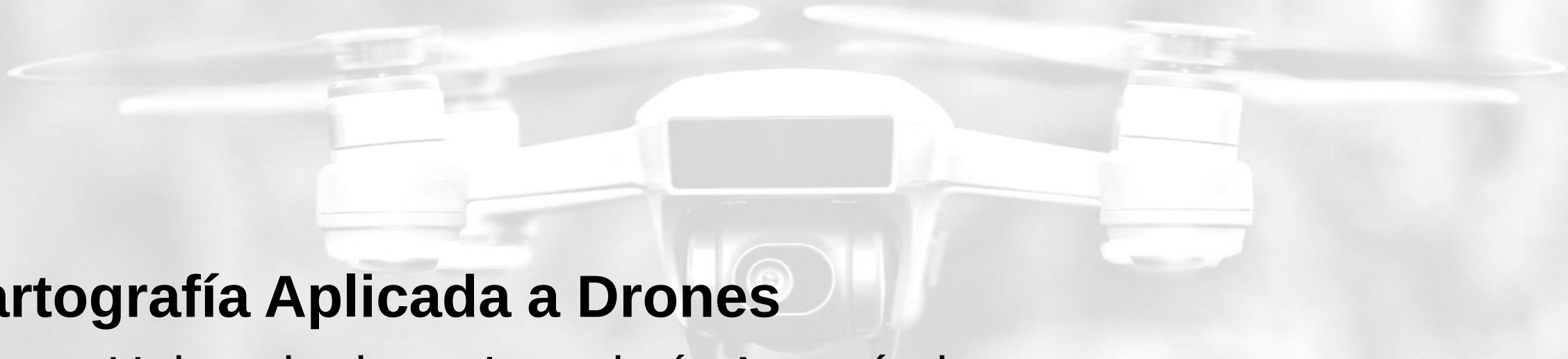
INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

Generación de Modelos Digitales del Terreno mediante SFM



Cartografía Aplicada a Drones

Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica

Antonio Miguel Pérez Romero

Generación de Modelos Digitales del Terreno mediante SFM

La inquietud del ser humano por representar las tres dimensiones es casi tan antigua como las propias manifestaciones artísticas de éste, y aunque objeto de estudio desde la época clásica al Renacimiento, sería en 1840 cuando Charles Wheatstone inventa el estereoscopio, capaz de recrear con una aparente sencillez la sensación de profundidad de pares de dibujos o figuras donde leves diferencias entre ambas desencadenaban la sensación de profundidad al ser procesadas por nuestro sistema de visión.

Fuente:
http://blog.rtve.es/.a/6a014e6089cbd5970c01b7c71f50c7970b-600wi

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

La Fotogrametría se puede definir como la ciencia aplicada que se ocupa del estudio de los métodos e instrumentos que permiten determinar la forma, dimensiones y situación en el espacio de objetos y fenómenos, por medio de mediciones realizadas sobre sus imágenes fotográficas.

Se suele hacer la distinción entre la **Fotogrametría Terrestre**, cuando las fotografías se hacen desde el terreno es decir con el eje de la toma horizontal y cuyo fin es el levantamiento de alzados, mientras que la **Fotogrametría Aérea** realiza las fotografías desde objetos voladores, es decir el eje de la toma es vertical, y su objeto es más la producción masiva de cartografía.

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

- El origen de la fotogrametría se remonta a **1849**, cuando bajo la dirección del Coronel del Cuerpo de Ingenieros de la Armada Francesa **Aimé Laussedat**, se utilizan por primera vez fotografías terrestres para generar cartografía.

- En **1867**, el arquitecto alemán **Albrecht Meydenbauer** completó el primer registro fotogramétrico de un monumento arquitectónico, y en **1885** instauró el **primer instituto fotogramétrico**.

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

Para desarrollar la técnica fotogramétrica es necesario disponer de fotografías del objeto que presenten un **solapamiento** (generalmente del 80 %), esto es, el objeto fotografiado debe aparecer en al menos dos imágenes para observarlas posteriormente con **visión estereoscópica** (tomas **normales**) o sin estereoscopía (tomas **convergentes** e **inclinadas**).

Las condiciones geométricas de las fotografías de las tomas convergentes e inclinadas no son tan restrictivas como las impuestas en la fotogrametría con tomas normales

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

La última tendencia en la obtención de imágenes 3D a partir de fotografías es el empleo de **SFM** (del inglés, *Structure from Motion*) que aunque se inspira en la fotogrametría, procede del mundo de la visión artificial y permite realizar modelos 3D a partir de colecciones de imágenes no estructuradas, sin cámaras calibradas, e incluso usar distintas cámaras, por lo cual se propone como una estrategia más polivalente y robusta que la fotogrametría.

SFM se basa en el fenómeno por el cual los sistemas de visión de seres humanos o animales pueden reconstruir estructuras tridimensionales a partir de imágenes 2D proyectadas en la retina gracias al movimiento de estas estructuras respecto al observador o de éste, respecto a dichas estructuras

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

SFM permite obtener módelos digitales sin unas prestaciones especialmente exigentes en cuanto a la cámara se refiere.

