



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA AÉREA CON DRON Y MEDICIONES GPS EN
LA LOCALIDAD DE COISHCO, ANCASH**



Lima – Perú
2020



*“Ciencia para protegernos,
Ciencia para avanzar”*

Este informe ha sido elaborado por el Instituto Geofísico del Perú

Créditos:

Presidente Ejecutivo

Dr. Hernando Tavera

Director Científico

Dr. Danny Scipión

Autores: Juan Carlos Villegas y Juan Carlos Gómez

Colaboradores: Keiko Moroccore y Mijaell Berduzco



RESUMEN

En el marco de las actividades del Programa Presupuestal PP068 “Zonas geográficas con gestión de información sísmica”, el Instituto Geofísico del Perú (IGP), viene realizando estudios de caracterización sísmica-geotécnica en el departamento de Ancash, con la finalidad de caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los suelos y obtener los parámetros elásticos que determinan su rigidez. Como parte de estos trabajos se ha realizado el levantamiento topográfico de alta resolución mediante fotogrametría aérea con dron y mediciones geodésicas GPS en la localidad de Coishco, Ancash. El área de estudio es de 657 ha y comprende los ámbitos urbano y rural de dicha localidad. Los trabajos de campo se realizaron los días 03 y 04 de marzo del 2020, periodo en el que se obtuvieron 644 fotografías aéreas y se midieron coordenadas GPS precisas en 11 puntos de fotocontrol. Los productos obtenidos consisten en: 01 Modelo Digital del Terreno (MDT) con una resolución espacial de 14.5 cm/pixel, que ha permitido generar un mapa de la zona de estudio a escala 1:5000 y curvas de nivel con un intervalo de 5 metros, y 01 ortomosaico con una resolución espacial de 7.27 cm/pixel. Estos productos permitirán realizar un análisis y evaluación más precisa de la morfología del terreno, así como la elaboración de perfiles topográficos, mapas de pendiente, modelos de inundación de drenaje, entre otros.



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	6
2	ASPECTOS GENERALES	6
2.1	UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	6
3	OBJETIVOS	7
3.1	OBJETIVO GENERAL	7
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
4	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA AÉREA CON DRON Y MEDICIONES DE GPS	7
4.1	PLANIFICACIÓN DEL PLAN DE VUELO Y DE LOS PUNTOS DE FOTOCONTROL	7
4.1.1	<i>Plan del vuelo</i>	<i>7</i>
4.1.2	<i>Puntos de fotocontrol.....</i>	<i>8</i>
4.2	INSTALACIÓN Y MEDICIÓN DE COORDENADAS GPS PRECISAS EN LOS PUNTOS DE FOTOCONTROL.....	8
4.3	LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO	9
5	METODOLOGÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS	10
5.1	PROCESAMIENTO DE DATOS DE LOS PUNTOS DE FOTOCONTROL GPS	10
5.2	PROCESAMIENTO DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS	10
6	RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	11
6.1	COORDENADAS PRECISAS DE LOS PUNTOS DE FOTOCONTROL GPS	11
6.2	FOTOGRAMETRÍA.....	11
6.2.1	<i>Modelo digital del terreno (MDT).....</i>	<i>12</i>
6.2.2	<i>Mapa de ortomosaico</i>	<i>12</i>
6.2.3	<i>Mapa de curvas de nivel.....</i>	<i>12</i>
7	CONCLUSIONES	13
8	RECOMENDACIONES	14
9	REFERENCIAS	14
	ANEXO 2: MARCO CONCEPTUAL.....	20

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1. Punto de fotocontrol CSO09. Se observa al operador y al equipo GPS rover realizando la adquisición de datos9

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Planes de vuelo para la adquisición de fotografías aéreas8
Tabla 2. Programa de ejecución de las misiones de vuelo para la adquisición de fotografías aéreas en la localidad de Coishco.10
Tabla 3. Coordenadas de los puntos de fotocontrol corregidos11

RELACIÓN DE ANEXOS

Anexo 01: Mapas

- A Ubicación, planes de vuelo y puntos de fotocontrol
- B Ortofomosaico
- C Modelo Digital del Terreno (MDT)
- D Curvas de nivel con intervalo 5 m

Anexo 02: Marco conceptual

- Fotogrametría
- Mediciones GPS en modo Post Procesamiento Cinemático (PPK)
- Puntos de control
- Ortomosaico
- Dron
- Modelo Digital del Terreno (MDT)



1 INTRODUCCIÓN

El Instituto Geofísico del Perú (IGP), en el marco de las actividades del Programa Presupuestal PP068 “Zonas geográficas con gestión de información sísmica”, viene realizando estudios de caracterización sísmica-geotécnica en las localidades de mayor exposición frente a la ocurrencia de grandes sismos en el departamento de Ancash, con la finalidad de caracterizar las propiedades físico-mecánicas y la obtención de parámetros elásticos que determinan la rigidez de los suelos. Estos resultados sirven para determinar el comportamiento dinámico de los suelos que presentarían ante la eventual ocurrencia de un sismo de gran magnitud. En este sentido, a fin de contar con información del relieve de la superficie terrestre con un alto nivel de resolución, que sirva de base para el cartografiado geológico, geomorfológico y geodinámico de la zona de estudio; se ha llevado a cabo el “Levantamiento topográfico de la ciudad de Coishco, mediante fotogrametría aérea con dron y mediciones GPS”. El área de estudio abarca una extensión de 657 ha, y se caracteriza por presentar una topografía accidentada, con elevaciones máximas y mínimas de 310 m s.n.m y 13 m s.n.m., respectivamente. Los trabajos realizados se dividieron en 3 etapas: en la primera se realizó la revisión de información de la zona de estudio (mapas, imágenes satelitales, etc) para evaluar la accesibilidad y definir la ubicación de los puntos de fotocontrol GPS y los planes de vuelo; en la segunda, se realizó el trabajo de campo, que consistió en la adquisición de 644 fotografías aéreas con dron y la medición de 11 puntos de fotocontrol GPS. Finalmente, en la tercera etapa se realizó el procesamiento de datos, la obtención de productos y la elaboración del informe técnico correspondiente. En este informe se presenta una breve descripción de los trabajos de campo, la metodología de procesamiento de datos y los productos de alta resolución obtenidos, los cuales consisten en: 01 mapa del modelo digital del terreno, 01 ortomosaico, y 01 mapa de curvas de nivel de la zona de estudio. Adicionalmente, en el Anexo 2 se incluye el marco conceptual con las principales definiciones del levantamiento fotogramétrico con dron y mediciones GPS.

