



Co-funded by
the European Union

MÓDULO 07

PROGRAMA DE FORMACIÓN

FOTOGRAMETRÍA



Dirección General de Formación
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA,
HACIENDA Y EMPLEO





Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Índice

1. Objetivos del módulo	6
2. Principios de fotogrametría	7
2.1 Historia de la fotogrametría	7
2.2 Qué es la fotogrametría	8
3. Tomas fotogramétricas	10
3.1 Principios generales.....	10
3.2 Modo manual.....	12
3.3 Principio de la fotogrametría terrestre con un dron.....	13
3.4 Posicionamiento de objetivos de geolocalización.....	15
3.5 Objetivos o medidas dimensionales en los edificios	16
3.6 Caso de un modelo completado con un escáner	17
3.7 Principio de la fotogrametría de fachadas con un dron	18
3.8 Principio de la fotogrametría de edificios completos :	21
4. Vuelo programado	23
4.1 Principios de programación.....	23
5. Procesamiento	28
5.1 Ejemplo software : Agisoft Metashape	28
5.2 Cargando imágenes	28
5.3 Alinear fotos	29
5.4 Crear una nube de puntos.....	30
5.5 Escalado y georreferenciación de una nube de puntos.....	33
Control del sistema de coordenadas de las fotos.....	33
5.6 Escalado de la nube de puntos mediante marcadores dimensionales.....	40
Método Barras de escala Metashape	41
6. Obtener una malla simple o una malla con texturas	44
6.1 Elaboración de una malla 3D	44
6.2 Creación de una textura en la malla	47
6.3 Generar un modelo en mosaico	49
7. Obtención de una ortofoto u ortomosaico	52
8. Crear un modelo digital de elevación	54

Construir un DSM	54
9. Multiclasificación de una nube de puntos	61
10. Exportar un modelo digital y crear un vídeo	66
10.1 Exportar un modelo	66
Abrir en un visor	67
10.2 Grabación de vídeo Metashape	68
Simple " modelo giratorio " vídeo.....	68
Vídeo con una trayectoria de cámara específica.....	70
11. Dibujar un plano a partir de un modelo o un ortomosaico	71

DRONES4VET: participantes y autores del proyecto Erasmus+

Equipo CMQE HEREC Occitania Francia:

Régis Lequeux - profesor e ingeniero en ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes - coordinador de los 10 módulos

Nicolas Privat - profesor e ingeniero en ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes

Eric Remola - profesor de ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes

Nicolas Vassart - profesor y doctor en ingeniería civil, Lycée Dhuoda, Nîmes

Valerie Poplin - Directora ejecutiva de CMQE

Equipo MTU Irlanda:

Sean Carroll, profesor, ingeniero civil

Michal Otreba Inz, profesor, ingeniero civil

coordinadores de "Sesiones de Nivelación y Seguimiento para formadores"

Universidad de Ciencias aplicadas. Kufstein Tirol. Austria

Emanuel Stocker, Profesor universitario en gestión de instalaciones y bienes raíces.
Coordinador del manual.

Sarah Plank, Controlador de Investigación y Desarrollo

Equipo CRN Paracuellos (DG de Formación. Comunidad de Madrid) España.

Promotores del proyecto

José Manuel García del Cid Summers, Director

Daniel Sanz, director de Dron-Arena

Santos Vera, técnico

Jorge Gómez Sal, jefe de la unidad técnica

Fernando Gutiérrez Justo. Coordinador Erasmus

BZB Düsseldorf. Alemania

Frank Bertelmann-Angenendt, director de proyecto

Markus Schilaski, director de proyecto

DEX. España

Ainhoa Pérez

Ignacio Gómez Argüelles

Diego Díaz Mori

Yvan Corbat

1. Objetivos del módulo

Este módulo permite primero entender qué es la fotogrametría, después ver las técnicas para conseguir vuelos automáticos o manuales de drones para esta actividad y finalmente procesar las imágenes para obtener modelos 3D y exportarlos.

Módulo de nivel básico para el uso de drones en la construcción, considerando que todos los conocimientos aquí expuestos son imprescindibles.

2. Principios de fotogrametría

2.1 Historia de la fotogrametría

Este antiguo método fue inventado en Francia (Fachada del Hotel des Invalides por Aimé Laussedat en 1849), se basa en el principio de correlación de imágenes adquiridas desde diferentes puntos de vista lo que permite el reconocimiento automático de puntos homólogos.

La fotogrametría se industrializó entre las dos guerras mundiales gracias al desarrollo de las fotografías aéreas, que permitieron elaborar mapas mucho más precisos de zonas o países enteros.

Este trabajo, muy tedioso, requiere una potencia de cálculo considerable. Por lo tanto, es bastante lógico que las aplicaciones profesionales no se hayan democratizado hasta los últimos años, ya que los superordenadores que antes se dedicaban a este tipo de operaciones son mucho menos adecuados que los modernos ordenadores de oficina, que ahora incorporan la potencia de cálculo necesaria.



← Modelo 3D de
Google Maps
obtenido por
fotogrametría
(Lyon, Francia)

Figura 2-1 Modelo google maps (Google)

Los drones que facilitan la adquisición de fotos aéreas o de fachadas aceleran aún más el desarrollo de la fotogrametría.

2.2 Qué es la fotogrametría

La fotogrametría es "el conjunto de técnicas utilizadas para determinar la forma, las dimensiones y la posición en el espacio de un objeto a partir de fotografías" (traducción del diccionario Larousse). El modelo 3D así creado es una copia exacta de los objetos originales (si se da información dimensional), pero en una pantalla de ordenador.



Figura 2-2 ejemplo de modelo 3D (<https://numerisation3d.construction>)

Si el ser humano puede ver en 3 dimensiones es porque tiene dos ojos . Poder ver un objeto simultáneamente desde dos puntos de vista nos da una apreciación tridimensional del mismo. Este principio, llamado estereoscopía, se utiliza en fotogrametría.

Tenemos varios puntos invariantes pertenecientes a una superficie (cualesquiera que sean los movimientos de la superficie en el espacio, estos puntos tienen siempre las mismas coordenadas en el marco del objeto) y varios puntos de vista cuya posición 3D en el espacio no se conoce (posiciones sucesivas de la cámara) pero que "apuntan" a estos puntos pertenecientes a la superficie. Varios "puntos de vista" (posiciones sucesivas de la cámara) generan líneas de visión que pasan por los puntos identificados en la superficie.

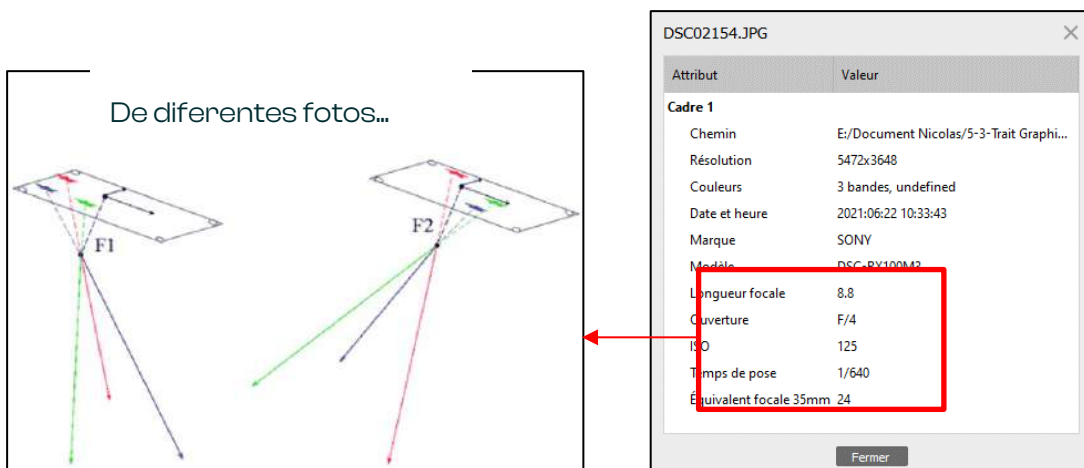


Figura 2-3 fotos independientes del mismo objeto (techno-science.net)

Mediante iteraciones sucesivas de los coeficientes de las ecuaciones de las rectas (software ad hoc) podemos calcular las coordenadas X, Y Z de cada punto en el marco del objeto.

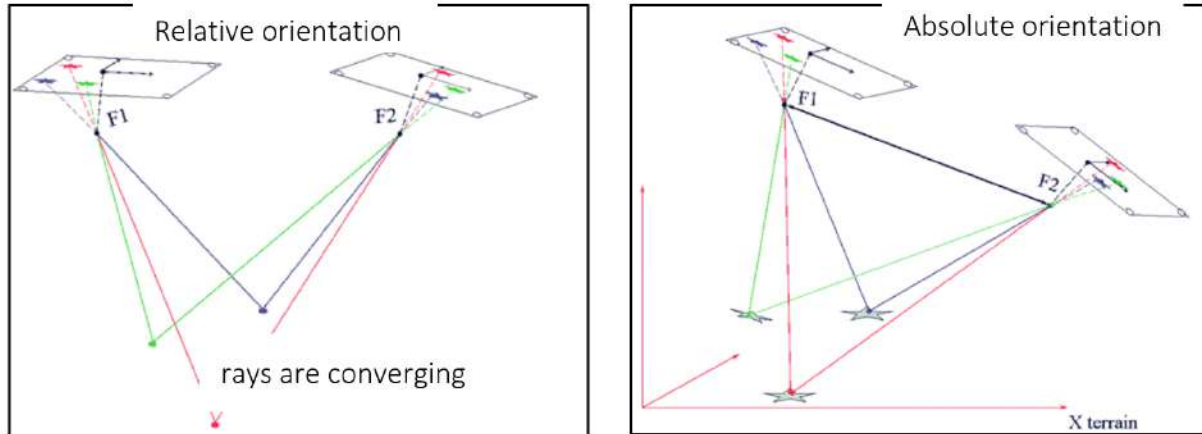


Figura 2-4 orientación relativa y absoluta de las fotos por el software

En efecto, la correlación de imágenes consiste en el reconocimiento automático de píxeles homólogos en una superficie definida. El objetivo es entonces determinar la orientación relativa de las imágenes (fotos) a partir de estos puntos identificados como homólogos entre estas imágenes.