Otra ventaja que aporta **SFM** es que hace innecesarias la intervención de un restituidor y el empleo de cámaras calibradas (aunque esto último es recomendable).

En la actualidad fotogrametría y **SFM** se entremezclan en los diversos programas que dan soporte a este tipo de tareas.

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

Generación de Modelos Digitales del Terreno mediante SFM

Algunos ejemplos

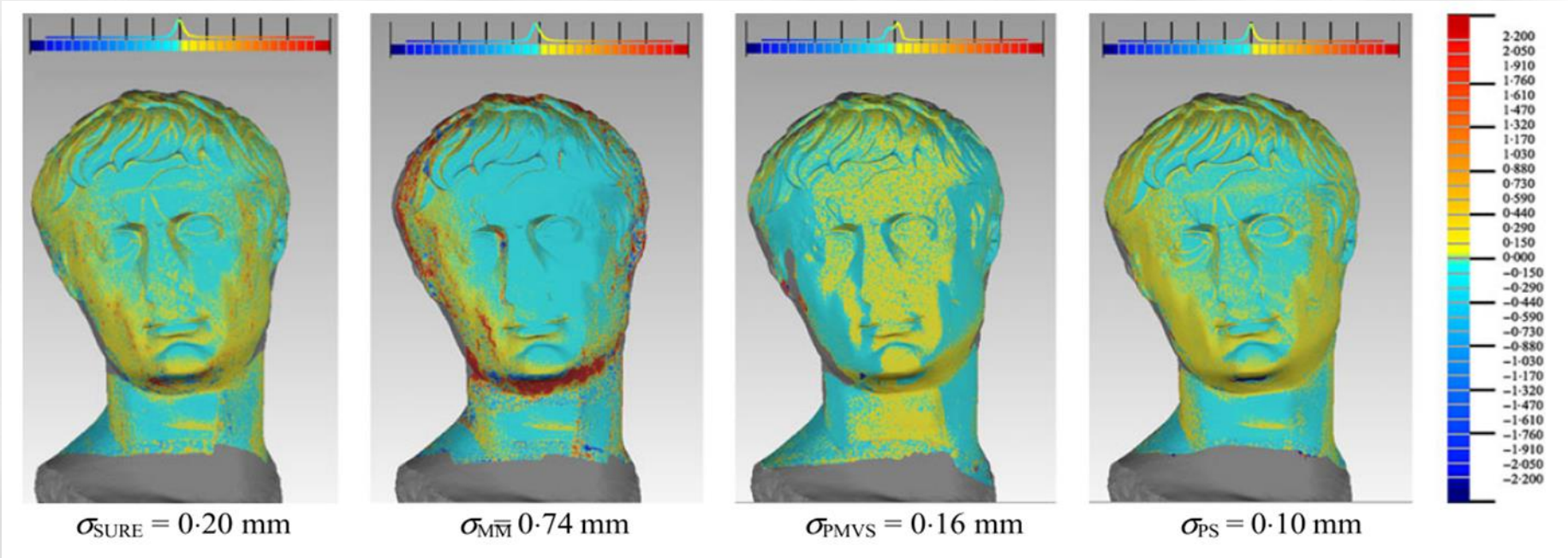
Código abierto: MicMac y PMVS

Comerciales: SURE y Photoscan (ahora Metashape)

(Fuente: Remondino, Spera, Nocerino, Menna, & Nex, 2014)

