

# *Software* y métodos ópticos para la construcción de perfiles de análisis granulométricos de depósitos de materiales clásticos

## Optical methods and software for the construction of granulometric analysis profiles of deposits of clastic materials

Melanie Amores<sup>1</sup>; Dialis Aguilar<sup>1</sup>; Jony Chung<sup>1</sup>; María González<sup>1</sup>; Ariel Peña<sup>1</sup>;

Iván Pimentel & Alexis Tejedor De León<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura en Ingeniería Civil – Centro Regional de Veraguas – Universidad Tecnológica de Panamá

<sup>2</sup>Departamento de Materiales y Metalurgia – Facultad de Ingeniería Mecánica – Centro Regional de Veraguas – Universidad Tecnológica de Panamá

65

**Resumen** Este proyecto corresponde a la materia de Geología, de la Licenciatura en Ingeniería Civil. En este proyecto se muestra cómo realizar análisis granulométricos de depósitos de materiales clásticos, depositados de forma natural, aplicando métodos tecnológicos alternativos. En este proyecto se utilizó *software* e imágenes fotográficas. Para este proyecto se seleccionó una elevación ubicada en el distrito de Santiago, con coordenadas 8°05'39.23"N; 80°57'05.84"O; elevación de 101msnm, provechando la exposición de materiales clásticos, los cuales fueron fotografiados utilizando para ello un dron. Para la determinación de la escala de la fotografía, se posicionó un objeto de dimensión conocida, una vez la imagen impresa se procedió a determinar su escala. Terminada la captura de las imágenes, las mejores de ellas fueron transportadas al *software* (AUTO-CAD 2016), y se analizó clasto por clasto para determinar su diámetro equivalente. El segmento estudiado tiene un perímetro total de 25.86 m y un área de 164.12 m<sup>2</sup>.

**Palabras claves** Clastos, dron, fotografía, granulometría, *Software* AUTO-CAD.

**Abstract** This project corresponds to the subject of Geology, of the Degree in Civil Engineering. This project shows how to perform granulometric analysis of deposits of clastic materials, deposits naturally, applying alternative technological methods. In this project software and photographic images were used. First of all we selected a localized elevation in the district of Santiago, with coordinates 8°05'39.23"N; 80°57'05.84"O; elevation de 101masl taking advantage of the exhibition of clastic materials, which were photographed using a drone. To determine the scale of the photograph, an object of known dimension was positioned; once the image is printed we proceed to determine its scale. After the images were captured, the best of them were transported to the software (AUTO-CAD 2016), we proceeded to analyze The clastic materials to determine its equivalent diameter. The segment studied has a total perimeter of 25.86 m and an area of 164.12 m<sup>2</sup>.

**Keywords** Clasts, drone, photogrammetry, granulometry, software AUTO-CAD.

\* Corresponding author: alexis.tejedor@utp.ac.pa

## 1. Introducción

No cabe duda que en el campo de la geología las tecnologías tienen su aporte con la diversidad de aplicaciones y herramientas que vienen a facilitar el trabajo de campo [1].

Con los equipos adecuados, las diferentes pruebas aplicables a los materiales clásticos [2] pueden realizarse sin mayores contratiempos, teniendo en cuenta que con los métodos ópticos [3] se facilita enormemente el trabajo de campo realizado.

Para la utilización de los métodos ópticos de análisis se necesitan *software* para digitalizar los datos levantados en campo, como el AutoCAD que es un *software* de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D.

Es un *software* reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D [4].

Para la captura de imágenes y métodos ópticos, los VAN (Vehículos Aéreos No Tripulados) mejor conocidos como drones son los más efectivos [5].

Estos dispositivos portátiles, se han convertido, en los últimos años, en unas herramientas de obtención de información muy útil y eficaz que ahorra tiempo, reduce los costes y genera resultados muy satisfactorios [5].

Los usos de un dron en geología pueden ser muy variados, entre esos esta la sustitución de la foto aérea que permite obtener imágenes tridimensionales mediante técnicas estereoscópicas [6].

Nuestro proyecto consiste en la utilización de la fotogrametría (herramienta básica para elaborar análisis geográficos y geológicos), que permite medir sobre fotografías. Con ello se puede determinar las propiedades geométricas de los objetos y las ubicaciones espaciales a partir de imágenes fotográficas, es decir, información bidimensional.