Los algoritmos de análisis de imágenes sustituyen a la visión humana asociando a cualquier punto de una imagen A un punto homólogo en una imagen B. En esta etapa, el ordenador procede algorítmicamente a una lectura estereoscópica de la escena para determinar las posiciones relativas de cada punto. La multiplicación del proceso a un gran número de puntos de vista hace que el cálculo de la posición de cada píxel sea más fiable al dividir el error al tiempo que aumenta la extensión del modelado 3D. En esta etapa, obtenemos un modelo 3D homotético a los objetos reales fotografiados. Para obtener una copia digital del tamaño real de los objetos, es necesario dar al software indicaciones de medidas: O bien indicaciones de distancia entre diferentes puntos (tras mediciones sobre el terreno o añadiendo una regla o una mira en las fotos), o bien coordenadas de puntos de referencia topográficos en los objetos y en las fotos.

3. Tomas fotogramétricas

3.1 Principios generales

Al tomar fotografías deben cumplirse los siguientes criterios:

- Distancia focal constante del objetivo, sin zoom para la misma serie de fotos procesadas conjuntamente
- Brillo constante de las fotos: Para evitar sombras negras, es mejor disparar en un día nublado, pero no demasiado oscuro (y sin lluvia). La alternancia sol/nubes es mala, en días soleados será necesario añadir fotos en las zonas de sombra.
- nitidez : Para evitar el desenfoque de movimiento, no disparar en un día de mucho viento, no más de 30 kph de velocidad del viento, dependiendo de la estabilidad de su avión no tripulado. En particular, al fotografiar edificios, fachadas o montañas, las turbulencias del viento pueden sacudir el dron y aumentar la borrosidad.
- precisión: utilizar la mejor definición del sensor de imagen, 15 Mpx es el mínimo
- Distancia constante al suelo, fachada o edificio, incluso en vuelo circular
- Inclinación constante de la cámara durante el vuelo, el grupo de imágenes procesadas juntas
- 70% de **solapamiento** mínimo de las fotos entre sí en todas las direcciones, 80% es mejor, de lo contrario imposible de procesar

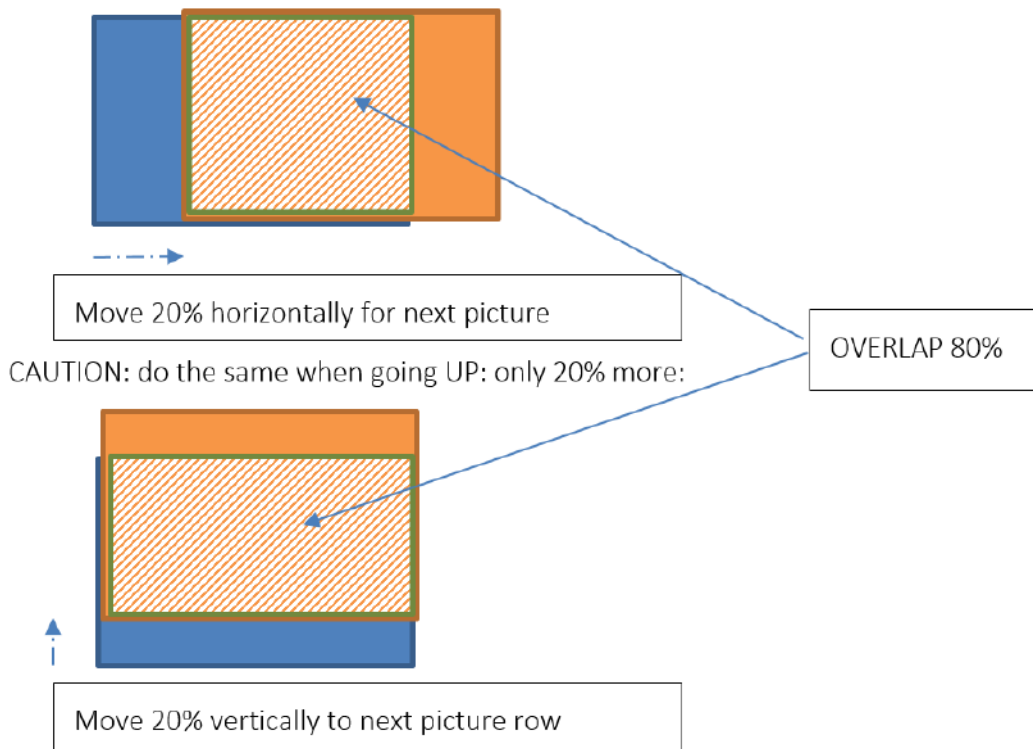


Figura 3-1 solapamiento horizontal y vertical

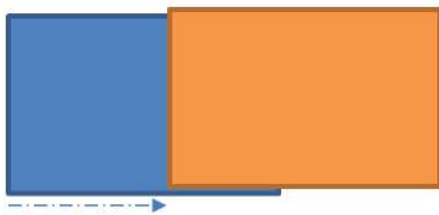
- Resolución máxima de la cámara, adaptada al nivel de detalle buscado: en la app aparece respecto a la altura el tamaño de un píxel sobre el terreno en función de la misma. Siendo el píxel el detalle más pequeño de una imagen, este tamaño en mm da el tamaño del detalle 3D más pequeño visible en el modelo.
- Menor compresión es posible pero se pueden mantener los tratamientos de mejora de imagen propios de la cámara (corrección de aberraciones del objetivo, mejora del contraste y del color, ecualización de las diferencias de luminosidad). El formato .tiff es muy bueno pero hace archivos grandes, el .jpg pierde algunos detalles pero es correcto para aprender o hacer maquetas sencillas con archivos de gama media.

3.2 Modo manual

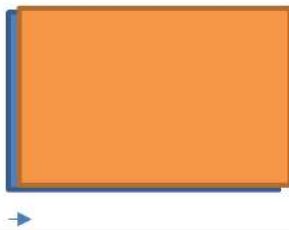
El dron se pilotará directamente con la emisora a mano, pero las fotos se podrán tomar automáticamente.

Recordatorio: rellenar la "hoja de misión del dron" y realizar una comprobación completa previa al vuelo (módulo 5: prácticas de vuelo).

- Podemos utilizar el disparo "**time-lapse**" que hará una foto cada "x" segundos (depende del dron o cámara) y luego analizar el resultado en superposición para ajustar la velocidad.



Too fast... not enough overlap... and risk of motion blur. Lower the inclination angle to adjust speed.



Too slow... lots of pictures, long time to process. Increase the inclination angle to adjust speed.

Figura 3-2 solapamiento incorrecto debido a un ajuste o velocidad de time-lapse incorrectos

- Si el GPS tiene una buena recepción, también podemos configurar un "**GPS-lapse**" que toma una foto cada "x" metros, a ajustar para tener un buen solapamiento. Normalmente, la distancia se calcula en 3D, por lo que también funciona al subir.
- También puedes programar un "**timelapse o GPS-lapse**" automatizado de fotos y analizar el resultado.

El vuelo consistirá en realizar una cobertura completa de la zona con los solapamientos necesarios.

Véase a continuación el vuelo programado para las trayectorias posibles, ya que se trata del mismo principio.

El vuelo manual es necesario en la fotogrametría de fachadas, aunque existan sistemas automáticos con waypoints programados.

En modo manual, es necesario realizar un breve vuelo de prueba para ajustar los parámetros de velocidad y "gps-lapse" de disparo para obtener una buena superposición.

3.3 Principio de la fotogrametría terrestre con un dron

Sobrevuele el lugar que desea digitalizar en 3D y cubra toda la zona con imágenes superpuestas.

- mejores resultados con un vuelo de rejilla
- mejores resultados con un segundo vuelo con un ángulo en la cámara y un vuelo de rejilla
- volar lejos del perímetro a modelar para garantizar un buen solapamiento en los bordes.

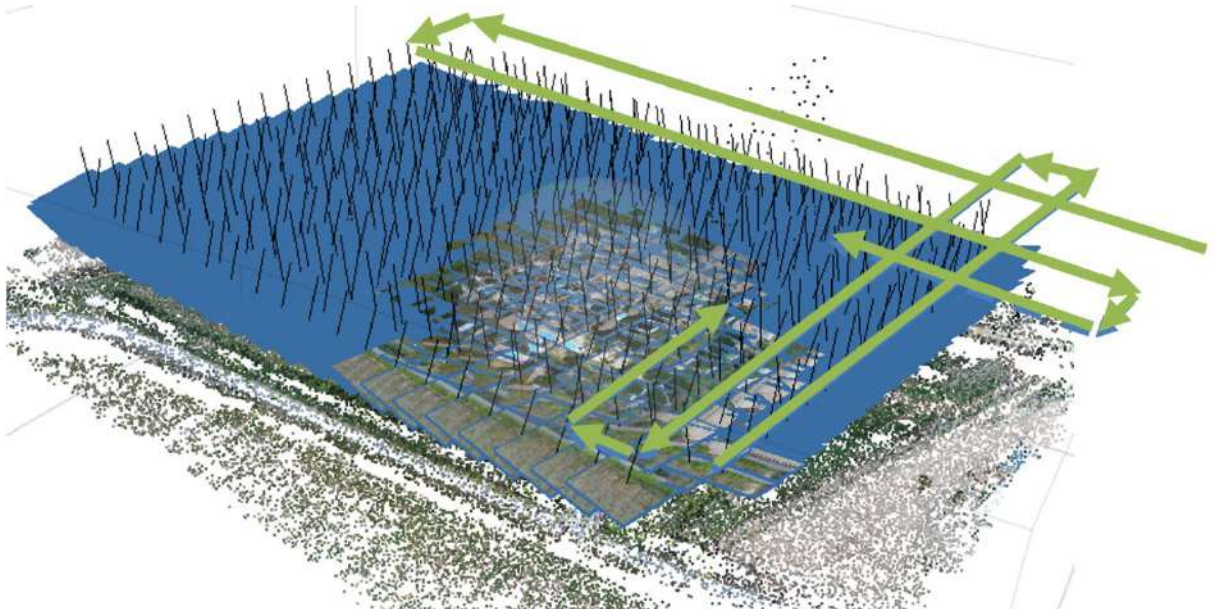


Figura 3-3 Vuelo de dron de cuadrícula y superposición de fotos para fotogrametría 3D sobre el terreno

En el ejemplo anterior puedes ver las líneas negras que indican la dirección y posición de cada toma. La foto tomada se muestra en un marco azul con su inclinación. Las flechas indican el vuelo del dron, aquí un vuelo en cuadrícula. Nota:

- la superposición de las imágenes
- la altura constante
- la regularidad del espaciado
- el ángulo (unos 10°) de la cámara con respecto a la vertical



Figura 3-4 secuencia fotográfica con buena superposición e inclinación de la cámara

En el caso de los edificios, es interesante añadir más vistas de las fachadas, como un vuelo circular:

← un vuelo circular adicional ayuda a obtener un buen modelo de edificios o bajo los árboles.



