

# Análisis de GSD para la generación de cartografía utilizando la tecnología drone, huaca de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

GSD Analysis for generating cartography using drone technology, Huaca of San Marcos University

Omar C. Quispe E.<sup>1</sup>

RECIBIDO: 14/09/2015 - APROBADO: 22/12/2015

---

## RESUMEN

En el presente artículo, de forma experimental y mediante el parámetro Ground Sample Distance (GSD), se analiza la relación entre la altura de vuelo del drone y la identificación de objetos para la generación de cartografía.

Se realizaron vuelos programados a distintas alturas, respecto al nivel de despegue y considerando la altura de la huaca de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, empleando un drone multirrotor, lo que generó ortofotos con distinto GSD y permitió concluir el potencial uso del drone para la generación de cartografía a gran escala.

**Palabras clave:** Drone, GSD, ortofoto y cartografía.

## ABSTRACT

This article will experiment with ground sample distance (GSD) to analyze the relationship between the height of drone flights and the identification of objects for generating cartography.

Flights were scheduled at different heights relative to the level of take-off and compared with the height of the Huaca of San Marcos University. A multicopter drone was used to generate orthophotos with different GSD to analyze the potential use of drone for the generation of large-scale mapping.

**Keywords :** Drone, GSD, orthophoto and cartography.

---

<sup>1</sup> Egresado de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.  
E-mail:omarcqe@hotmail.com

## I. INTRODUCCIÓN

La utilización del drone en fotogrametría es una tecnología cada vez más asequible. Puede ser empleado para la actualización, estudio, monitoreo, inspección u otra actividad en áreas puntuales y concretas. Con la metodología adecuada, se pueden obtener ortofotos y modelos digitales de elevación (MDE) con una resolución espacial antes no disponible, superior a imágenes de satélite.

El correcto uso profesional de esta tecnología implica el conocimiento del drone, tipo de sensor, el Global Position System (GPS) y el sistema de comunicación del drone al piloto.

## II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1. Drones

Existen gran variedad y modelos de drones, en donde los más comerciales pueden ser catalogados como los multirrotores o modelos tipo ala fija (Figura N° 1). La ventaja de uno respecto a otro depende mucho de la finalidad, zona de despegue y aterrizaje, área a sobrevolar y productos que se requieran obtener, respetando los niveles de seguridad, maniobrabilidad de vuelo en modo autónomo, monitorizado, supervisado o preprogramado.

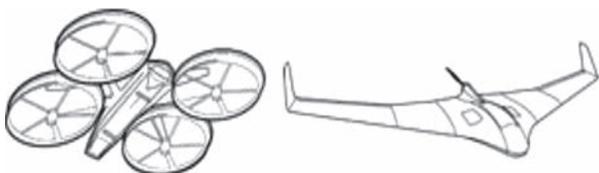


Figura N° 1. A la izquierda, modelo drone tipo multirrotor. A la derecha, modelo drone tipo ala fija.

### 2.2. GPS - drone

La conexión del controlador de vuelo con el GPS es de vital importancia en todas las fases de vuelo, tanto en la orientación del drone como en el posicionamiento GPS de la cámara fotográfica durante la captura de la imagen aérea.

Verificar la lectura de los satélites por parte del drone permitirá evitar accidentes en el despegue, vuelo o aterrizaje del drone. Todo piloto mediante el uso de este sistema debe tener en cuenta la posición del drone al igual que la visibilidad.

### 2.3. Estabilizador y cámara

La utilización del sensor en la cámara del drone permite la captura de información ráster, desde la altura programada o dirigida. Los tipos de sensor varían dependiendo del tamaño y capacidad de carga del drone, en donde, dependiendo de la necesidad, se obtiene un sensor apropiado tomando en cuenta la distancia focal y cantidad de píxeles que puede capturar dicho sensor.

El uso de estabilizadores permite absorber la vibración y estabiliza la posición del sensor, producto del movimiento del drone en la fase de vuelo. En el caso del drone Phantom 2 se tiene el Gimbal.