Se pretende clasificar los clastos por características sencillas como tonos o colores.

Para segmentar estas imágenes sería necesario, no obstante, basarse en características más complejas como textura, sombras y relieve, que la mayoría de los programas comerciales de análisis de imágenes no manejan.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

El área de estudio seleccionada para la realización del proyecto fue una elevación denudada por maquinarias para la nivelación del terreno. Esta elevación está ubicada en la Carretera Panamericana, ubicado frente a Santiago Mall de la Ciudad de Santiago de Veraguas; con coordenadas  $8^{\circ}05'39.23''N$ ;  $80^{\circ}57'05.84''O$ ; elevación de 101msnm. En la figura 1 se presenta una vista aérea de la región de estudio.



**Figura 1.** Imagen aérea de la región de estudio. Imagen de Google Earth®.

### 2.2 Materiales

Para obtener la muestra fotográfica de los depósitos clásticos utilizamos un dron DJI Phantom 3, una imagen se presenta en la figura 2.

Las fotografías tomadas fueron exportadas para procesarlas con la ayuda del *software* AutoCAD® 2016.



**Figura 2.** Imagen del dron DJI Phantom 3 utilizado en el estudio.

### 2.3 Obtención de imágenes

En la captura de las imágenes a procesarse y

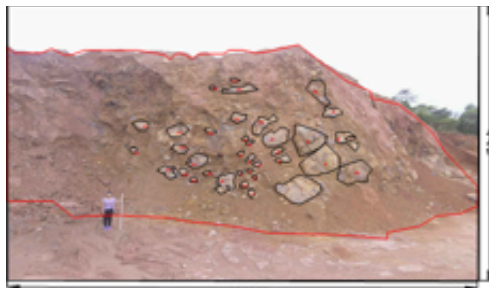
para el desarrollo del proyecto se seleccionó una región en donde se pudieran evidenciar materiales clásticos expuestos en la superficie, sin necesidad de realizar excavaciones. Como se mencionó el área seleccionada, está ubicado en el Distrito de Santiago y las imágenes fueron captadas con la utilización de un dron. En la figura 3 se muestran imágenes tanto del depósito como del dron en los trabajos de captura de imágenes.



**Figura 3.** Imágenes del depósito de materiales clásticos y del dron en la captura ortogonal de imágenes.

**2.4 Procedimientos de imágenes**

Las imágenes fotográficas fueron captadas con la ayuda de un dron y las mejores imágenes obtenidas fueron exportadas al *software* AutoCAD® 2016 para la determinación de las grandezas físicas requeridas. Antes de eso, fue necesario determinar las escalas de las fotografías captadas. Es necesario aclarar que en el lugar a fotografiarse se tenía una longitud de referencia conocida (1.56 m), esto para facilitar la determinación de la escala de la fotografía. (ver figura 4). Para la determinación de la escala de la fotografía, se procedió a la impresión de la misma.



**Figura 4.** Impresión de fotografía para la determinación de la escala. Obsérvese el tubo de longitud conocida como referencia.

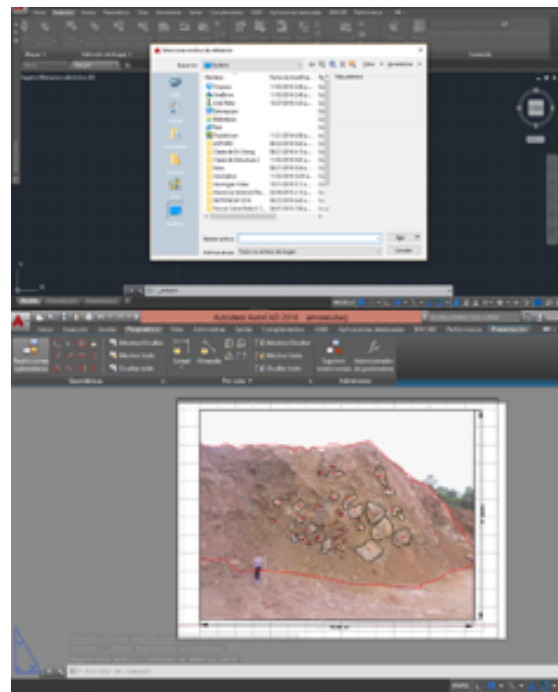
**3. Resultados y discusión**

**3.1 Escala de la fotografía**

Para obtener la escala de la fotografía se imprimió la imagen, se midió con una regla el tubo y se obtuvo una medida de 2.4 cm y sabiendo que la altura del objeto fue de 1.56 m, con una regla de tres se obtiene la escala. La escala obtenida en papel fue de 1: 0.65 m. Esta se tuvo que transformar a mm para poder trabajar en AutoCAD® 2016.