Aquí sólo se representa una altitud, pero puede ser interesante volar a varias altitudes.

Figura 3-5 vuelo circular de dron para fotogrametría 3D de edificios

3.4 Posicionamiento de objetivos de geolocalización

Para geolocalizar el modelo obtenido, y/o ajustar sus dimensiones, es imprescindible posicionar objetivos que sean claramente visibles en las fotos. **Véase el módulo 6 Geolocalización.**

Normalmente, los puntos o marcadores de geolocalización se definen mediante dianas cuadradas o circulares sobre un soporte de madera o metálico. Para fotos o vídeos tomados a 20 m o 30 m de altura, suelen bastar dianas de 20 cm o 30 cm de tamaño (o diámetro).

Sin embargo, a poca altura de vuelo, unas simples estacas de madera marcadas con spray fluorescente pueden ser suficientes.

Los puntos o marcadores de geolocalización deben estar, en la medida de lo posible, lo más separados entre sí, bien distribuidos por toda la zona a modelizar (periferia y zona central si es posible). Si estos marcadores no van a aparecer en el modelo, será necesario ampliar el área a trabajar para colocar los marcadores en la periferia exterior del área a modelar.

- Al menos 4 objetivos (número recomendado: al menos 5 marcadores para tener controles sobre la calidad de estos puntos y poder eliminar los poco fiables, el software Metashape recomienda 10).
- Fuertemente estático durante todo el periodo de rodaje
- Estudios GNSS RTK con precisión centimétrica
- Diferentes números en los objetivos para reconocerlos rápidamente en las fotografías.



Figura 3-6 objetivo de geolocalización en tierra sondeado por GNSS
Figura 3-7 objetivo de geolocalización terrestre con número

3.5 Objetivos o medidas dimensionales en los edificios

Para calibrar (dar las dimensiones correctas) un modelo no geolocalizado por objetivos terrestres, es necesario:

- Puede colocar en el edificio dos pentagramas graduados (pentagramas de nivelación, por ejemplo), uno horizontal y otro vertical. Sin embargo, estos pentagramas aparecerán en el modelo 3D y pueden perjudicar la estética, pueden colocarse en el borde y luego eliminarse del marco final.
- O mida con una cinta métrica una distancia entre dos elementos bien identificados y precisos para poder trasladar después esta medida a la maqueta (entre dos ventanas, por ejemplo).

Véase el capítulo "Tratamiento".

3.6 Caso de un modelo completado con un escáner

Si el modelo fotogramétrico debe completarse con un modelo de escaneado láser, es interesante disponer de objetivos comunes para ambos modelos a fin de garantizar una buena coincidencia.

En este caso, los objetivos siguen las especificaciones de la exploración: al menos 3, a diferentes alturas en las paredes.

Si el dron está equipado con un receptor GNSS RTK, la precisión de la nube de puntos aumenta, y su geolocalización nativa facilita el registro con una nube de puntos geolocalizada por lidar.

3.7 Principio de la fotogrametría de fachadas con un dron

- Colóquese de 10 a 15 m delante de la fachada de un edificio, altitud 3 m, vuelo orientado hacia la fachada, eje horizontal de la cámara perpendicular a la fachada

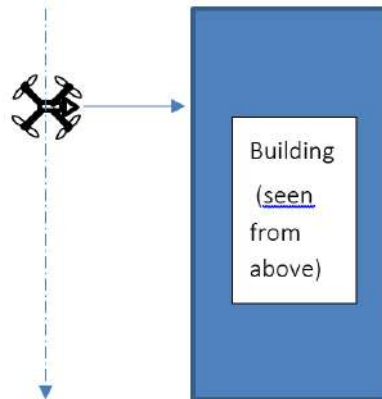


Figura 3-8 cara móvil de un edificio

- Trayectoria de vuelo en traslación horizontal perfectamente paralela a la fachada. Vuela de 20 a 30 m.

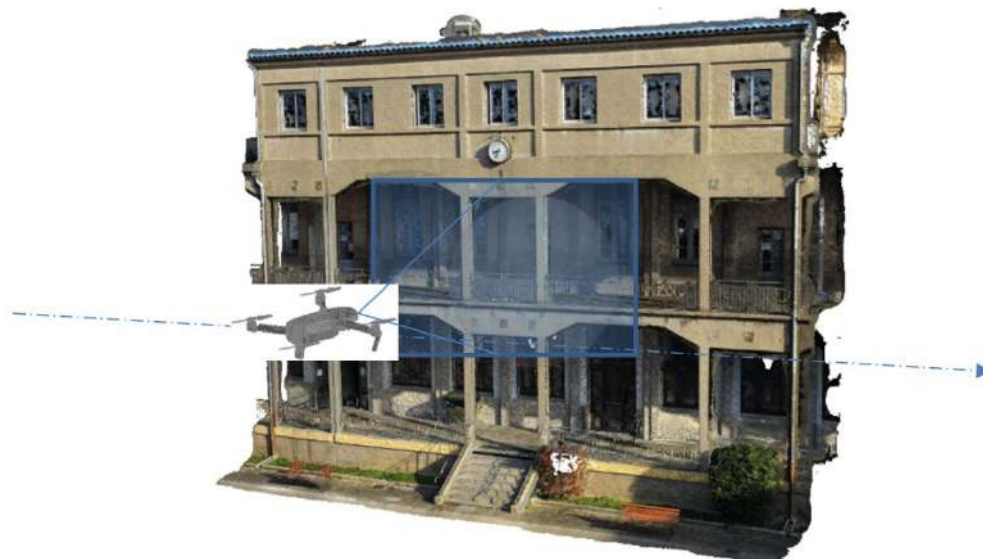


Figura 3-9 imágenes de un edificio para fotogrametría de fachada

- Subir verticalmente 5 m al final de la fachada
- Repite un pasaje en la otra dirección, a 8m de altura
- ...etc.



Figura 3-10 recorrido para fotogrametría de fachada

Fotos:

Manualmente: mire la pantalla, utilice la rejilla para detectar cuando se ha alejado un 20% de la imagen anterior. Pulse el disparador. Desplácese hasta el siguiente fotograma a un 20% de distancia, pulse... debe garantizar un solapamiento del 80%.

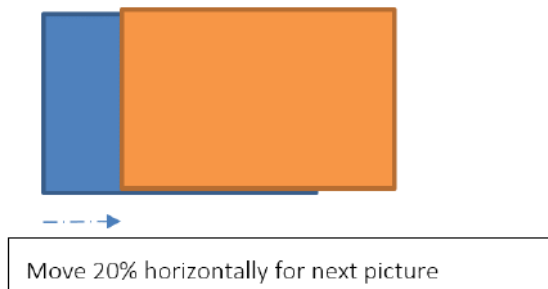
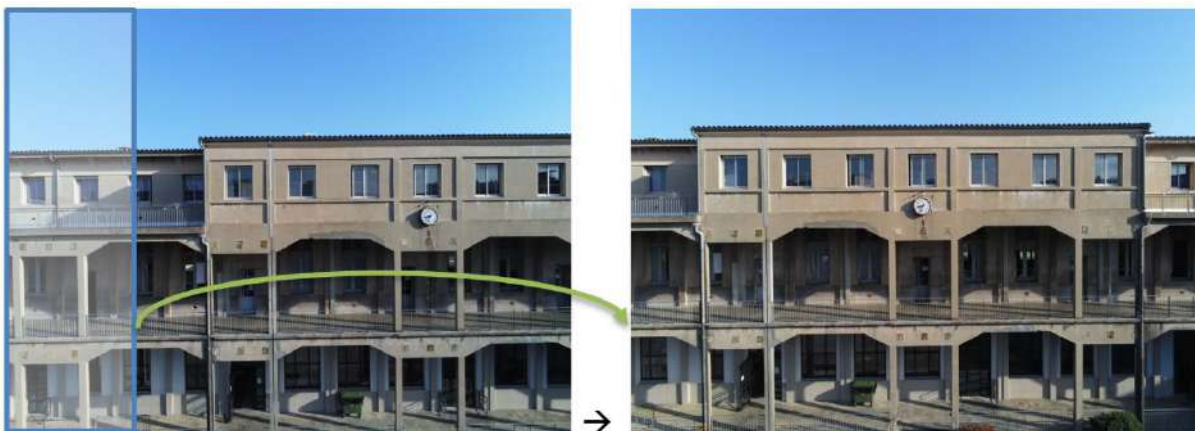


Figura 3-11 solapamiento horizontal

Un consejo:



Memoriza la posición de la siguiente imagen: Aquí el centro de la viga

En la siguiente foto el centro de la viga es el borde de la foto

Figura 3-12 solapamiento horizontal punta

La misma técnica es necesaria para la superposición vertical

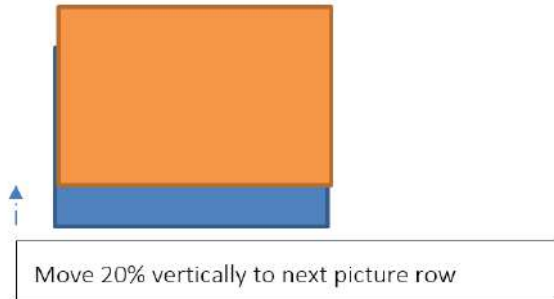


Figura 3-13 solapamiento vertical

He aquí un consejo, ilustrado con una superposición vertical:



Memoriza la posición de la siguiente imagen: Aquí el borde de plantación a los pies

En la siguiente foto el borde de plantación es el borde de la foto

Figura 3-14 punta de solapamiento vertical

Automáticamente: utilice el time-lapse o el GPS-lapse como se ha explicado anteriormente.