2 ASPECTOS GENERALES

2.1 Ubicación y accesibilidad

El distrito de Coishco se encuentra ubicado en la provincia de Santa, departamento de Ancash, (Mapa A en Anexo 1), en las coordenadas UTM 762000 m E, 9002000 m N, a una altitud promedio de 15 m s.n.m. Este distrito abarca una superficie de

921 ha y sus límites son: por el Norte y Este con el distrito de Santa, por el Sur con el distrito de Chimbote y por el Oeste con la bahía de Coishco (Océano Pacífico). El acceso a Coishco desde Lima se realiza vía terrestre por la vía Panamericana norte (PE-1N), en un recorrido de 434 km, durante 6 h 30 minutos aprox.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Realizar el levantamiento topográfico en alta resolución del distrito de Coishco, Ancash (área 657 ha), mediante fotogrametría aérea con dron y mediciones GPS para obtener un mapa del modelo digital del terreno y curvas de nivel a escala 1:5000.

3.2 Objetivos específicos

- Obtener un modelo digital del terreno con resolución espacial de 14.5 cm/pixel
- Obtener un ortomosaico con resolución espacial de 7.27 cm/pixel.
- Obtener curvas de nivel del terreno cada 5 metros.

4 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA AÉREA CON DRON Y MEDICIONES DE GPS

La realización del levantamiento topográfico con dron y mediciones GPS del distrito de Coishco se desarrolló en tres fases, las cuales se describen a continuación:

4.1 Planificación del plan de vuelo y de los puntos de fotocontrol

4.1.1 Plan del vuelo

Para llevar a cabo la adquisición de las fotografías aéreas es necesario elaborar el plan de vuelo a fin de definir los parámetros de adquisición de las imágenes, la extensión y tiempo de vuelo del dron. Para ello se utilizó el software licenciado MapPilot. Considerando la extensión total del área de estudio (657 ha) y la configuración de la superficie del terreno (zonas de valles, llanuras y elevaciones), se dividió la zona de estudio en 03 sub-áreas o misiones (Tabla 1). Para ello se consideraron los siguientes parámetros de vuelo:



- Resolución de las fotografías: 20 megapíxeles
- Ground Simple Distance (GSD): 8.58 cm/píxel
- Traslape: 65% longitudinal y 65% transversal
- Tiempo de vuelo: no mayor a 20 minutos

Tabla 1. Planes de vuelo para la adquisición de fotografías aéreas.

Código	Área (ha)	Orientación	Coordenadas UTM	
			Este	Norte
Misión -01	195	W-E	762900	9001800
Misión -02	180	W-E	762000	9001400
Misión -03	145	W-E	761700	9002600

4.1.2 Puntos de fotocontrol

En base a información sobre la orografía y accesibilidad a la zona de estudio se establecieron 11 puntos de fotocontrol (Mapa A, en Anexo 1), considerando como mínimo 2 puntos en común por cada plan de vuelo. Para definir la ubicación de los puntos se consideró que el relieve del terreno sea llano y se encuentre despejado en un radio de 3 metros, a fin de que la marca en el suelo sea visible en las fotografías aéreas.

4.2 Instalación y medición de coordenadas GPS precisas en los puntos de fotocontrol

Con el propósito de georeferenciar las fotografías aéreas se realizó la medición de coordenadas y la señalización en 11 puntos de fotocontrol. Para la señalización se realizó la verificación in situ de la localización de los puntos, a fin de evaluar las condiciones físicas del lugar (presencia de árboles, áreas de cultivo, pendientes, construcciones, propiedad privada, etc). Luego, se procedió a señalar los puntos utilizando plantillas diana con colores en alto contraste y marcas temporales de yeso en forma de aspa de color blanco con una dimensión de 3 m de longitud y 30 cm de ancho (Figura 1).





Figura 1. Punto de fotocontrol CSO09. Se observa al operador y al equipo GPS móvil (rover) realizando la adquisición de datos

Para la adquisición de datos GPS se utilizaron receptores GPS base y móvil Trimble R8 y accesorios. La estación base fue ubicada sobre un punto con coordenadas conocidas (UTM Este: 762077.637, Norte: 9001724.878) utilizando un trípode y un bastón de 25 cm de altura, mientras que para la estación móvil se utilizó un bastón de 1.80 m de altura (Figura 1). El registro de datos en la estación base y en la estación móvil se realizó a una tasa de muestreo de 1 segundo durante 9 horas y de 1 segundo durante 10 minutos, respectivamente.