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

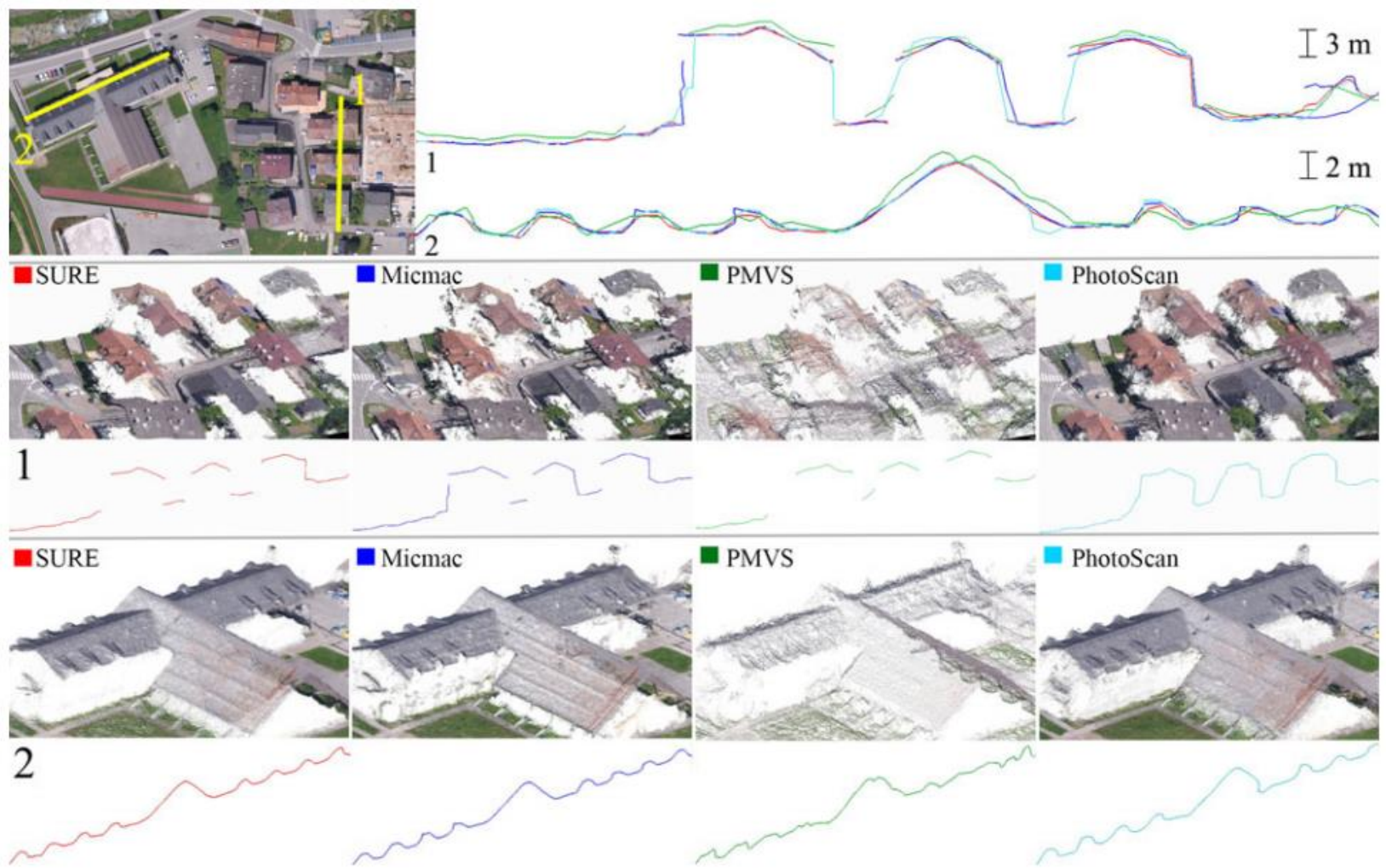


$\sigma_{SURE} = 0{\cdot}20$ mm $\sigma_{M\overline{M}}\ 0{\cdot}74$ mm $\sigma_{PMVS} = 0{\cdot}16$ mm $\sigma_{PS} = 0{\cdot}10$ mm

(Fuente: Remondino, Spera, Nocerino, Menna, & Nex, 2014)

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

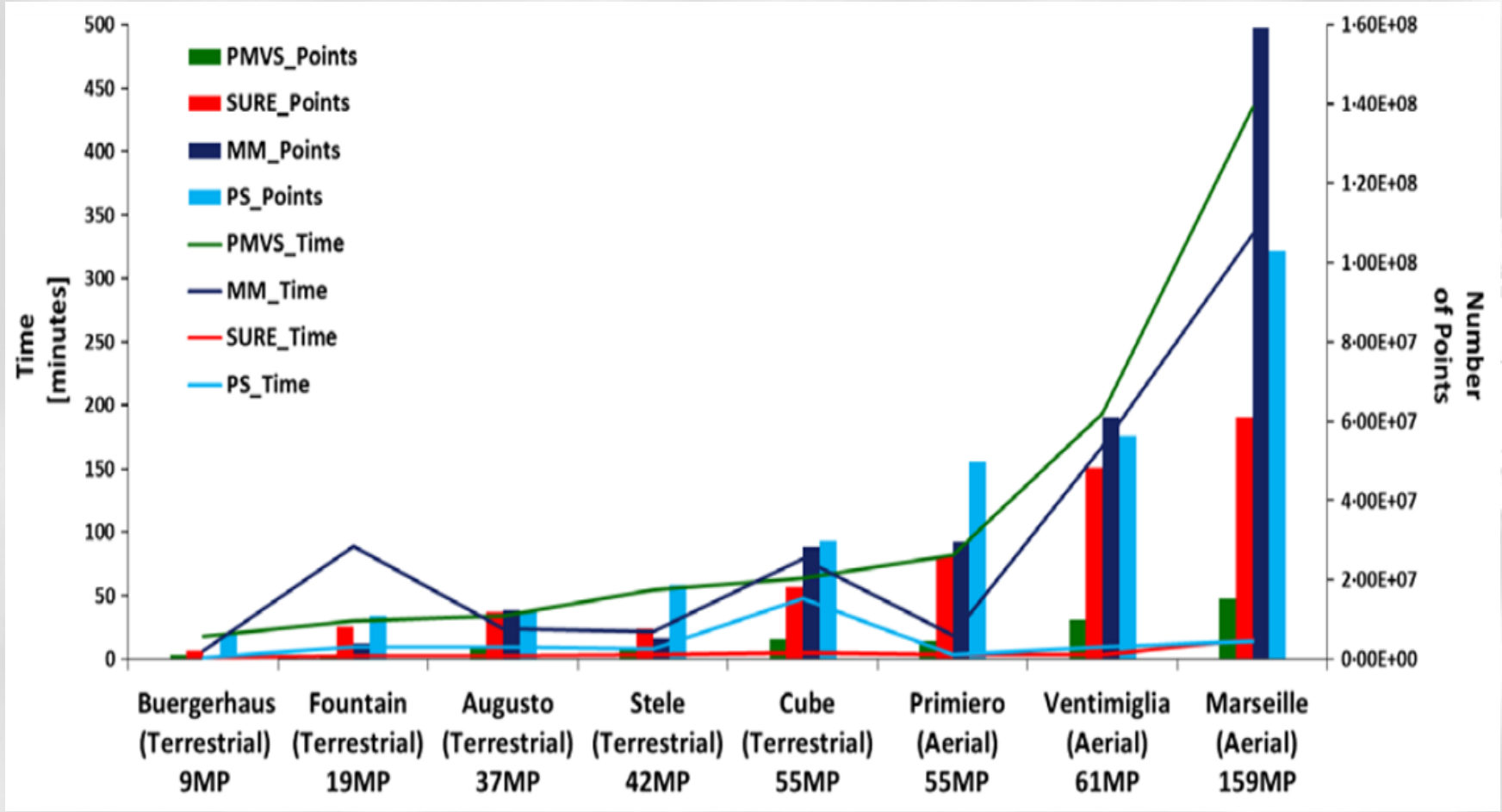
GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM



(Fuente: Remondino, Spera, Nocerino, Menna, & Nex, 2014)

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM



(Fuente: Remondino, Spera, Nocerino, Menna, & Nex, 2014)

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

Exigencias de memoria RAM* en función del número de fotografías y la calidad del modelo

	Número de fotografías			
Calidad del modelo	**20-50**	**100**	**200**	**500**
Mínima	100 MB a 300 MB	150 MB a 450 MB	300 MB a 1 GB	1 GB a 3 GB
Baja	500 MB a 1.5 GB	750 MB a 2.2 GB	1.5 GB a 4.5 GB	4 GB a 12 GB
Media	2 GB a 6 GB	3 GB a 9 GB	6 GB a 18 GB	15 GB a 45 GB
Alta	8 GB a 24 GB	12 GB a 36 GB	24 GB a 72 GB	60 GB a 180 GB
Máxima	32 GB a 96 GB	48 GB a 144 GB	96 GB a 288 GB	240 GB a 720 GB

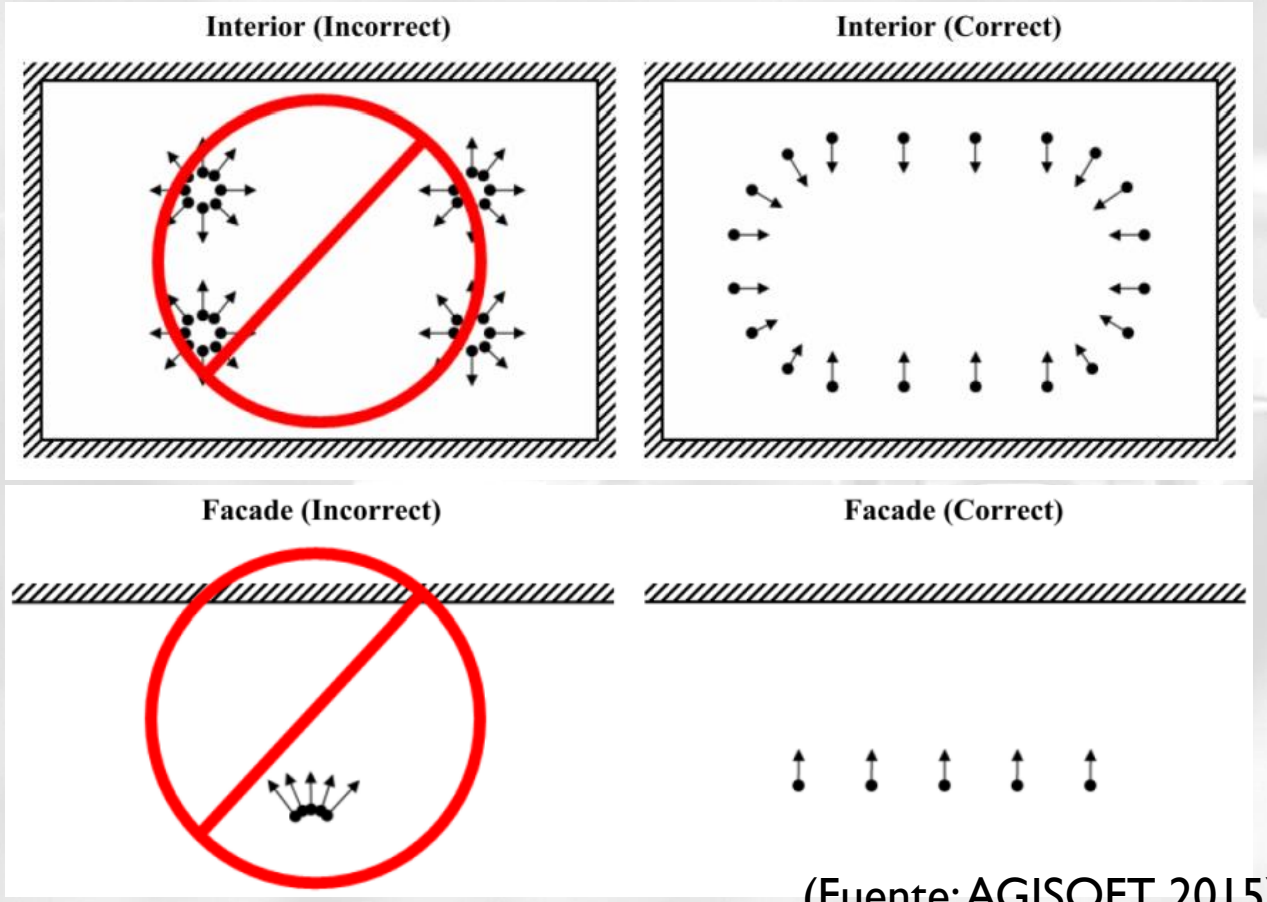
* Se han fijado los cálculos para el programa PHOTOSCAN (ahora METASHAPE), con fotografías tomadas con una resolución de 12 Mpx y tipo de superficie arbitraria