### 2.4. Comunicación drone - piloto

La comunicación drone – piloto es vital para el control del vuelo. El avance de la tecnología siempre contribuye a automatizar las tareas encomendadas; sin embargo, en el vuelo de drone, a pesar de existir dicha opción, es recomendable saber y orientar al drone de forma manual o semiautomática, para evitar cualquier tipo de accidente. Saber su posición o estado de la batería es una información mínima que se debería obtener a través de estos sistemas de comunicación a larga y corta distancia, por eso se recomienda tener una vista directa del drone (Figura N° 2).



Figura N° 2. Comunicación drone piloto.

### 2.5. Ortofoto y cartografía

La proyección ortogonal de los objetos en la imagen es conseguida con la ortofoto, producto que es muy requerido por la cartografía para obtener ortofotomapas (Nunes et al., 2007).



Figura N° 3. Universidad Nacional Mayor de San Marcos y el área de estudio: la huaca.

## III. MÉTODO Y MATERIALES

### 3.1. Área de estudio

El área de estudio corresponde a la huaca de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, presentando como referencia las coordenadas del sobrevuelo  $12^{\circ} 3'36.18''S$  y  $77^{\circ} 5'11.06''O$ , con una extensión aproximada de 8 ha, la altura referencial de la huaca es de 15 metros respecto al área de despegue ubicado en la parte descampada, aledaña a la huaca.

Para realizar la captura de imágenes aéreas correspondientes a los cuatro vuelos con el drone, se procedió a localizar el área de estudio en el software Ground Station y realizar el planeamiento de vuelo (Figura N° 3 y Figura N° 4).

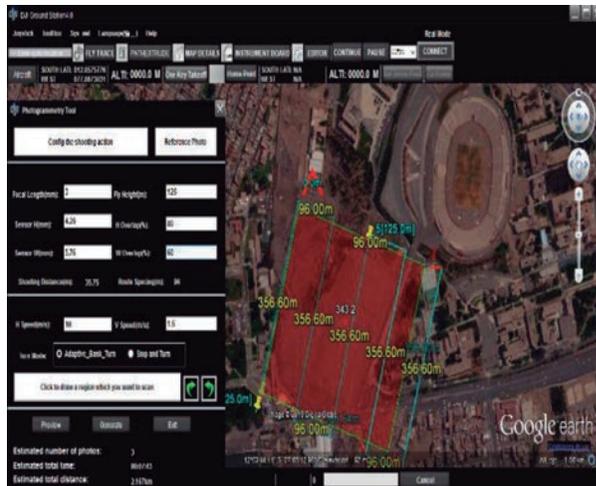


Figura N° 4. Se aprecia la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y el área de estudio: la huaca.

**3.2. Adquisición de datos**

La adquisición de información se realiza con cuatro vuelos programados en el área de estudio establecida, el mismo día y en condiciones meteorológicas similares. El equipo empleado es el Drone Phantom 2 v2, que es el equipo de vuelo, la cámara hero4 v4, distancia focal de 3 mm con una resolución de 5 MP.

Se planificaron vuelos uniformes con alturas de 50 m, 75 m, 100 m y 125 m respecto a la posición de despegue, lo que permitió realizar un adecuado análisis entre el nivel de resolución espacial y elementos detectables para cartografía digital y/o analógica (Figuras N° 8, 9, 10 y 11).

**3.3. Tratamiento de la información**

Los vuelos programados permitieron obtener la imagen aérea y su coordenada aproximada del centro de perspectiva de la fotografía (Figura N° 5).