4.3 Levantamiento fotogramétrico

El levantamiento fotogramétrico se realizó utilizando un dron modelo Phantom 4 Pro y un controlador remoto con el software MapPilot. Las 03 misiones de vuelo se realizaron durante los días 3 y 4 de marzo del 2020 (Tabla 2), periodo en el que se obtuvieron un total de 644 fotografías aéreas. Todos los vuelos se realizaron a partir de las 9 hasta las 15 horas aproximadamente, ya que durante este intervalo se cuenta con mejor luz del día y vientos débiles.



Tabla 2. Programa de ejecución de las misiones de vuelo para la adquisición de fotografías aéreas en la localidad de Coishco.

Fecha	Misiones	Duración	Hora Inicio	Hora Final
03/03/2020	Misión 1	1:48:00	09:07:00 a.m.	10:55:00 p.m.
03/03/2020	Misión 2	3:07:00	11:19:00 a.m.	14:26:00 p.m.
04/03/2020	Misión 3	0:40:00	08:50:00 a.m.	09:30:00 a.m.
04/03/2020	Misión 3	0:55:00	14:45:00 a.m.	15:40:00 p.m.

5 METODOLOGÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

5.1 Procesamiento de datos de los puntos de fotocontrol GPS

Para el cálculo de la corrección de coordenadas de los puntos de fotocontrol se utilizó el software licenciado Trimble Business Center (TBC). Este software realiza el cálculo de las coordenadas Este, Norte y Elevación, mediante la determinación de líneas de base entre la estación GPS base y los puntos GPS temporales. Para ello, el software corrige el retraso de la señal producido por la tropósfera mediante el modelo Hopfield (1971), y resuelve las ambigüedades utilizando los parámetros orbitales de los satélites de las efemérides precisas del servicio internacional de GNSS (IGS) (Trimble survey división, 2012). Como resultado se obtienen las coordenadas corregidas y la precisión final de la posición para cada componente.

5.2 Procesamiento de fotografías aéreas

Las fotografías aéreas fueron procesadas en el software licenciado Pix4D en 3 etapas. En la primera se realizó la calibración automática de cámaras, que consiste en la búsqueda de puntos en común entre las fotografías. Este proceso permitió generar una nube de 829,840 puntos de enlace. En la segunda etapa se realizó la densificación de la nube de puntos, logrando generar 47.2 puntos/m². Luego, se realizó la clasificación de la nube de puntos, considerando las siguientes categorías: vegetación, edificios y terreno, posteriormente se realizó la clasificación manual para asignar una clase a los puntos que no se clasificaron correctamente. Finalmente, se realizó la creación del Modelo Digital del Terreno (MDT) y la generación de un ortomosaico. Posteriormente, a partir del MDT y haciendo uso del software libre Qgis 2.20, se generaron curvas de nivel a un intervalo de 5 m.



6 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

6.1 Coordenadas precisas de los puntos de fotocontrol GPS

Las coordenadas UTM corregidas de los puntos de fotocontrol se muestran en la Tabla 3. La precisión de los resultados obtenidos para la componente horizontal varía entre 0.3 a 0.4 cm y para la componente vertical entre 0.2 a 0.7 cm. Debido a que la estación base fue calculada respecto a una estación de referencia regional a 300 Km de distancia, su precisión es de 2.1 y 7.6 cm para las componentes horizontal y vertical, respectivamente. Sin embargo, para propósitos de este estudio estos valores son óptimos.

Tabla 3. Coordenadas de los puntos de fotocontrol corregidos

Localidad: Coishco Provincia: Santa Región: Ancash Coordenadas UTM Datum: WGS 1984 Zona: 17 (Sur)					
ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación (Metro)	Precisión Horizontal (Metro)	Precisión Vertical (Metro)
CSHO-BASE	762077.64	9001724.880	39.466	0.021	0.076
CSO01	763383.044	9002188.434	108.508	0.003	0.005
CSO02	762782.675	9001965.928	52.060	0.003	0.002
CSO03	762353.766	9002107.526	46.563	0.004	0.006
CSO04	762373.015	9001374.786	94.227	0.004	0.006
CSO06	761659.124	9000923.960	105.557	0.004	0.007
CSO07	761668.034	9001564.620	29.406	0.003	0.006
CSO08	762646.080	9003397.896	32.946	0.004	0.004
CSO09	761252.214	9003055.930	21.882	0.004	0.004
CSO10	761779.357	9002645.583	25.253	0.004	0.005
CSO12	761680.176	9002240.870	21.450	0.003	0.002

6.2 Fotogrametría

Los resultados obtenidos del procesamiento fotogramétrico para la localidad de Coishco son los siguientes:

6.2.1 Modelo digital del terreno (MDT)

Se ha obtenido un modelo digital del terreno para el distrito de Coishco con una resolución espacial de 14.5 cm/píxel que ha permitido generar un mapa a escala 1:5000 (Mapa B en Anexo 1). Este modelo contiene información de la superficie del terreno en coordenadas X, Y y Z libre de edificios y árboles. Las tonalidades que se observan en el mapa B indican las elevaciones del terreno, estas varían de azules (para elevaciones < 100 m s.n.m.) a rojizas (para elevaciones entre 170 a 308 m s.n.m.), distribuyéndose preferentemente en el sector NorOeste y Este y Sur, respectivamente.