NB: no es un problema tener un gran solapamiento (95% por ejemplo).

3.8 Principio de la fotogrametría de edificios completos :

Por fachada tras fachada : Proceder fachada tras fachada, las esquinas deben haber sido rodadas cada vez.



Figura 3-15 trayectoria para fachada y edificio 3D con extensión de los límites de las caras

Es necesario "ver" las fachadas conectadas.

Una toma vertical de los ángulos, a 45° de las fachadas y de cara a los ángulos es muy interesante.

En vuelo circular:

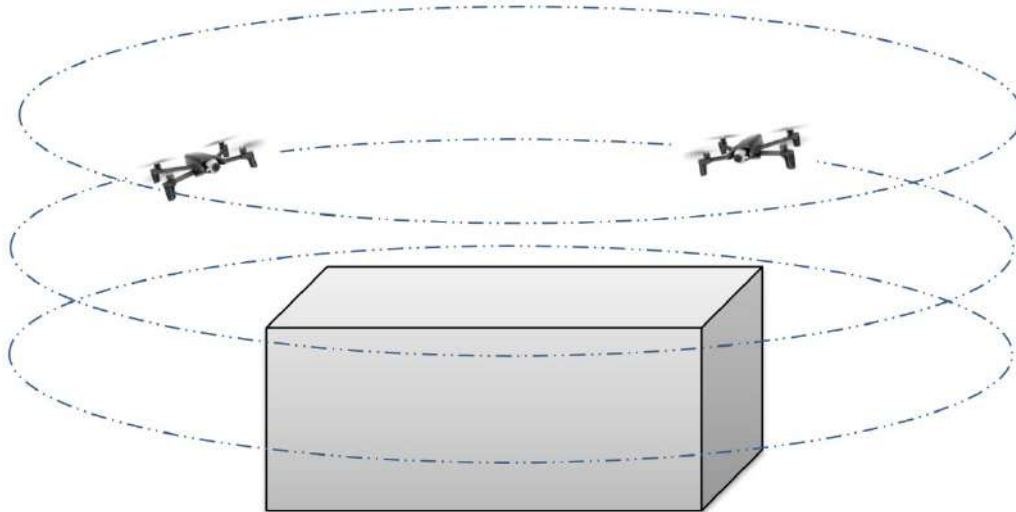


Figura 3-16 vuelos circulares para edificio 3D

- En el vuelo circular más bajo, la cámara está en horizontal, o incluso inclinada hacia arriba para "ver" bajo los balcones o pasarelas exteriores (en este caso hay que ajustar el brillo para obtener buenos detalles en la sombra)
- Al subir, inclina la cámara hacia abajo para mantener el edificio centrado.
- Si hay árboles alrededor del edificio, puede ser necesario realizar un vuelo de fachada cercano (véase más arriba). Este vuelo se procesará aparte del resto de las imágenes, y luego se fusionará con el resto del modelo

- Variar el diámetro de los círculos no suele ser necesario y puede inducir a error al software, al intentar hacer coincidir un primer plano con una foto desde más lejos.

Un vuelo circular también es útil alrededor del pico de una montaña, o alrededor de una colina.

4. Vuelo programado

El dron es pilotado por un programa informático que analizará el perímetro que hay que inspeccionar y determinará un rumbo ideal respetando las necesidades de cobertura de las fotos.

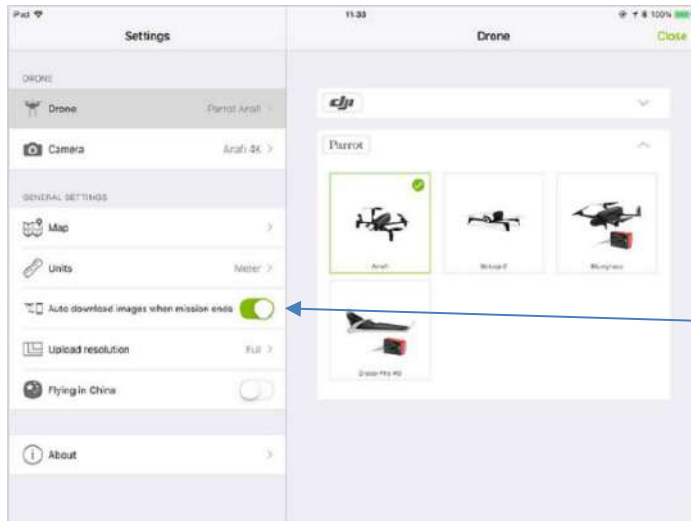
Este vuelo sólo es aplicable para una superficie en el suelo o un edificio en vuelo circular

- Sin fotogrametría de fachada
- No hay fotogrametría de edificios complejos o altos

4.1 Principios de programación

Ilustrado con el software "PIX 4D Capture" que es gratuito y europeo.

o Elección del dron y ajustes generales



Recomendamos no descargar las fotos del dron automáticamente; agota la batería, llena la memoria del smartphone utilizado con el mando a distancia y lleva tiempo. Utiliza directamente la tarjeta del dron.

Figura 4-1 Configuración de Pix4Dcapture

- Solapamiento fotográfico longitudinal y transversal
- Velocidad del dron
- Ángulo de la cámara

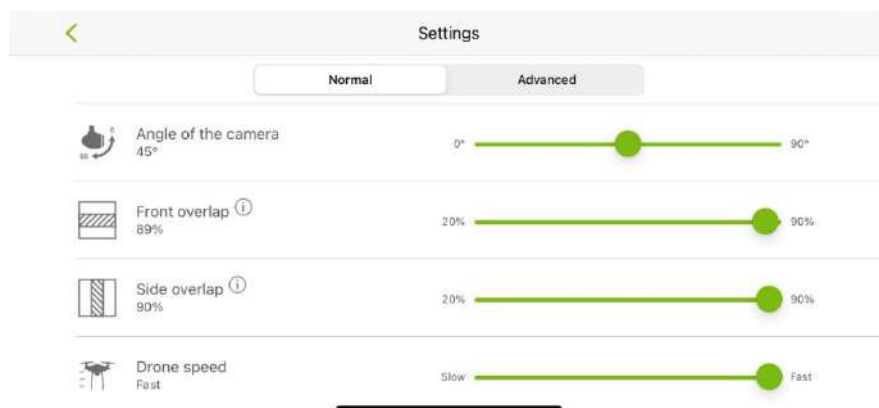


Figura 4-2 Ajustes de solapamiento de Pix4DCapture

Un primer vuelo en ángulo vertical hacia abajo (90°) es esencial.

Se puede añadir otro vuelo con un ángulo diferente, por ejemplo 60°, para captar detalles verticales o bajo árboles altos (hay que poder ver bajo el follaje, el tronco debe estar despejado).

Normalmente basta con un solapamiento del 80% en ambas direcciones.

Una velocidad rápida puede provocar una falta de detalle si la luz es escasa (nubosidad densa) por efecto de giro, ya que el diafragma será largo (tiempo de exposición) y el diafragma muy abierto (falta de profundidad de campo, por lo que es posible un ligero desenfoque).

Cuanto más bajo vuele la cámara, más lenta deberá ser su velocidad para evitar el desenfoque.

Pantalla siguiente: **Tipo de vuelo**

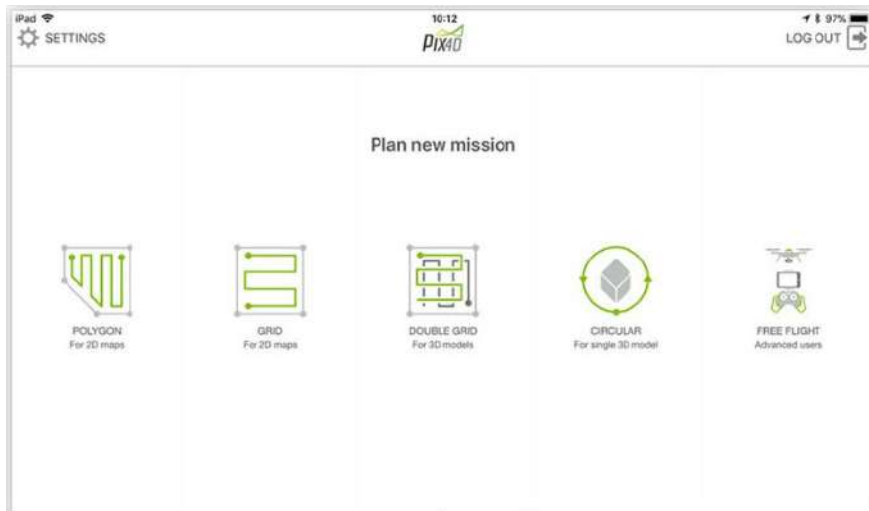


Figura 4-3 Selección de la trayectoria de vuelo de Pix4DCapture

Vuelo en cuadrícula: el programa seleccionará la trayectoria en función de la configuración de la cámara y la altitud para garantizar un buen solapamiento. También ajustará la velocidad para garantizar una buena calidad de imagen.

Para obtener un buen modelo 3D se necesita una cuadrícula doble con una cámara de 80° hacia abajo. Selecciona "polígono" si el área a topografiar no es rectangular, o para evitar sobrevolar el dominio público o propiedades sin permiso.

Vuelo circular: recomendado para un edificio, e incluso posiblemente varios círculos a diferentes alturas e inclinación de la cámara.