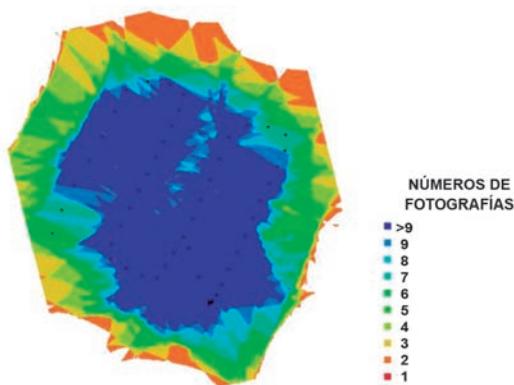


Figura N° 5. Representación del número de fotografías para la construcción del modelo digital.

Las coordenadas aproximadas indican que, a pesar de programarse una línea de vuelo y altura definida, debido a las condiciones meteorológicas y la imprecisión del GPS navegador, falta uniformidad en la altura y líneas de vuelo con este multirroto, sin embargo no indica que esta información no sea de gran utilidad.

Utilizando el software de Agisoft PhotoScan para su post-proceso, se obtuvo ortofotos con distinto nivel de resolución espacial (Figura N° 6 y 7).

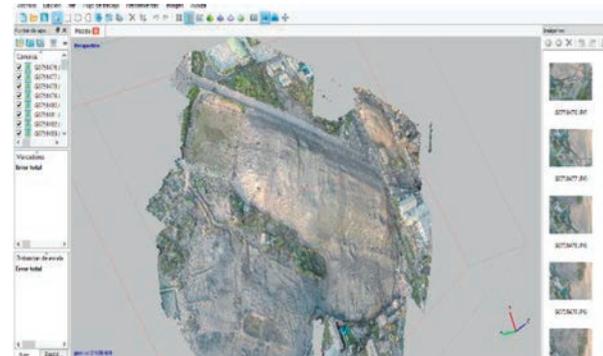


Figura N° 6. Proceso en el software Agisoft photoscan.

Cabe mencionar que el software inicia el proceso de ajuste a partir de coordenadas aproximadas del centro de perspectiva.

La opción a utilizar de los 5 MP que presenta la cámara, con píxeles distribuidos horizontal y vertical 2620x1920, permitió obtener la información adjunta en la Tabla N° 1.

El parámetro de análisis Ground Sample Distance (GSD) indica el tamaño aproximado que representa un píxel en el terreno; por ende, los objetos no son identificables con un solo píxel. La identificación se obtiene de una agrupación de píxeles.

Se analizan los distintos GSD en la identificación de objetos, percibidos en la entrada de la huaca. Tabla N° 2 (Figuras N° 12 ,13, 14 y 15).



Figura N° 7. Ortofoto procesado con el software Agisoft photoscan, vuelo programado de 125 m y con una resolución espacial de 7.6 cm.

**Tabla N° 1.** Adquisición de importación

Altura de vuelo	Imágenes obtenidas con drone y la cámara GoPro Hero 4
125 m	 <p data-bbox="847 693 940 724">Figura N.º 8</p>
100 m	 <p data-bbox="847 1042 940 1073">Figura N.º 9</p>
75 m	 <p data-bbox="838 1403 949 1435">Figura N.º 10</p>
50 m	 <p data-bbox="843 1736 944 1767">Figura N.º 11</p>

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla N° 2. Comparación entre las alturas de vuelo y los GSD aproximados

ALTURA DE VUELO	RECORTE DE LA IMAGEN ORTORRECTIFICADA	GSD	ESCALA	ESTÁNDARES CARTOGRÁFICOS
125 m	 <p>Figura N° 12</p>	0.076 m	1:1000	IGN <sup>2</sup> . GSD adecuado para la cartografía 1:1000
100 m	 <p>Figura N° 13</p>	0.056 m	1:750	Escala propuesta por el autor, según el reconocimiento de objetos a dicha escala
75 m	 <p>Figura N° 14</p>	0.048 m	1:500	Estándares cartográficos aplicados al catastro SNCP <sup>3</sup> . GSD adecuado para la cartografía 1:500
50 m	 <p>Figura N° 15</p>	0.028 m	1:250	Escala propuesta por el autor, según el reconocimiento de objetos a dicha escala

Fuente: Elaboración propia

<sup>2</sup> Instituto Geográfico Nacional. Especificaciones técnicas para el levantamiento fotogramétrico. Mayo 2011.