6.2.2 Mapa de ortomosaico

Se ha generado un mapa de ortomosaico del distrito de Coishco con una resolución espacial de 7.27 cm/píxel a escala 1:5000 (Mapa C en Anexo 1), el cual permite identificar claramente: calles, viviendas, árboles, rocas de hasta 14 cm de longitud, bifurcaciones del río, muelles costeros, puentes, autos, parques, muros de piedra, reservorios de agua, entre otros. En el mapa se observan diversos tonos de color, los cuales reflejan el predominio de objetos en el área de estudio. Los colores de tonalidad ploma representan las edificaciones, las calles, canales de agua y el río Shisho; las tonalidades verdes representan las áreas de cultivo las cuales predominan hacia el norte del mapa, abarcando un área aproximada de 28 ha, y las tonalidades marrones representan las montañas costeras y caminos de trocha. Según esta clasificación en el área de estudio predominan las montañas costeras, que abarcan un área aproximada de 214 ha. Se observa también el efecto de sombra producido por árboles y construcciones, el cual es mínimo.

6.2.3 Mapa de curvas de nivel

A partir del modelo digital del terreno se ha elaborado un mapa de curvas de nivel a un intervalo de 5 metros, a escala 1:5000 (Mapa D Anexo 1). A fin de obtener curvas de nivel representativas de la superficie del terreno, las curvas fueron superpuestas sobre el ortomosaico, con la finalidad de verificar que las curvas correspondan al terreno y no a construcciones ni vegetación. Para ello, se realizó el suavizado de las curvas con el software libre Qgis, enfocado en el sector urbano y rural. Este algoritmo genera una nueva capa vectorial con los mismos objetos de



la capa de entrada, pero con un mayor número de nodos o vértices en las geometrías, cuanto mayor sea el número de iteraciones aplicado, las geometrías resultantes serán más suaves. Para el caso de la localidad de Coishco se aplicaron 3 iteraciones.

Finalmente, el mapa de curvas de nivel obtenido permite identificar claramente las montañas cerca de la costa (con elevaciones entre 60 a 308 m s.n.m.) que se distribuyen de manera cóncava de Oeste a Norte bordeando la ciudad de Coishco. Las elevaciones intermedias corresponden al centro urbano de Coishco, la cuales oscilan entre 25 a 52 ms.n.m, en esta área las curvas de nivel se encuentran separadas, lo que indica que el relieve de la zona es relativamente llano. Finalmente, las cotas bajas (13 a 22 m s.n.m.) corresponden a las zonas de playa, áreas de cultivo y márgenes del río Shisho, el cual presenta curvas de nivel sinuoides con una orientación Noreste – Suroeste.

7 CONCLUSIONES

- Se ha realizado el levantamiento topográfico en el distrito de Coishco, mediante fotogrametría con dron y mediciones GPS, lo cual ha permitido generar un mapa del modelo digital del terreno a escala 1:5000 con una resolución espacial 14.5 cm/pixel y un ortomosaico de una resolución espacial 7.27 cm/pixel.
- Estos productos tienen una mayor resolución que los productos generados por el satélite peruano PERU-SAT, cuya resolución es de 70 cm/pixel. Al obtener una mejor resolución espacial, es posible identificar una mayor cantidad de objetos en el área de estudio (estructuras rocosas, montículos de tierra en los márgenes del río, canales de agua, infraestructura, entre otros), con lo cual es posible realizar un análisis detallado del terreno.
- Se ha elaborado un mapa de curvas de nivel del terreno con intervalo de 5 metros a escala 1:5000. Los resultados muestran que la ciudad de Coishco presenta elevaciones máximas hacia el Este de la ciudad, un relieve relativamente llano hacia el NorOeste y depresiones que remarcan los márgenes del río Shisho ubicado al Norte de la ciudad.



8 RECOMENDACIONES

- Antes de realizar el vuelo se recomienda realizar la verificación de las condiciones meteorológicas de la zona de estudio y el índice geomagnético (kp), este índice se calcula a partir de las variaciones del campo magnético. La verificación del índice geomagnético se realiza mediante la aplicación Solar Activity (<https://www.spaceweatherlive.com/>).
- Evitar volar el dron en áreas de concentraciones de personas, en condiciones nocturnas y a menos de 4 km de un aeródromo.