(Fuente: AGISOFT, 2015)

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

Estrategias para la toma de fotografías

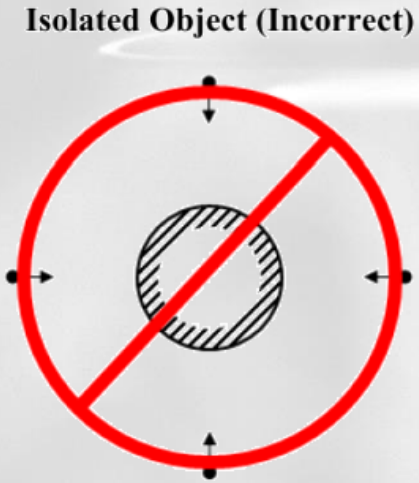


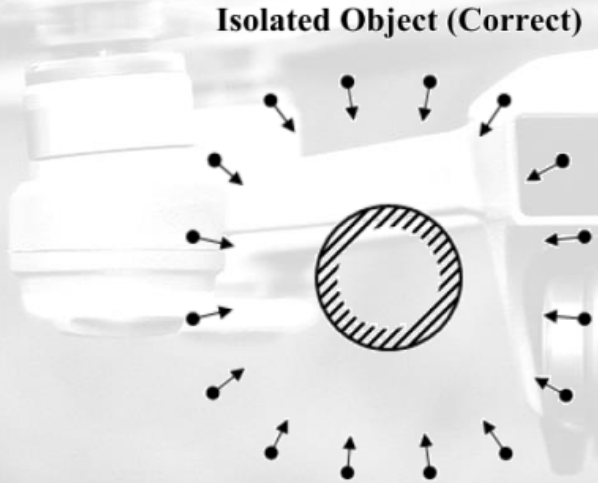
(Fuente: AGISOFT, 2015)

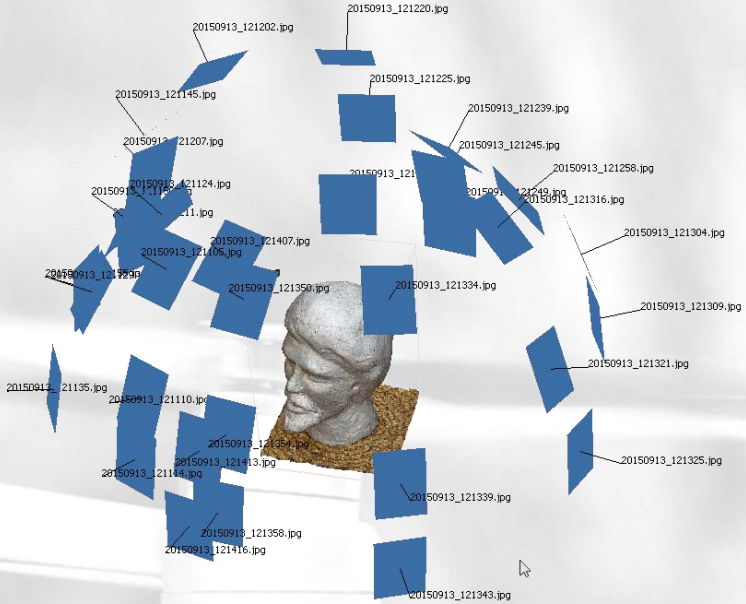
INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