Pantalla siguiente: **posición y forma de la misión de vuelo**

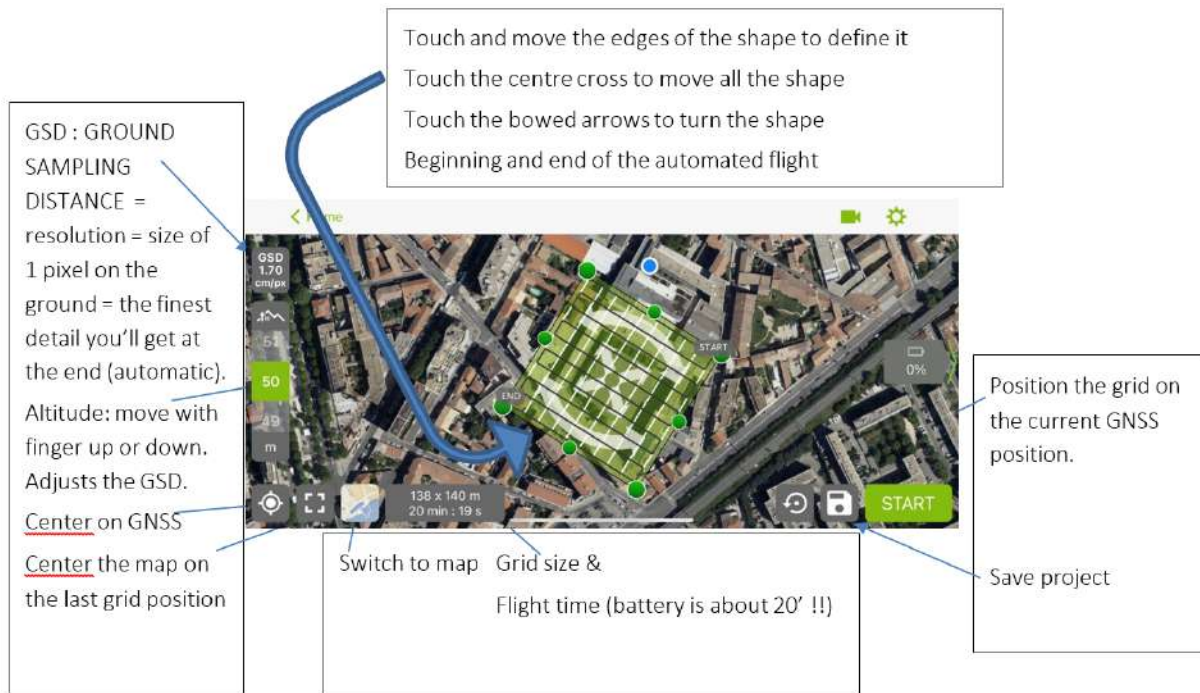


Figura 4-4 Ajuste de la trayectoria de vuelo de Pix4DCapture en el mapa

Seleccione siempre un área mayor que la parte que desea cartografiar para evitar que se produzcan solapamientos en los bordes. **ATENCIÓN:** si necesita cartografiar una parcela entera, esto significa que necesitará una autorización de sobrevuelo para las parcelas vecinas, y a menudo también para el dominio público... ¡vuelo en categoría específica!

Altitud: tenga cuidado con el ajuste, el dron puede chocar con un obstáculo que estaría más alto que su altitud, **un vuelo de prueba manual con localización del punto más alto puede ser necesario.** Una altitud demasiado elevada dará una resolución menos buena sobre el terreno (GSD). Vuele entre 20 y 30 m. el programa no sobrevuela obstáculos: la altitud permanece **constante. ¡La altitud se mide sólo desde el punto de despegue!**

Tiempo de vuelo: compruebe el tiempo de vuelo para evitar interrumpir el vuelo automático si se agota la batería. Por lo general, el programa se reanuda donde se interrumpió. Se pueden programar 2 vuelos en una misma rejilla para cambiar la batería, girando el 2º vuelo 90° con respecto al primero, lo que al final hace una rejilla doble...

La **GSD** : Distancia de muestreo del suelo. Es el tamaño de 1 píxel de la fotografía proyectado sobre el terreno. Depende de la altitud, la distancia focal, la resolución y el tamaño del sensor de la cámara... sólo puedes ajustar la altitud, pero recuerda que si hay relieve, entonces la GSD cambiará según la altura del dron sobre el suelo o la construcción. La GSD es el detalle más pequeño que obtendrás en tu modelo final (si el procesado mantiene la precisión...)

Siguiente pantalla: **Lista de comprobación e inicio**



... siga las instrucciones...

Siguiente pantalla: **vuelo de drones**



Figura 4-5 Visualización de la misión Pix4DCapture mientras el dron vuela

Pantalla siguiente: **descarga de imágenes**

Comprueba la calidad de las imágenes seleccionando algunas de ellas. Si están borrosas o no tienen suficiente detalle, cambia los parámetros y vuelve a lanzar la misión.

Se recomienda no descargar las fotos desde el dron : agota la batería y llena la memoria del smartphone utilizado con la emisora. Elígelo en la primera pantalla.

Es posible proteger las imágenes subiéndolas a la nube.

5. Procesamiento

5.1 Ejemplo software : Agisoft Metashape

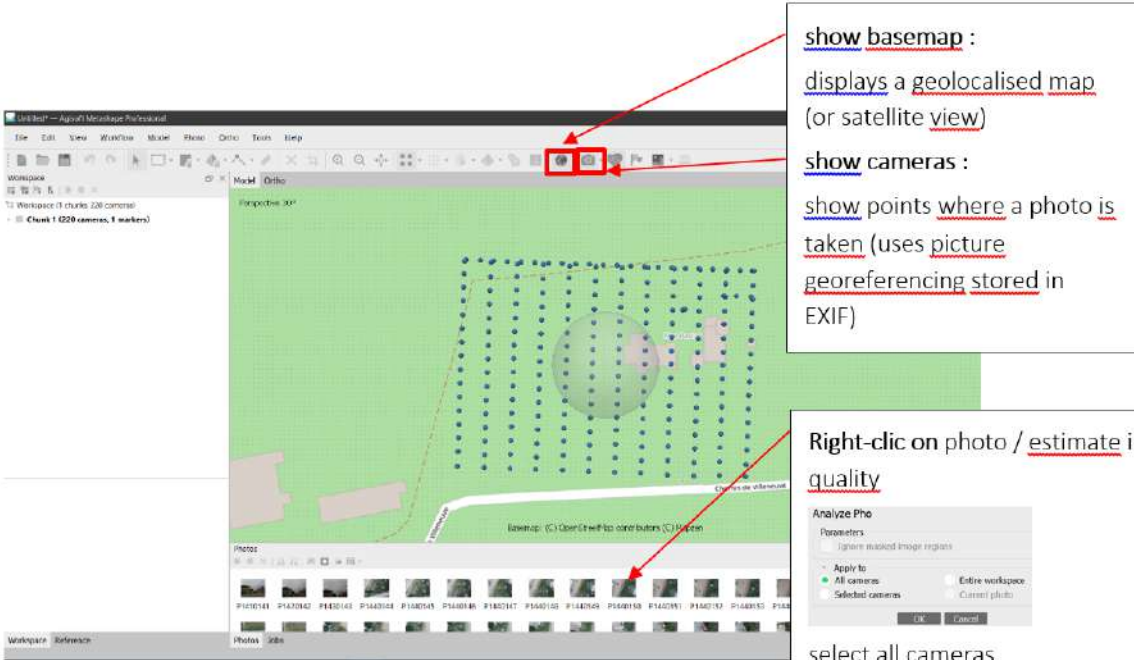
Existen muchos software de fotogrametría (pix4DMapper, Meshroom, Recap pro, 3DF Zephyr...), tomaremos el ejemplo de este software bastante extendido, sin pretender que sea mejor que los demás. El funcionamiento general de todos los programas es muy similar. Aquí todos los pasos, a veces ocultos en otros softwares, son claramente visibles y progresivos.

5.2 Cargando imágenes

Flujo de trabajo del menú: Añadir fotos (seleccionar las fotos una a una o por lista) o Añadir una carpeta... (mejor opción para añadir todas las fotos tomadas por el dron y preseleccionadas en una carpeta) (seleccionar " cámara única ")

Nota : es posible muestrear un vídeo (con un software específico) para extraer fotos.

Un "shunk" es un grupo de fotos procesadas juntas



show basemap :

displays a geolocalised map (or satellite view)

show cameras :

show points where a photo is taken (uses picture georeferencing stored in EXIF)

Right-click on photo / estimate image quality

Analyze Photo

Parameters

Ignore masked image regions

Apply to:

All cameras Entire workspace

Selected cameras Current photo

OK Cancel

select all cameras

Will permit to delete bad photos (definition, blur...)

Select "details" and eliminate photos with quality <0.5

(Right-click – disable camera)

Label	Size	Aligned	Quality	Date & time	Make	Model	Focal length	F-stop	ISO
P1440140	4096x3456		0.82508	2022-03-07T11:18:02.721000+01...	Parrot	Anafi	4	f/2.4	104
P1530206	4096x3456		0.82812	2022-03-07T11:25:02.444000+01...	Parrot	Anafi	4	f/2.4	168
P1540105	4096x3456		0.82894	2022-03-07T11:26:06.498000+01...	Parrot	Anafi	4	f/2.4	184
P1470145	4096x3456		0.85307	2022-03-07T11:30:07.815000+01...	Parrot	Anafi	4	f/2.4	151

Figura 5-1 Imágenes cargadas con Metashape

5.3 Alinear fotos

En esta fase, el programa busca puntos comunes entre las fotos, encuentra las posiciones relativas y la orientación de las fotos, para construir un modelo de nube de puntos dispersa.

Flujo de trabajo del menú:

La alta calidad es buena para el resto del proceso, pero
lleva mucho tiempo.