9 REFERENCIAS

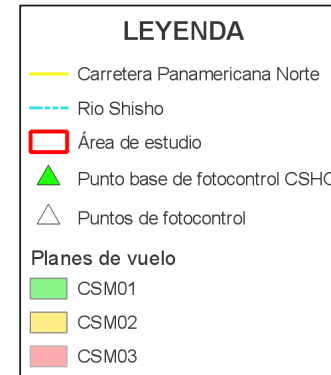
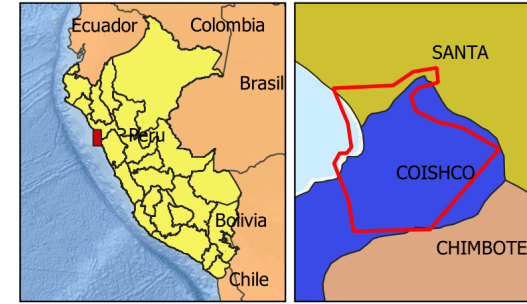
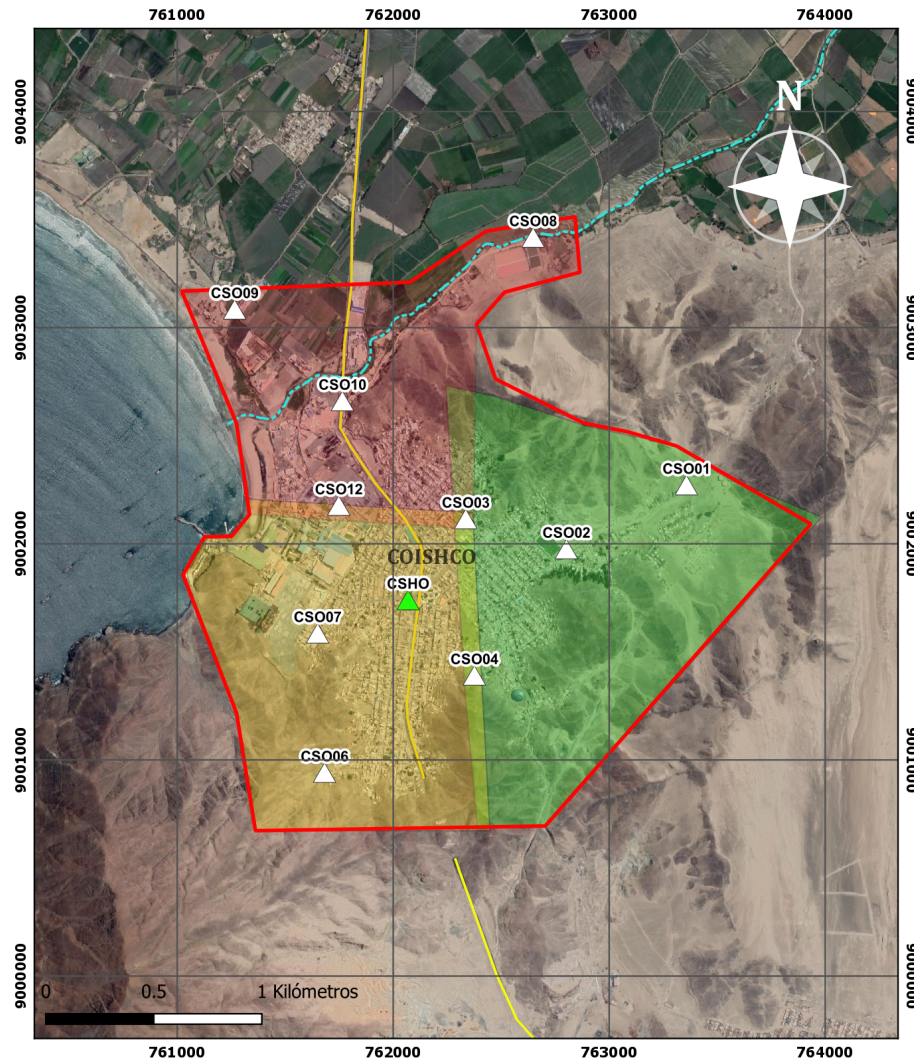
- Doyle, F. (1978). Digital Terrain Models: An Overview*. Photogrammetric engineering and remote sensing, 44, 1481–1485. Recuperado de https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1978journal/dec/1978_dec_1481-1485.pdf
- Hoffmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2001). Global Positioning System: Theory and Practice. Viena, New York: Springer Vienna.
- Hopfield, H. S. (1971). Tropospheric Effect on Electromagnetically Measured Range: Prediction from Surface Weather Data. Radio Science, 6(3), 357–367. <https://doi.org/10.1029/rs006i003p00357>
- Luo, X. (2013). GPS Stochastic Modelling. Springer Theses, . <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34836-5>
- PIX4D. (2017, 14 diciembre). Offline Getting Started and Manual (pdf). Recuperado 12 diciembre, 2019, de <https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/204272989-Offline-Getting-Started-and-Manual-pdf>
- RAE. (2019). Dron. Recuperado 6 noviembre, 2019, de <https://dle.rae.es/?id=ED2QqnQ>
- Trimble survey division. (2012, noviembre). Trimble HD-GNSS processing. Recuperado 12 diciembre, 2019, de <https://community.trimble.com/docs/DOC-1923>.
- Us Army Corps Of Engineers. (2002). Engineering and Design: Photogrammetric Mapping (Engineer Manual EM 1110-1-1000). Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=PtLTkwEACAAJ>
- USGS. (2014). Ground Control Points. Recuperado 12 noviembre, 2019, de <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/ground-control-points>