**3.2 Exportación de la fotografía al *software***

Una vez conocida la escala de la fotografía, se procedió a su exportación de forma digital al *software* AutoCAD® 2016 como se puede apreciar en la figura 5.



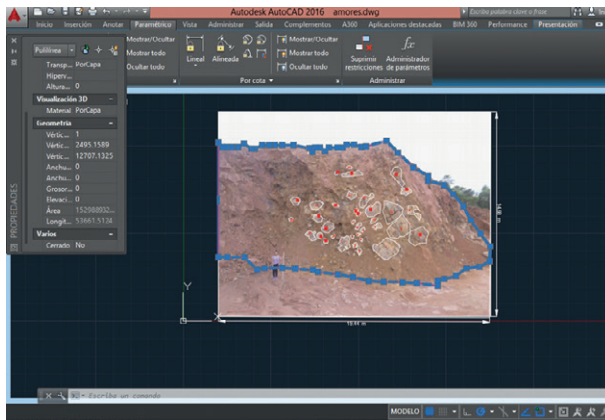
**Figura 5.** Imagen con los clastos expuestos exportada a AutoCad® 2016.

**3.3 Delimitación del área de estudio e identificación de los clastos**

Al importar la imagen al *software* se seleccionó toda la imagen con la opción de poli línea y se introdujo el valor de la escala, anteriormente determinada, con la intención de

medir la superficie desnuda del terreno o del tamaño de los clastos expuestos (ver figura 6).

También se determinó la posición de cada clasto en el terreno, en términos de una distancia horizontal de referencia y la altura o distancia vertical en que el mismo estaba posicionado en el terreno.



**Figura 6.** Identificación de la zona de estudio en imagen con los clastos expuestos exportada a AutoCad® 2016.

**Tabla 1.** Identificación y ubicación del material clástico

Clasto	Ø, m	A, m <sup>2</sup>	X, m	Y, m
1	0.87	0.59	6.5	3.9
2	0.35	0.096	7.4	4.0
3	0.35	0.097	7.6	3.5
4	1.53	1.85	9.1	3.6
5	1.51	1.79	10.0	4.8
6	0.06	0.0033	7.7	4.2
7	0.07	0.004	7.2	4.3
8	0.07	0.004	7.5	4.4
9	0.09	0.007	7.8	4.7
10	0.36	0.1	7.3	4.8
11	0.08	0.005	6.9	5.1
12	0.46	0.17	8.4	4.9
13	1.4	1.54	9.4	5.6
14	1	0.79	13.0	8.0
15	0.39	0.12	8.4	5.7
16	0.27	0.057	7.3	5.4
17	0.24	0.046	7.2	5.5
18	0.76	0.45	11.7	5.8
19	0.6	0.28	10	6.3
20	0.81	0.52	7.8	6.1
21	0.57	0.26	6.5	6.3
22	0.95	0.71	9.9	8.1
23	0.81	0.52	6.5	9.5
24	0.69	0.37	6.5	8.8
25	0.24	0.045	7.9	8.7
26	0.32	0.08	5.2	6.0
27	0.74	0.43	3.8	6.1
28	0.55	0.24	3.9	4.2
29	0.78	0.48	4.1	3.6
30	0.36	0.1	3.6	3.4
31	0.63	0.31	3.3	3.3
32	0.29	0.067	2.5	3.8
33	0.26	0.0044	4.03	6.01
34	0.29	0.052	3.7	2.2
35	0.028	0.068	3.1	2.1
36	1.23	1.2	8.1	5.6

En la gráfica en cuestión, se puede observar que los gráficos de mayor tamaño, es decir lo de mayor superficie se ubican más hacia la izquierda de la imagen, mientras que los clastos de menor tamaño se diseminan a lo largo de la sección derecha de la zona de estudio. Lo

**3.4 Identificación de los materiales clásticos**

Las rocas clásticas, también se conocen como rocas detríticas, mecánicas o fragmentadas y son un tipo de roca sedimentar, formado por fragmentos o pedazos llamados de clastos. Cuando una acumulación de clastos se encuentra consolidado, se acostumbra llamar de depósito.