Estrategias para la toma de fotografías





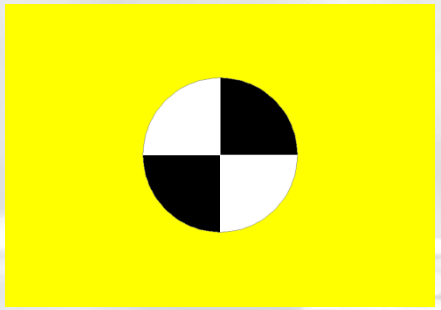


(Fuente: AGISOFT, 2015)

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

Puntos de control



INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

El resultado de un proceso de fotogrametría o SFM es en primera instancia una nube de puntos discreta, la cual puede variar en densidad en función de las correspondencias detectadas entre imágenes.

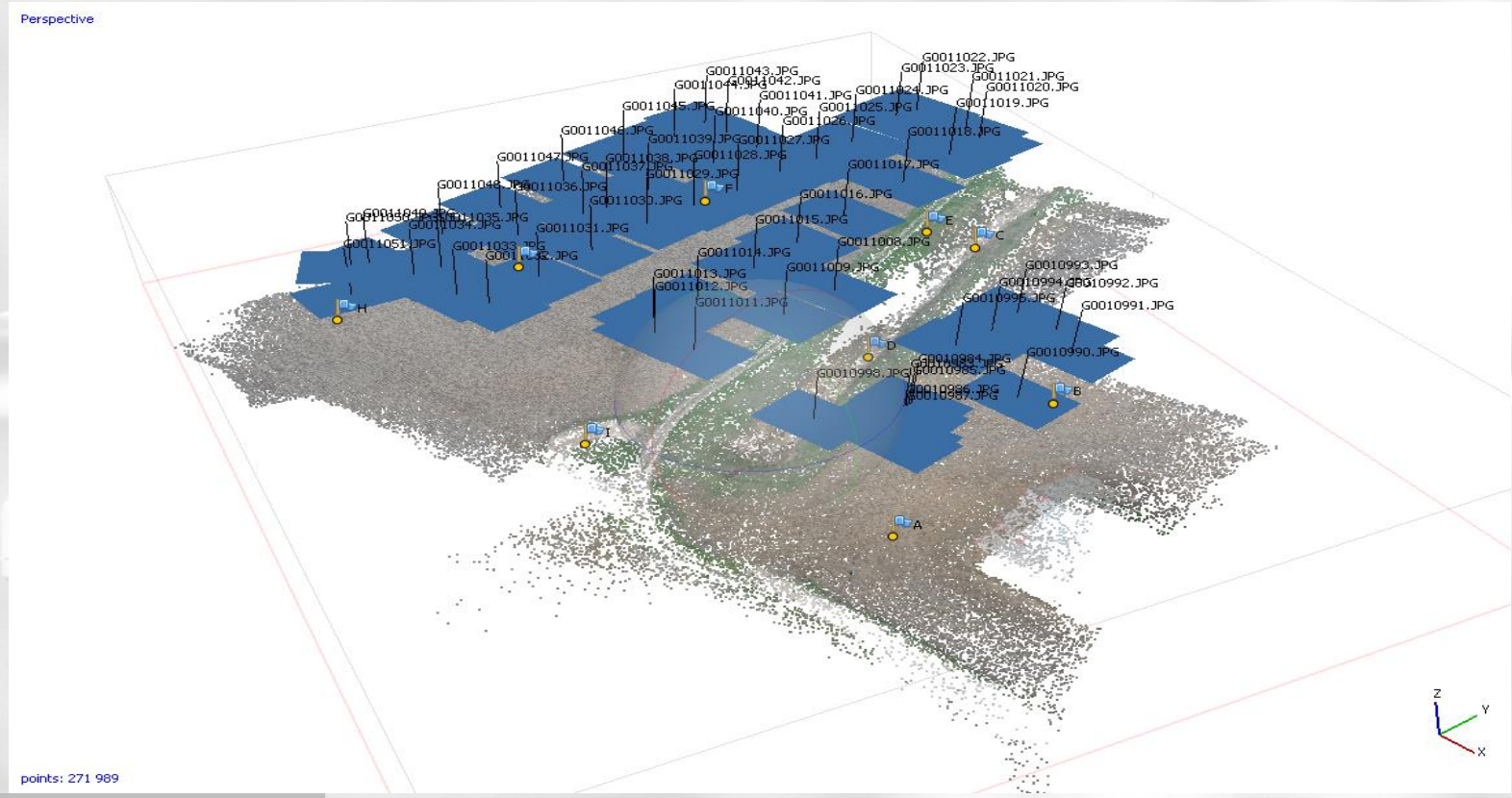
Estas nubes son el resultado de lo que se conoce como **ajuste Bundler** que permite realizar la recolocación espacial tanto de una serie de puntos coincidentes entre imágenes como de las posiciones de las cámaras que tomaron dichas imágenes respecto a la escena.