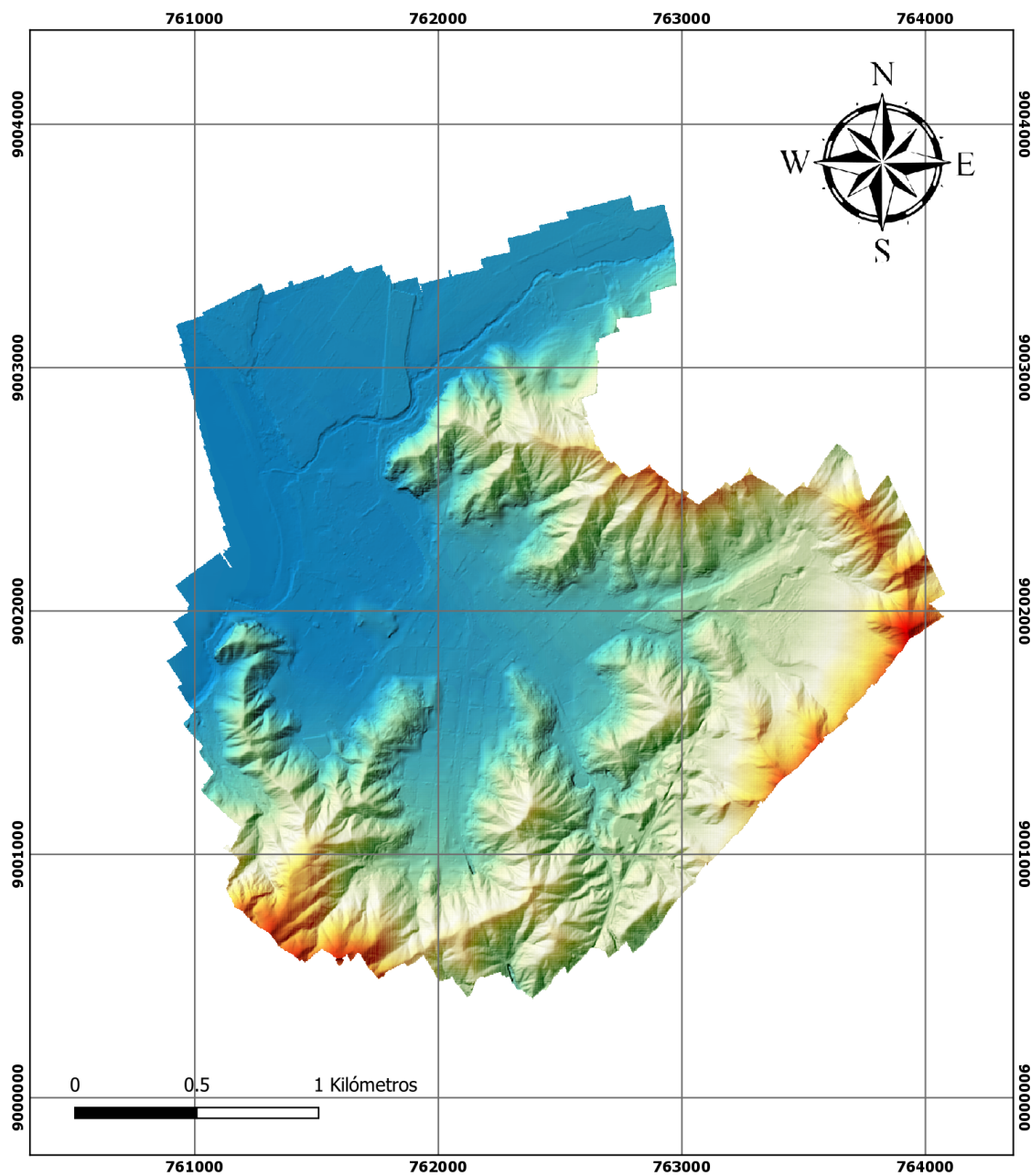
ANEXOS



ANEXO 1



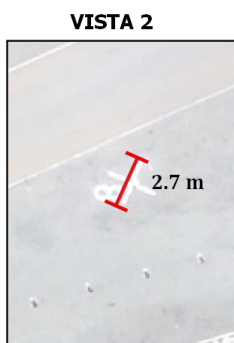
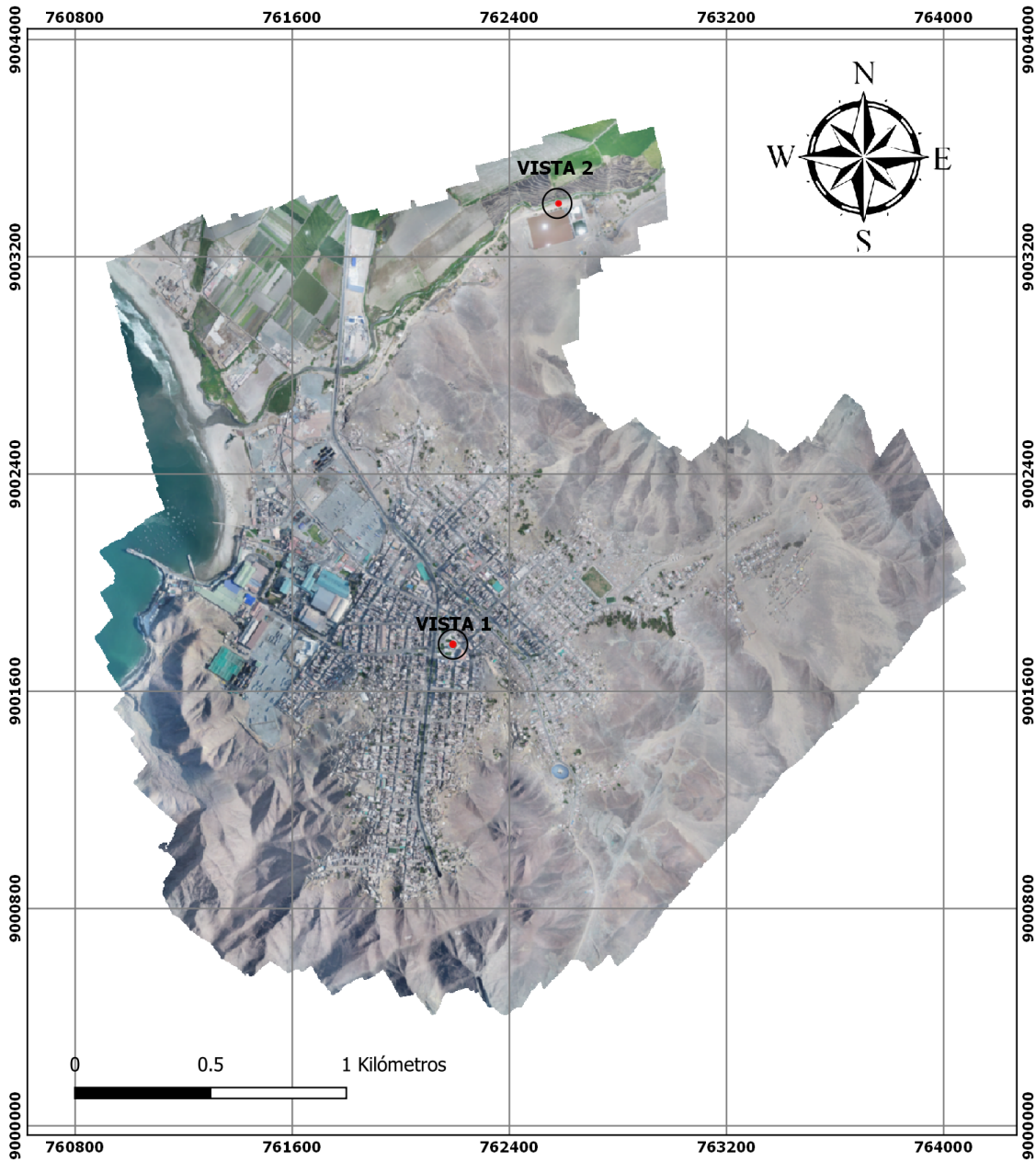
 INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ	
SUBDIRECCIÓN DE CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA	
PROGRAMA PRESUPUESTAL POR RESULTADOS PPR068 Zonas Geográficas con gestión de Información Sísmica	
Generación de Estudios Territoriales de Peligro	Zonificación sísmica - geotécnica Ciudad Coishco - Ancash
MAPA DE UBICACIÓN, PLANES DE VUELO Y PUNTOS DE FOTOCONTROL	
Responsable del proyecto: Hernando Tavera	
Ejecución del estudio: Juan Carlos Villegas Lanza	
Elaborado por: Keiko Moroccoire/ Mijaell Berduzco	
Escala: 1/25,000	
A	
Datum: WGS84	Año: 2020
Proyección: UTMZona 17S	