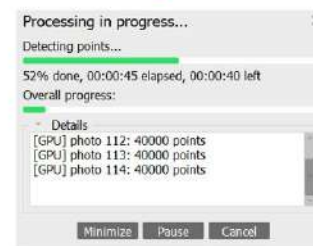
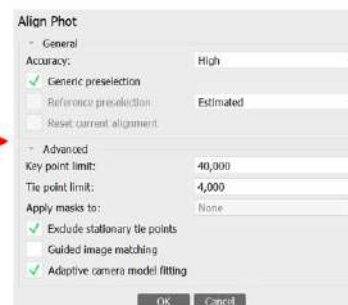
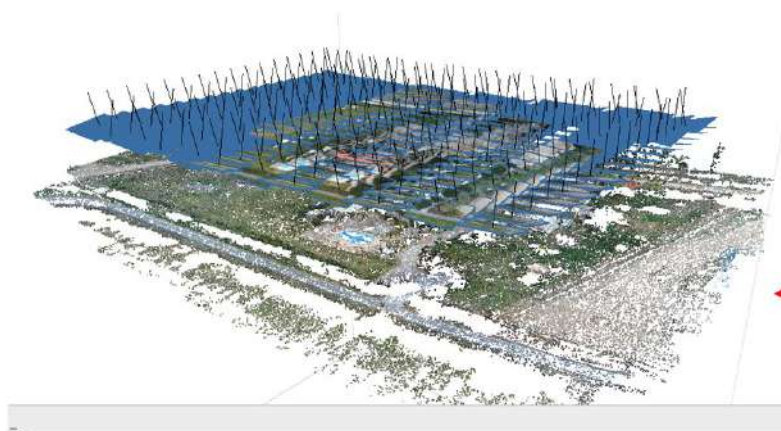


Figura 5-2 Fotos alineadas con Metashape con alturas y líneas de visión

Este primer paso es esencial para iniciar el proceso, es el corazón de la fotogrametría.

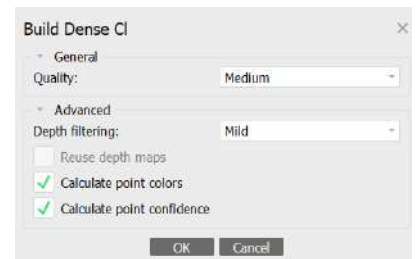
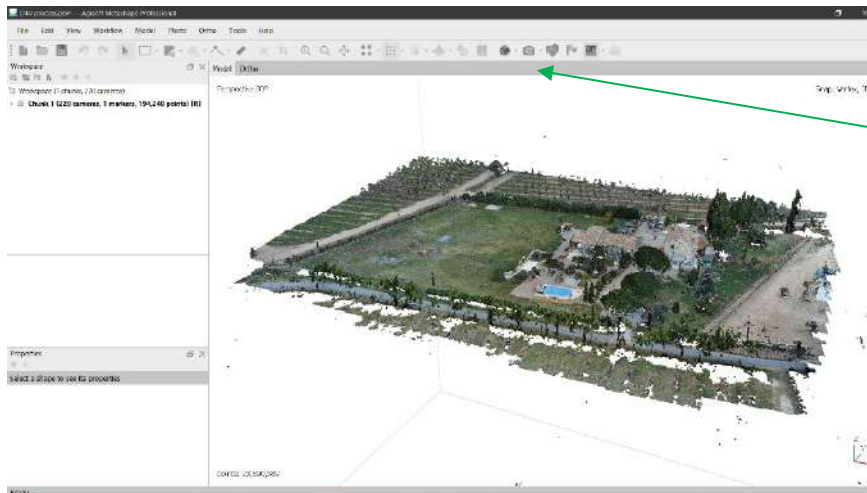
La alineación fotográfica utiliza diferentes informaciones para proceder:

- Numeración de las fotos: normalmente una foto número "x" está junto a la número "x-1", por lo que deben solaparse.
- Geolocalización: el dron registra para cada foto una posición geográfica (lat., long., altura) aunque no sea muy precisa, ayuda porque de una foto a otra, la precisión relativa es buena. Es mucho mejor con un dron que tenga RTK (precisión centimétrica).
- Coincidencia de puntos: este es el núcleo del proceso, el software reconoce formas, colores, contornos que coinciden (mínimo 4 similitudes) y calcula la posición relativa de la cámara para dos fotos, luego para 3, etc.

5.4 Crear una nube de puntos

A partir de las posiciones de las fotos, el programa calcula la profundidad de los puntos de cada foto para combinarlos en una única nube de puntos densa.

Menú **flujo de trabajo** :



Para
activar/desactivar las
imágenes

Figura 5-3 Nube de puntos densa Metashape

Abajo: En esta pantalla algunos lugares son blancos: no hay ningún punto presente aquí, es un "agujero" en la nube de puntos.

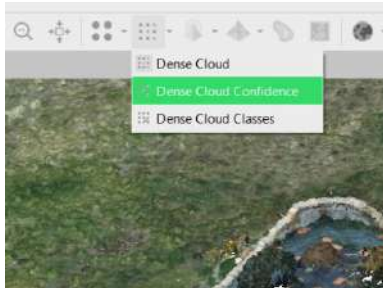
- Bajo el voladizo del tejado
- Bajo los árboles
- En una sombra oscura
- En un lado oculto (de las cámaras)

Cada punto se colorea según su lugar original en la fotografía.



Figura 5-4 Nube de puntos Metashape con espacios en blanco donde no se construyó ningún punto

Seleccionando "confianza en nube densa" comprueba la calidad



La escala está abajo a la derecha: azul 100% de confianza, verde medio, y rojo mala confianza!

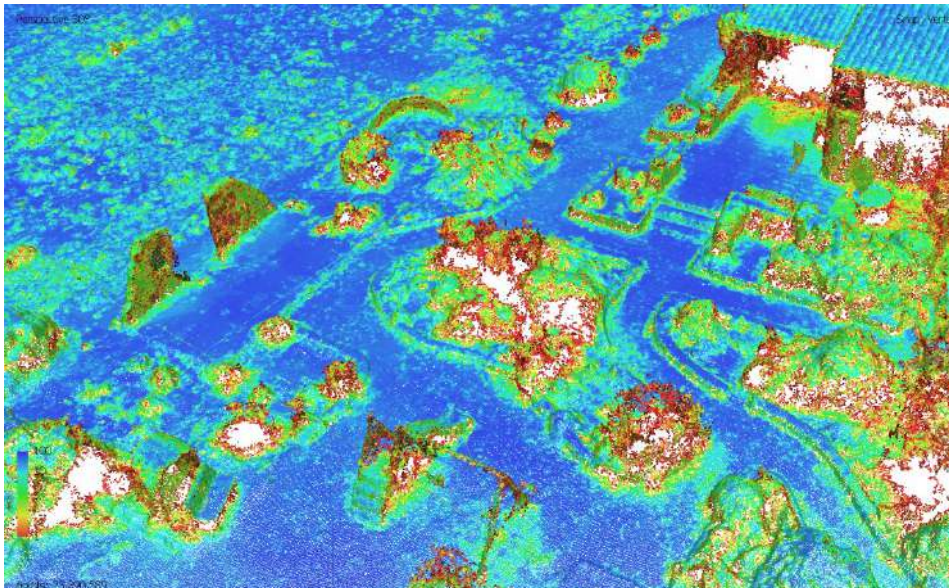


Figura 5-5 Confianza en la nube de puntos Metashape

Esta nube de puntos no es muy buena para los árboles y las fachadas, pero está bien para el suelo, la terraza, los muros pequeños y los tejados.

Suficiente para dibujar el plano, obtener dimensiones, relieve del terreno, preparar un proyecto.

Comprobación del solapamiento de la cámara: para asegurarse de que los puntos estarán definidos por un número suficiente de solapamientos en la zona a encuestar, haga clic en el menú "herramientas // estadísticas de encuesta".

En el color azul, los puntos están presentes en más de 9 fotos, lo que facilita al software la creación del modelo 3D.

Si el área del terreno u objeto que se va a modelar está totalmente cubierta por el color azul, entonces no pasa nada, sigue valiendo hasta 5 fotos

Si no, habría que añadir algunas fotos.

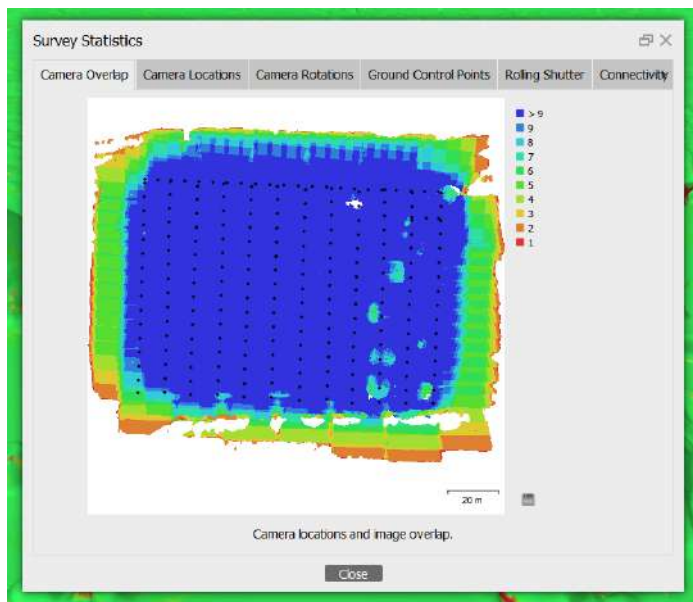


Figura 5-6 Mapa de solapamiento de Metashape

5.5 Escalado y georreferenciación de una nube de puntos

Es muy importante escalar la nube de puntos: sin eso no hay plano, ni medida, ni inserción en otro proyecto posible.

Veremos 2 métodos:

- Por coordenadas: algunos puntos se han topografiado con un GNSS o una estación total vinculada, al menos 4, pero mejor con más, y los encontramos en las fotos, establecemos un marcador en ellos y hacemos coincidir la nube de puntos con las coordenadas topografiadas de estos marcadores. La ventaja es que, al mismo tiempo, la nube de puntos se localiza con precisión.
- Por distancias medidas: en el lugar de trabajo se mide la distancia entre puntos marcados o notables y se informa de ello en el modelo. Esta solución no localiza con precisión la nube de puntos, la precisión sigue siendo la de las fotos, es decir, la del GNSS del dron.