Dichos puntos, en el caso del SFM son detectados automáticamente mediante lo que se conoce como el proceso **SIFT** o *Scale-Invariant Feature Transform.*

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

271.989* puntos

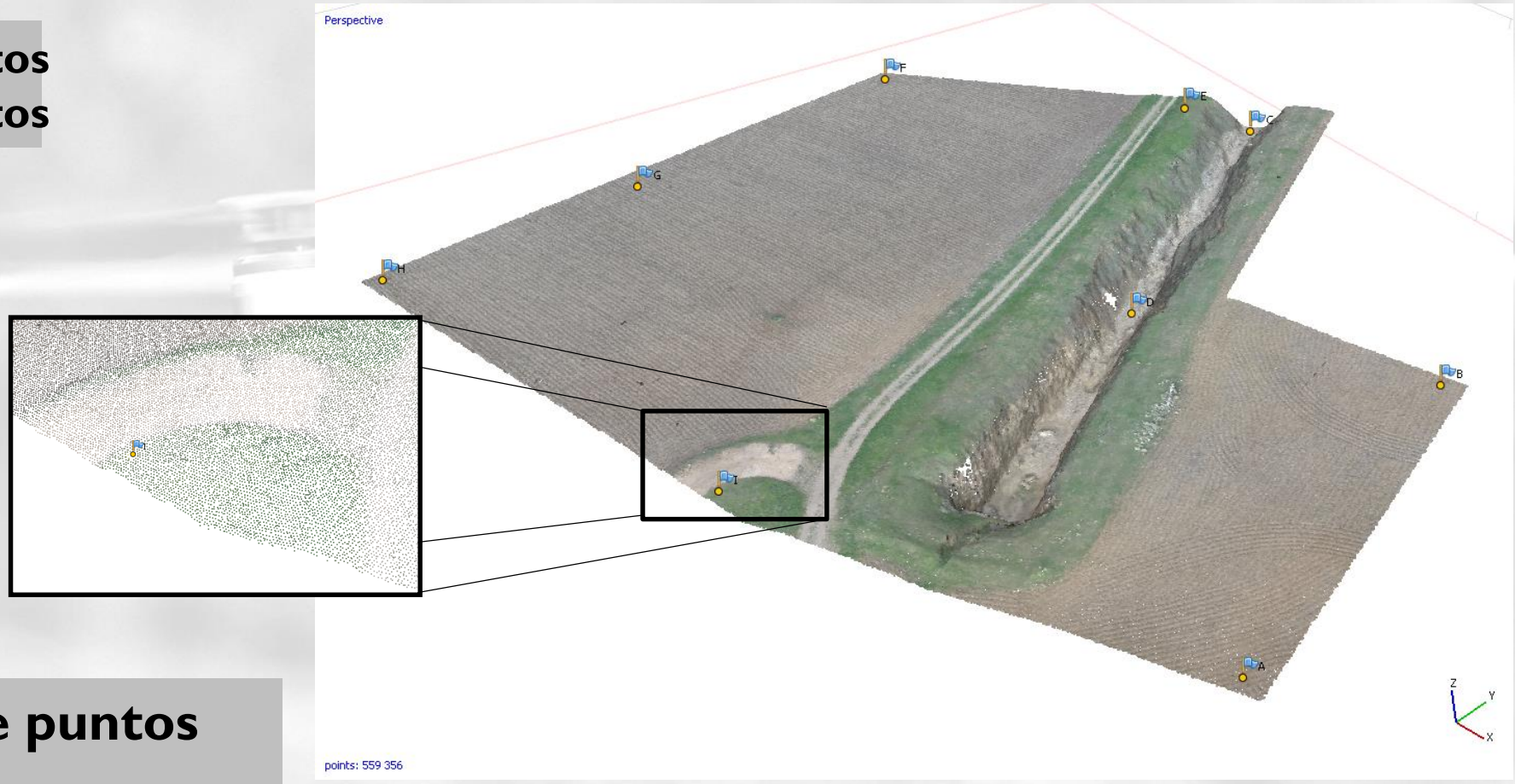


- **Nube de puntos discreta**
- **Posiciones de la cámara**

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

271.989 puntos
559.356 puntos

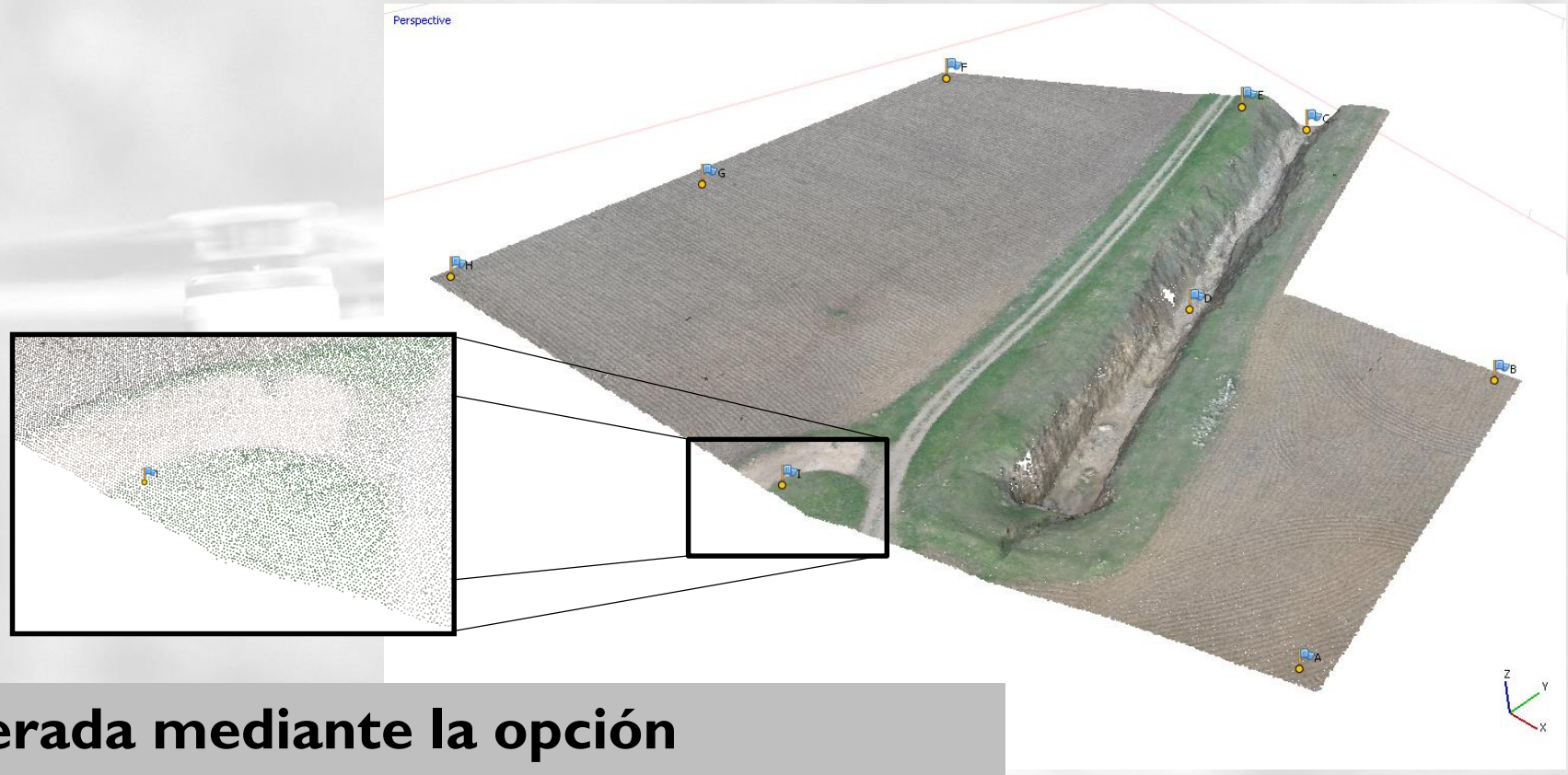


- Nube de puntos densa

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

271.989 puntos
559.356 puntos
48.727 caras



- **Malla, generada mediante la opción "Bajorelieve/terreno" y con textura asignada**

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

Posibilidades de exportación:

- **Modelo (OBJ, 3DS, WRL, DAE, PLY, DXF, FBX, U3D, PDF, KMZ)**
- **Puntos (OBJ, PLY, TXT, LAS, U3D, PDF)**
- **Ortofoto (JPG, PNG, TIF, KMZ*)**
- **DEM (TIF)**

Generación de informe detallado de los resultados obtenidos (PDF)

Ejemplo:
Nube de puntos exportada en formato LAS

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

Hexacóptero Aibot X6 de Leica Geosystems

(Fuente: Leica Geosystems, 2015)

Sistema SIRIUS PRO de TOPCON con dron de ala fija

(Fuente: TOPCON Positioning Systems, 2015)

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

Datos y vídeo explicativo con ejemplo reducido

Datos, tomados desde DRONE, para el ejemplo completo

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA Y SFM

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO MEDIANTE SFM

Fuentes consultadas:

AGISOFT METASHAPE. (2019) *http://agisoft.com*

Leica Geosystems. (2015) http://www.leica-geosystems.com

Pereira-Uzal, J. M. (2013)
Modelado 3D en patrimonio cultural por técnicas de *structure from motion*
ph investigación [*online*], n.° 1, diciembre de 2013, pp. 77-87
http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/12

Remondino, F., Spera, M., Nocerino, E., Menna, F., & Nex, F. (2014).
State of the art in high density image matching.
The Photogrammetric Record, 144-166.

TOPCON Positioning Systems. (2015) https://www.topconpositioning.com