Leyenda	
Elevación m s. n. m.	
	50
	100
	150
	200
	250
	300

	INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ SU BDIRECCIÓN DE CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA	
	PROGRAMA PRESUPUESTAL POR RESULTADOS PPR068 Zonas Geográficas con gestión de Información Sísmica	
Generación de Estudios Territoriales de Peligro	Zonificación sísmica - geotécnica Ciudad Coishco - Ancash	
MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)		
Responsable del proyecto: Hernando Tavera	Ejecución del estudio: Juan Carlos Villegas Lanza	
Elaborado por: Keiko Moroccoire/ Mijaell Berduzco	Escala: 1/5,000	Mapa: B
Datum: WGS84 Proyección: UTMZona 17S	Año: 2020	

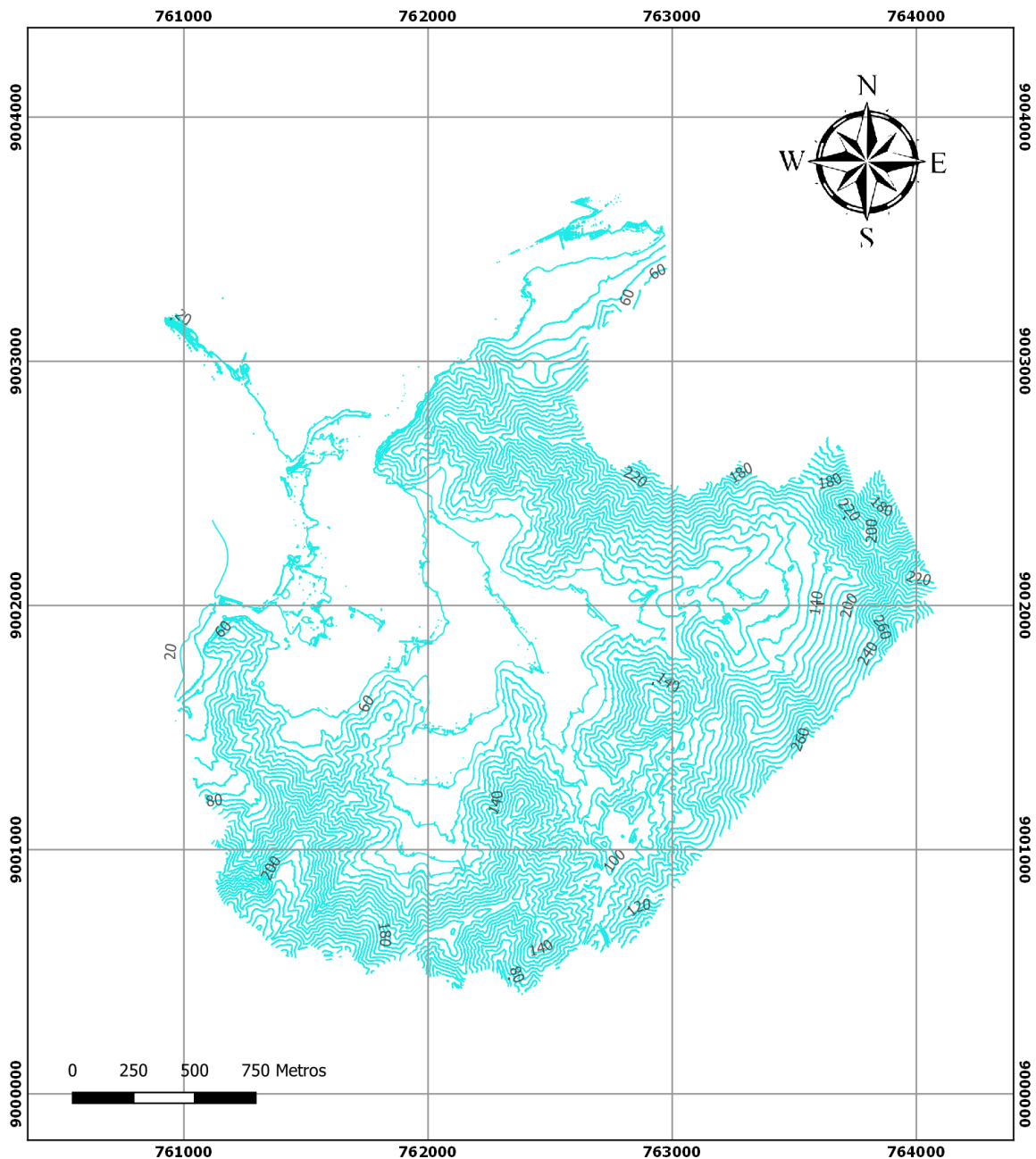
Levantamiento topográfico mediante fotogrametría aérea con dron y mediciones de GPS en la localidad de Coishco




	INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ SUBDIRECCIÓN DE CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA	
	PROGRAMA PRESUPUESTAL POR RESULTADOS PPR068 Zonas Geográficas con gestión de Información Sísmica	
Generación de Estudios Territoriales de Peligro	Zonificación sísmica - geotécnica Ciudad Coishco - Ancash	
ORTOMOSAICO		
Responsable del proyecto: Hernando Tavera		Ejecución del estudio: Juan Carlos Villegas Lanza
Elaborado por: Keiko Moroccoire/ Mijaell Berduzco		Mapa: C
Datum: WGS84 Proyección: UTMZona 17S	Año: 2020	Escala: 1/5000



Levantamiento topográfico mediante fotogrametría aérea con dron y mediciones de GPS en la localidad de Coishco



 INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ SUBDIRECCIÓN DE CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA		
PROGRAMA PRESUPUESTAL POR RESULTADOS PPR068 Zonas Geográficas con gestión de Información Sísmica		
Generación de Estudios Territoriales de Peligro	Zonificación sísmica - geotécnica Ciudad Coishco - Ancash	
CURVAS DE NIVEL CON INTERVALO 5m		
Responsable del proyecto: Hernando Tavera	Ejecución del estudio: Juan Carlos Villegas Lanza	
Elaborado por: Keiko Moroccoire/ Mijaell Berduzco	Escala: 1/5.000	Mapa: D
Datum: WGS84 Proyección: UTMZona 17S		

ANEXO 2:

MARCO CONCEPTUAL

Fotogrametría

La fotogrametría se define como la disciplina que permite determinar las características cuantitativas y cualitativas de objetos y superficies mediante el análisis de fotografías. Las características cualitativas como la forma, el patrón, el tono y la textura de la zona en estudio, se determinan a partir de la observación de las fotografías; mientras que las características cuantitativas como el tamaño, la orientación y la posición de los objetos, se determinan con mediciones en las fotografías (Us Army Corps Of Engineers, 2002). El principio fundamental de la fotogrametría es la triangulación, al obtener como mínimo dos fotografías continuas de la zona de interés se generan puntos en común, que son identificados y sirven para generar una nube de puntos a partir del cual se realiza la representación del terreno en un sistema de coordenadas X, Y y Z (PIX4D, 2017).

Mediciones GPS en modo Post Procesamiento Cinemático (PPK)

Este método emplea una estación GPS base y una o más estaciones móviles (rover), donde la estación móvil realiza mediciones GPS en diversos puntos dentro del área de estudio. La precisión de los resultados obtenidos en esta metodología es de 5 mm en las componentes horizontales y 5 mm en la componente vertical, sin embargo, la precisión varía en función de la distancia entre la estación GPS base y las estaciones móviles siendo mayor cuando la distancia entre ambos es inferior a 20km (Luo, 2013). El levantamiento en modo post-proceso cinemático se inicia cuando ambas estaciones (base y móvil) permanecen estáticas durante un periodo (típicamente 8 min) suficiente como para resolver las ambigüedades entre la señal emitida por los satélites y la generada en los receptores (Hoffman-Wellenhof et al., 2001). Finalizado este proceso, la estación móvil puede moverse de manera independiente y registrar posiciones. Posteriormente, la corrección de los datos GPS se realiza en gabinete.

Puntos de control

Un punto de control es un lugar físico en la tierra del cual se conoce su posición en un sistema de coordenadas (USGS, 2014); estos puntos deben ser visibles en las fotografías aéreas ya que permiten georreferenciar la zona de estudio. Por ejemplo, se puede utilizar como punto de fotocontrol: plantillas diana; marcas con pintura, yeso, y detalles de construcciones.

Ortomosaico

Es una fotografía aérea compuesta por el conjunto de fotografías adquiridas en campo, las cuales se unen por un proceso fotogramétrico y se corrigen y escalan con un software de procesamiento fotogramétrico (Por ej.: PIX4D, Agisoft, etc).

Dron

También llamado Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV), es una aeronave que tiene la habilidad de volar sin piloto a bordo controlada por ondas de radio mediante un control remoto localizado en tierra (RAE, 2019). El dron está equipado con accesorios tales como: cámara, luces led, baterías, hélices, protectores, entre otros; los cuales permiten realizar la adquisición de fotografías aéreas de la zona de estudio.

Modelo Digital del Terreno (MDT)

Se define como un conjunto de datos que representan la distribución espacial de las características físicas del terreno, tales como elevación, morfología, entre otros. Este modelo es una representación de la topografía constituido por una nube de puntos proyectados en un sistema de coordenadas X, Y y Z (Doyle, 1978).