Control del sistema de coordenadas de las fotos

Las fotos han sido georreferenciadas por el dron, pero sin RTK, la precisión es métrica: no es buena para escalar y vincular a un sistema de coordenadas legal.

Ejemplo con el sistema jurídico francés : RGF93.

Despliegue la ventana "referencia" con Ver // Referencia y luego pestaña "referencia" hacia abajo en la ventana del espacio de trabajo.

-Identifique en qué sistema de coordenadas están referenciadas las fotos

Normalmente es el sistema internacional WGS84, utilizado por el GNSS del dron.

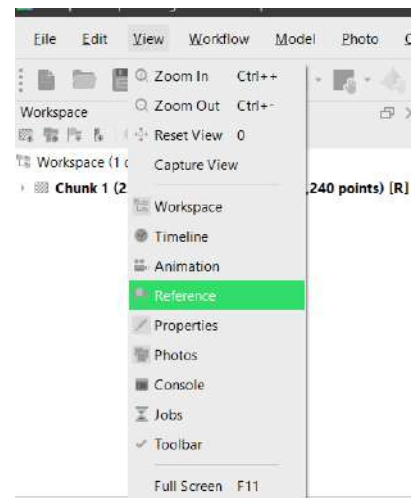


Figura 5-7 Referencias de Metashape que muestran la elección

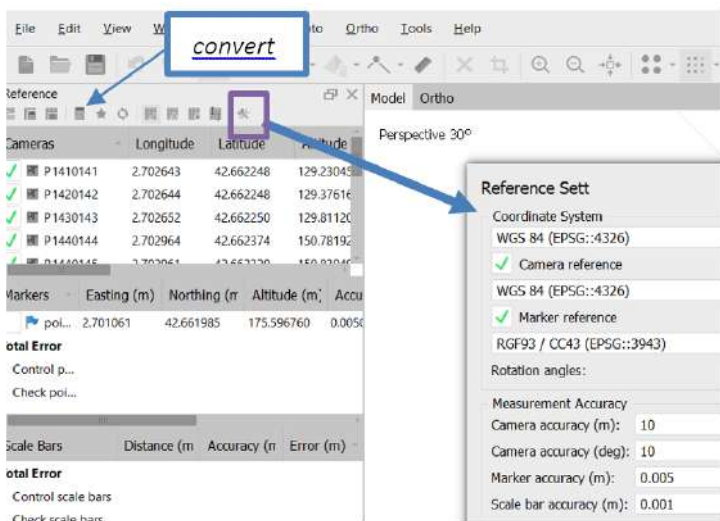


Figura 5-8 Ajuste y conversión del sistema de coordenadas Metashape

(EPSG = European Petroleum Survey Group, codifica todos los sistemas del euro, véase el módulo geolocalización)

- Si las fotos no están en el mismo sistema de coordenadas que las referencias, hay que convertir las fotos en el sistema de las referencias con el comando **Convertir**. Aquí es el caso : el control muestra que las coordenadas son WGS84, pero nuestras referencias están en RGF93
- Seleccione el sistema de llegada : el sistema en el que desea geolocalizar su nube de puntos, el sistema en el que están las coordenadas de su referencia.



resultado

Figura 5-9 punto focal de las cámaras en el nuevo sistema de coordenadas

- Importar las referencias de un archivo CSV: nombre, este, norte, elevación,

	A	B	C	D
1		1	1675604.889 2162482.927	122.820
2		2	1675530.730 2162457.044	123.990
3		3	1675604.861 2162472.851	122.800
4		4	1675623.422 2162525.086	122.570
5		5	1675629.056 2162494.879	122.610
6				

Figura 5-10 Archivo Excel CSV con los nombres de las referencias (A) y las coordenadas (B, C, D)

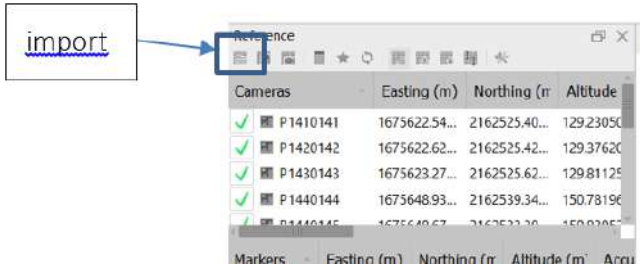


Figura 5-11 icono de importación

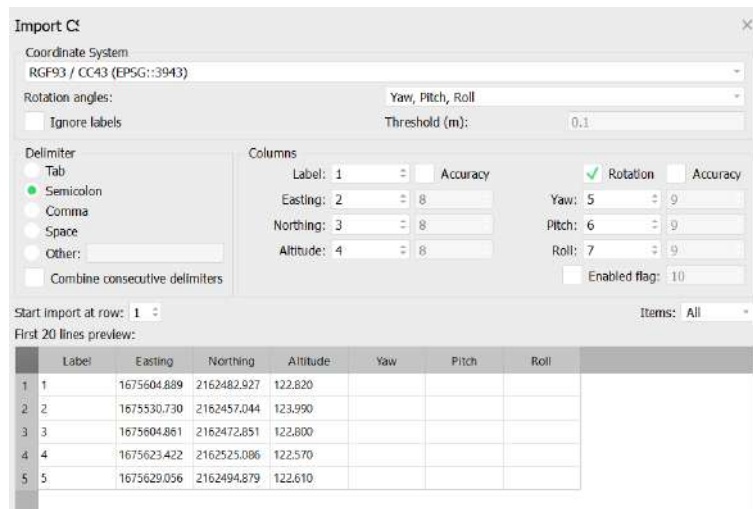


Figura 5-12 lista de referencias cargada para la importación

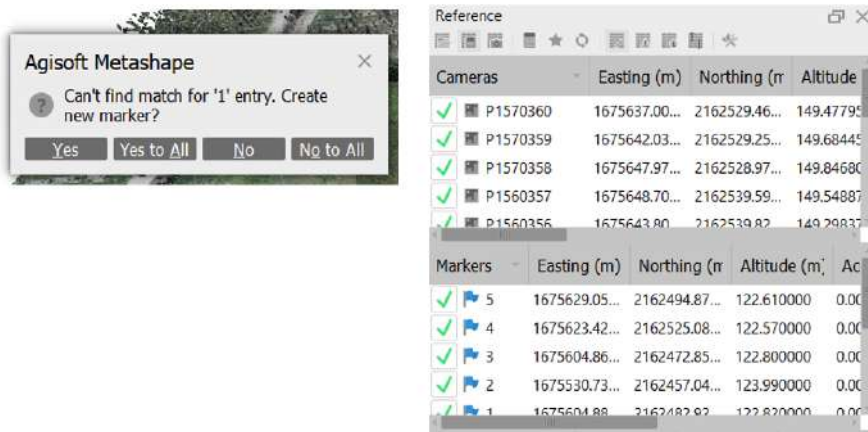


Figura 5-13 marcadores creados tras la importación de referencias

Marca "sí a todo" y el programa creará marcadores con el nombre de las referencias.

Los puntos aparecen en la nube densa :

En este ejemplo el trabajo no es muy profesional : las referencias son ángulos o puntos naturales, no objetivos como se ha dicho anteriormente... por el momento no están exactamente en el lugar correcto.



Figura 5-14 marcadores creados en la nube de puntos

Las fotos que contienen un marcador se identifican con una bandera:

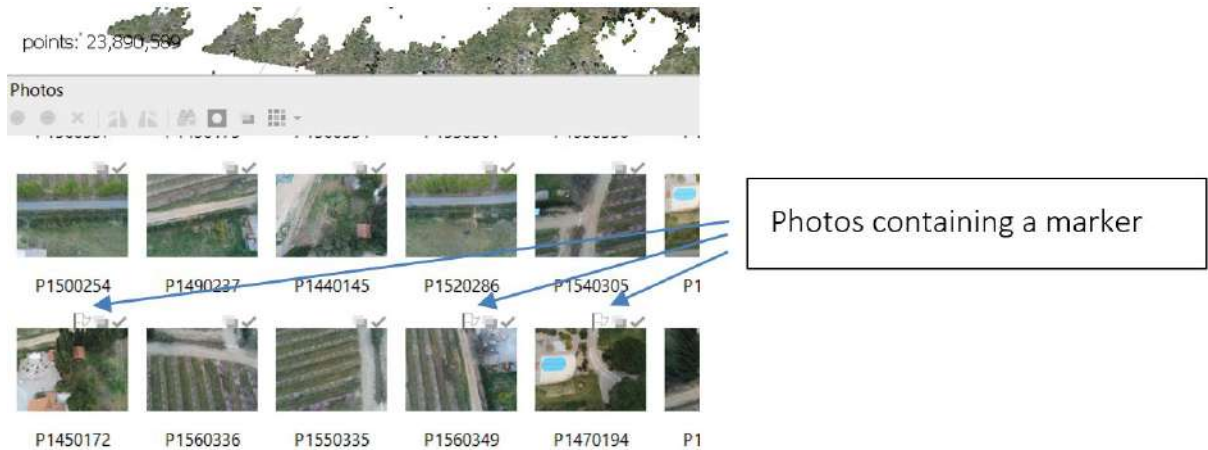


Figura 5-15 fotos que contienen marcadores identificados por una bandera

Nota: Haga clic con el botón derecho del ratón en el número de un marcador (en la ficha de referencia o en sí mismo) para mostrar sólo las fotos en las que está presente este marcador.

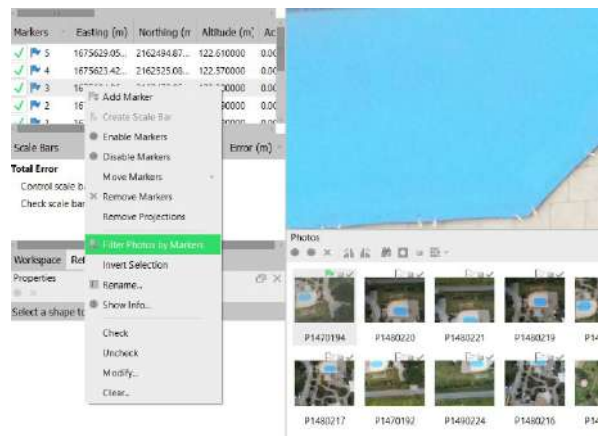


Figura 5-16 autoseleccionar fotos con un marcador específico

Para volver a visualizar todas las fotos, haga clic en el binocular (restablecer filtro).

