1057589,8	864778,5
147	1057588,1	864772,9
148	1057565,4	864751,9
149	1057537,6	864734,0
150	1057534,7	864736,5
151	1057532,9	864748,9
152	1057523,8	864768,8
153	1057515,9	864780,3
154	1057513,6	864806,1
155	1057510,3	864812,1
156	1057504,0	864815,1
157	1057497,9	864811,9
158	1057486,0	864810,6
159	1057476,7	864807,0
160	1057474,2	864810,8
161	1057477,3	864826,5
162	1057441,4	864826,5
163	1057410,3	864836,1
164	1057410,0	864840,3
165	1057425,0	864847,8
166	1057457,5	864871,8
167	1057464,4	864879,8
168	1057477,6	864909,8

ID	ESTE	NORTE
169	1057479,2	864940,9
170	1057469,7	864969,4
171	1057473,2	865001,7
172	1057473,0	865047,2
173	1057460,5	865068,8
174	1057443,6	865107,4
175	1057435,7	865146,0
176	1057415,4	865162,9
177	1057400,2	865168,0
178	1057352,0	865177,5
179	1057339,8	865183,1
180	1057316,1	865204,5
181	1057301,5	865210,7
182	1057283,0	865274,2
183	1057283,0	865303,3
184	1057280,3	865332,4
185	1057296,2	865390,6
186	1057301,5	865419,7
187	1057309,4	865446,2
188	1057309,4	865483,2
189	1057311,8	865500,0
190	1057335,9	865515,3
191	1057344,6	865518,4
192	1057350,4	865533,5
193	1057353,4	865534,4
194	1057353,8	865547,8
195	1057350,7	865567,9
196	1057352,0	865581,1
197	1057345,4	865597,0
198	1057345,4	865604,9
199	1057349,4	865618,1
200	1057356,0	865628,7
201	1057363,9	865636,7
202	1057374,5	865641,9
203	1057385,1	865649,9
204	1057410,2	865653,9

ID	ESTE	NORTE
205	1057422,2	865653,9
206	1057443,3	865660,5
207	1057464,5	865648,6
208	1057479,1	865621,3
209	1057487,8	865623,6
210	1057515,1	865623,2

ID	ESTE	NORTE
211	1057530,1	865630,1
212	1057531,6	865632,2
213	1057532,9	865631,7
214	1057555,4	865651,1
215	1057578,1	865665,4
216	1057588,9	865675,3

ID	ESTE	NORTE
217	1057595,1	865677,6
218	1057602,6	865673,8
219	1057619,0	865656,3
220	1057625,8	865645,8
221	1057628,5	865637,8

#### 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

##### 4.1 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.

##### 4.2 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 respectivo origen cartográfico de la plancha escala 1:25.000 (Oeste, Bogotá).

##### 4.3 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 proyectado al respectivo origen cartográfico de la plancha escala 1:25.000 (Oeste, Bogotá).

#### **4.4 FOTOGRAFÍAS AÉREAS**

- Las fotografías se toman según lo indicado en el plan de vuelo con una de cámara digital, dispositivo de navegación GPS, plataforma giroestabilizada y una unidad de movimiento inercial (IMU).
- 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).

#### **4.5 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 en el origen cartográfico de la respectiva plancha escala 1:25000 (Oeste, Bogotá).

#### **4.6 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.

#### **4.7 DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

- 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.

#### **5. 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 orrorrectificadas (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.

## **6. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA**

Para alcanzar el objetivo planteado en el presente proceso contractual, se requiere que el Contratista dé alcance cabal a los siguientes aspectos:

- Realizar todas las actividades necesarias para cumplir con las obligaciones derivadas de la contratación.
- El Proponente deberá guardar reserva sobre el contenido de la información que la Entidad le confíe y ponga a su disposición para cumplir el objeto de los presentes términos, y deberá hacer extensiva esta determinante al talento humano vinculado a cualquier actividad en su desarrollo.
- El almacenamiento digital de la información de trabajo y los soportes de seguridad que se requieran para evitar la pérdida parcial o total de la información son responsabilidad del proponente. El Proponente será el responsable único por los perjuicios que le sean imputados en contra del Instituto por pérdida de información o entrega no oportuna de la misma.
- Todos los elementos e insumos necesarios para la ejecución de los vuelos y el procesamiento de la información deben ser suministrados y asumidos por el Proponente.
- Contar con todos los profesionales y técnicos que se requieran para cumplir cabalmente el contrato.