<sup>3</sup> Sistema Nacional Integrado de Información Catastral - Perú. Estándares Cartográficos Aplicados al Catastro. Metodología en la obtención de cartografía y ortofoto a partir de vuelos fotogramétricos.

#### IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Según el Instituto Nacional de Geografía y Medio Ambiente de México, en su compendio de especificaciones técnicas de imágenes ortorrectificadas, indica que imágenes con GSD de 7.5 cm son adecuadas para escalas 1:500 y 15 cm para escala de 1:1000.

La normativa técnica para la cartografía base de 1:1000, establecida por el Instituto Geográfico Nacional – Perú, menciona que las condiciones del vuelo fotogramétrico deben presentar un GSD  $0.1m \pm 10\%$ , por ende, al estar dentro de este rango, la ortofoto con dron se puede utilizar como referente de actualización a dicha escala, analizando el nivel de resolución espacial.

Los estándares cartográficos aplicados por el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral - Perú (SNCP) indica que el nivel de resolución de las ortofotos deben aplicarse con los siguientes rangos, con un GSD de 9 cm se puede establecer una cartografía de 1:1000 y con un GSD de 6 cm cartografía 1:500, por ende, es un referente para el empleo de drones para la generación de cartografía, pero debe verificarse el análisis de precisión pertinente en el uso de esta tecnología.

#### V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al GSD de las ortofotos obtenidas con el dron Phantom 2 v2, con la cámara GoPro Hero4, según el cuadro (Tabla N° 2), se puede elaborar productos cartográficos a escalas 1:1000, 1:750, 1:50 y 1:250.
2. La utilización de tecnología dron posibilita obtener ortofoto actualizada y con rapidez.
3. Con el MDE obtenido en el proceso fotogramétrico se pueden generar curvas de nivel topográficas.

#### VI. AGRADECIMIENTOS

A la empresa Yaluz Ingeniería y Comercio S.A.C., por permitirme realizar el uso de su dron para la generación de las ortofotos, y al Ing. Rolando Yarihuamán Aguilar por el apoyo en la elaboración de la estructura del presente artículo.

#### VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IGN (Instituto Geográfico Nacional, PE). (Mayo de 2011). Especificaciones técnicas para la elaboración de cartografía básica escala 1:1000.
2. Inegi (Instituto Nacional de Geografía y Estadística, MX). (Marzo de 2010). Compendio de criterios y especificaciones técnicas para la generación de datos e información de carácter fundamental. Imágenes digitales ortorrectificadas fotogramétricamente.
3. Nunes Brito, J., & Coelho, L. (2007). Fotogrametría digital. Rio de Janeiro: EdUERJ. Revisado en mayo de 2015, de [http://www.efoto.eng.uerj.br/images/Documentos/fotogrametria\\_digital\\_revisado.pdf](http://www.efoto.eng.uerj.br/images/Documentos/fotogrametria_digital_revisado.pdf).
4. SNCP (Sistema Nacional Integrado de Información Catastral, PE). (s.f.). <http://www.sncp.gob.pe/>. Revisado en Junio de 2015, de [http://www.sncp.gob.pe/pdf/MARCO%20JURIDICO/formatos%20series%20catastrales/Estandares\\_Cartograficos\\_Aplicados\\_Catastro.pdf](http://www.sncp.gob.pe/pdf/MARCO%20JURIDICO/formatos%20series%20catastrales/Estandares_Cartograficos_Aplicados_Catastro.pdf)(Footnotes) 1 Instituto Geográfico Nacional. Especificaciones técnicas para levantamiento fotogramétrico. Mayo 2011. 2 Sistema Nacional Integrado de Información Catastral - Perú. Estándares Cartográficos Aplicados al Catastro. Metodología en la obtención de Cartografía y Ortofotografía a partir de Vuelos Fotogramétricos.