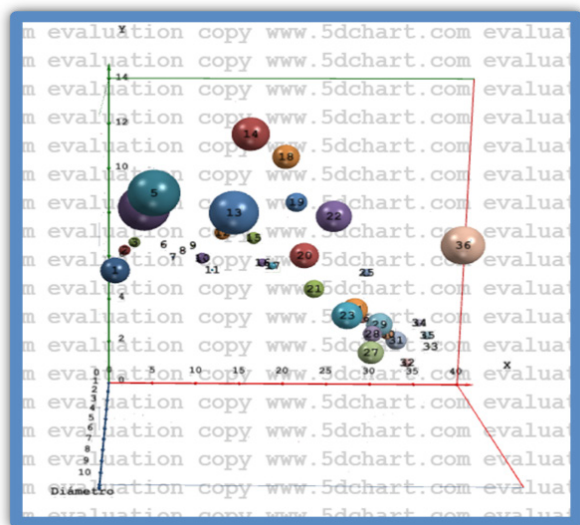
La zona de estudio seleccionada, evidenció la presencia de material clástico expuesto, de los cuales se seleccionaron 36 unidades pétreas para conocer su distribución granulométrica natural en el terreno.

A cada clasto se le determinó su diámetro equivalente, su área proyectada y su ubicación en el terreno (distancia horizontal y vertical), como se presenta en la tabla 1.

Al conocer las distancias horizontales y verticales para cada clasto identificado, se procedió a la elaboración de una gráfica tridimensional en función del área de cada una de las unidades pétreas. El gráfico obtenido se presenta en la figura 7.



anterior parece evidenciar que los clastos, transportados y sedimentados de forma natural, lo hicieron en función de su tamaño.



**Figura 7.** Gráfica 3D de la ubicación espacial de los clastos estudiados.

#### 4. Conclusiones

Con la ayuda del *software* AUTOCAD 2016 nos facilita la obtención de datos en este caso el área de las rocas de la sección del cerro que se estudió, además es muy eficaz y nos ahorra tiempo al utilizar este método.

La utilización de drones en este tipo de proyectos nos permite la obtención de resultados más precisos y similares a los objetos reales, así permitiendo un menor porcentaje de error.

Con los resultados obtenidos de la sección estudiada obtuvimos un Área total=164.12 m<sup>2</sup> y una Área de Tierra= 96.5 m<sup>2</sup>. También se hizo una selección de los clastos los cuales fueron unos 36 de diferentes tamaños.

Desde el punto de vista teórico los métodos ópticos pueden ser aplicados a cualquier escala. Sus limitaciones son más bien de orden práctico como la resolución de la imagen con respecto a la dimensión al objeto a medir y la calidad de la imagen que representan posible inseguridad.

Los trabajos fotogramétricos deben apoyarse sobre puntos visibles y localizados por métodos de triangulación topográfica.

#### REFERENCIAS

- [1] Leal-Ayo, I. (2013). Uso de las TIC para provocar el cambio de preconcepciones erróneas relacionados con la geología en la ESO. Disponible en: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/1793>
- [2] Pizarro, D. (2011). Los pozos profundos perforados en Costa Rica: Aspectos litológicos y bioestratigráficos. *Revista Geológica de América Central*, (15).
- [3] Sarocchi, D., Macías, J. L., & Borselli, L. (2005). Construcción de perfiles granulométricos de depósitos piroclásticos por métodos ópticos. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*,22(3), 371-382.
- [4] Dajud, G. A. B., Reyes, G. R., & Sampayo, R. R. Á. (2009). Diagnóstico sobre utilización del AUTOCAD® como software de apoyo en las áreas básica y aplicada de ingeniería civil en UNISUCRE. *Revista Educación en Ingeniería*, 4(8), 57-69.
- [5] Félez, E. A. (2013). Drones: una nueva era de la vigilancia y de la privacidad. *Red Seguridad: Revista Especializada en Seguridad Informática, Protección de Datos y Comunicaciones*, 60, 48-57.
- [6] De la Llata Romero, R., & Martínez, C. A. (1977). Proyecciones geológicas tridimensionales con una sola fuente luminosa. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 1(2), 225-229.