- Garantizar que todos los profesionales a quienes se les asignen labores en desarrollo del contrato cuenten con matrícula o tarjeta profesional vigente o permiso temporal, cuando a ello hubiere lugar, de conformidad con las normas aplicables.
- Garantizar que el equipo de trabajo propuesto será el utilizado para la ejecución del contrato.
- Suministrar y mantener, durante la ejecución del contrato y hasta la liquidación del mismo, el personal profesional y técnico ofrecido, exigido y necesario.
- Considerando el hecho de que el presente contrato se refiere en parte la ejecución de trabajos de campo en donde se requiere alguna mano de obra no calificada, es recomendable y beneficioso para el proyecto, el procurar involucrar y ofrecer trabajo temporal a la comunidad, de tal forma que ésta no adopte una posición adversa a las necesidades de la región, sino que haya una concertación con la comunidad sobre las medidas a adoptar en el terreno para el buen desarrollo del contrato (guías, ayudantes, trocheros, vigilantes, entre otros).
- Dedicar el personal mínimo requerido en el sitio de ejecución y contar con la disponibilidad de trabajo de acuerdo con el cronograma de ejecución del contrato y las necesidades del mismo. Igualmente se deberá tener disponibilidad de personal para atender contingencias, para esta actividad se informará al supervisor sobre el personal disponible.
- Asumir, por su cuenta y riesgo, el pago de los salarios, prestaciones sociales, indemnizaciones y honorarios de todo el personal que ocupe en la ejecución del contrato, quedando claro que no existe ningún tipo de vínculo laboral de tal personal con el SGC, ni responsabilidad en los riesgos que se deriven de esa contratación.
- Responder por cualquier tipo de reclamación, judicial o extrajudicial, que instaure, impulse o en la que coadyuve su personal o sus subcontratistas contra el SGC, por causa o con ocasión del contrato.
- Contar con las aeronaves, vehículos u otros medios de transporte utilizados para la movilización del personal y los equipos y disponer para la ejecución del contrato con todos los permisos, autorizaciones, controles, dispositivos, medidas preventivas y requisitos legales vigentes exigidos por las autoridades aeronáuticas, Ministerio de Transporte y demás autoridades de tránsito regionales y nacionales.
- El Contratista deberá cumplir con un Plan de Manejo Ambiental y un Plan de Seguridad Industrial. Igualmente, deberá suministrar todos los equipos, herramientas, maquinaria, materiales, instalaciones, mano de obra y en general todo lo necesario para llevar a cabo la totalidad de los trabajos a los que se refieren estos términos.
- Previo a la firma del Acta de Inicio por las partes, el Contratista deberá relacionar en un informe el listado de personal que ejecutará los trabajos de campo (Profesionales y Técnicos debidamente en regla la documentación), el listado de equipos, vehículos y aeronaves disponibles para la ejecución de los trabajos.
- Ajustarse a los estándares, formatos, modelos y demás especificaciones que le entre gue o indique el SGC para la ejecución del Contrato.

- Guardar la confidencialidad de toda la información que le sea entregada o puesta a disposición con ocasión del Contrato.
- Atender los requerimientos del supervisor para la debida ejecución del Contrato y realizar las correcciones, adiciones, revisiones o modificaciones que sean solicitadas.
- El contratista deberá certificar que cuenta tanto con los equipos de campo y de oficina adecuados para cumplir el objeto de la contratación. Estos deben ser de marcas reconocidas en el mercado y con la capacidad suficiente para el logro eficiente de los resultados. El software a utilizar debe garantizar la correcta adquisición, manejo, procesamiento, mapeo e interpretación de la información.

## **7. EQUIPOS**

### **7.1 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.

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

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

### **7.3 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.

### **7.4 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, si la aeronave es tripulada se deben anexar los siguientes documentos.

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

## 8. 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- en el origen cartográfico de la respectiva plancha escala 1:25000 (Oeste), se debe anexar un documento de verificación de la precisión conforme a lo dispuesto por el IGAC en la resolución 471 de 2020.
- 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 cartográfico de la respectiva plancha escala 1:25000 (Oeste).
- Ortofotomosaico para cada área de estudio con resolución de 15 cm en formato TIFF, georreferenciado y proyectado al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS en el origen cartográfico de la respectiva plancha escala 1:25000 (Oeste), deben ser entregados los bloques aerotriangulados y pares estéreos. Este producto debe cumplir con las especificaciones técnicas de acorde a lo dispuesto en la resolución 471 de 2020.
- Fotografías aéreas a color de la zona de estudio con resolución de 15 centímetros en formato análogo (una copia).
- Ortofotos con resolución de 15 cms en formato TIFF, georreferenciado y proyectado al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS en el origen cartográfico de la respectiva plancha escala 1:25000 (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.
- Archivos digitales con datos crudos del IMU y DGPS.
- 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 471 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.

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

El contratante 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.