Haz doble clic en una foto y reposiciona cada marcador en su posición exacta directamente en la foto.

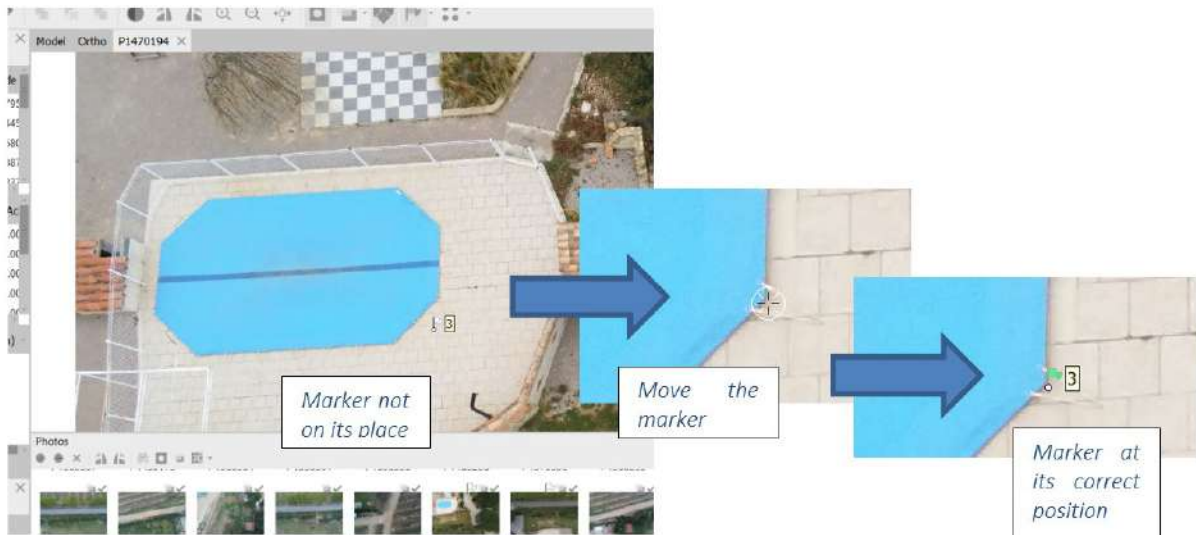


Figura 5-17 posicionamiento de los marcadores

En una primera foto, selecciona un marcador (haciendo clic sobre él) y colócalo sobre la referencia identificada (cruz, marca de pintura, ...). A continuación, compruebe en 2 o 3 fotos que contengan el mismo marcador, la buena colocación del mismo.



Nota: ¡mucho mejor si no te olvidas de colocar los objetivos () en el suelo!

- Se deben marcar los puntos de escala que se van a utilizar para el cálculo de escala de la nube de puntos y desmarcar aquellos (normalmente menos fiables) que sólo se van a utilizar como puntos de control.
- - Una vez reposicionados los puntos y comprobados los puntos de escala, hay que lanzar el cálculo que transforma la nube de puntos para ajustarla a los puntos de referencia.

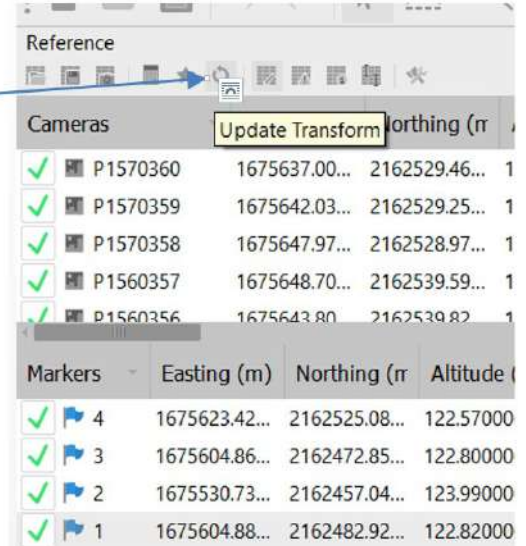
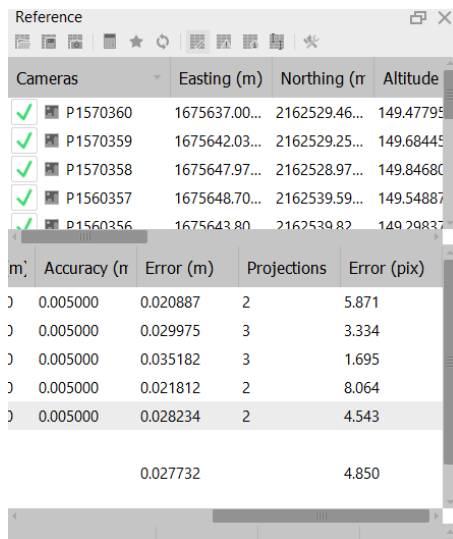


Figura 5-18 cálculo de la transformación de lanzamiento

El **control de calidad** de la transformación y de los puntos utilizados debe supervisarse para ajustar los puntos utilizados en caso necesario.

Si los errores parecen coherentes para los puntos de referencia utilizados, es posible pasar a la etapa siguiente.



m	Accuracy (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
)	0.005000	0.020887	2	5.871
)	0.005000	0.029975	3	3.334
)	0.005000	0.035182	3	1.695
)	0.005000	0.021812	2	8.064
)	0.005000	0.028234	2	4.543
		0.027732		4.850

Deslice las coordenadas de referencia para visualizar los resultados de la transformación: aquí sólo 2,78 cm de error medio, aceptable.

Figura 5-19 errores relativos de posicionamiento de los marcadores tras la transformación



Figura 5-20 nube de puntos escalada y geolocalizada con precisión

5.6 Escalado de la nube de puntos mediante marcadores dimensionales

Esto escala la nube de puntos pero no la geolocaliza.

Se utiliza principalmente para edificios (u objetos).

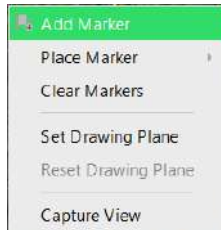
Para este trabajo se necesitan una o varias referencias dimensionales: medir algunos elementos del edificio.



Figura 5-21 dimensiones medidas en una puerta

Método Barras de escala Metashape

Haz doble clic en una foto en la parte inferior de la pantalla para que aparezca en el centro, haz clic con el botón derecho del ratón: Elegir: Añadir marcador



- Posicione sobre las fotos en cuestión los marcadores (Punto 1, Punto 2 ...) correspondientes a las distancias conocidas y si es necesario vuelva a posicionarlos sobre otras fotos, hasta el correcto posicionamiento de éstas.

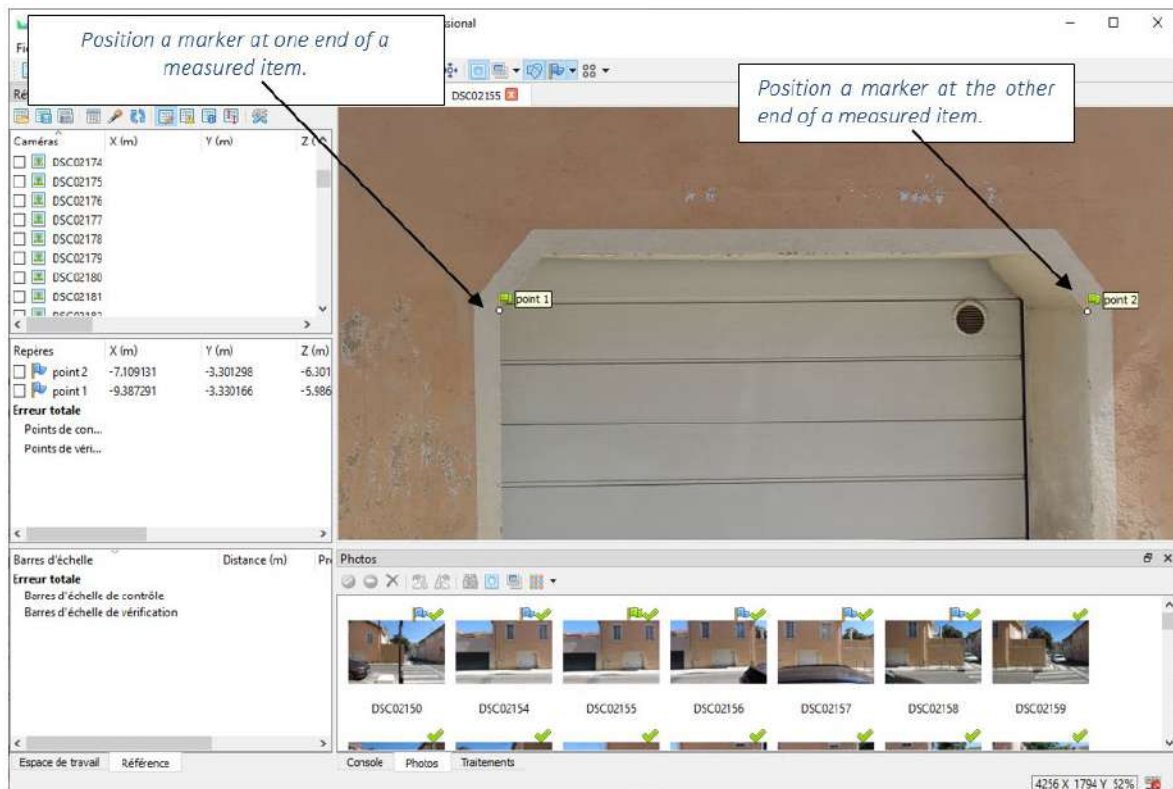


Figura 5-22 marcadores en una foto

- Seleccione con la tecla Ctrl la pestaña Referencia, seleccione los 2 marcadores afectados por una distancia conocida.

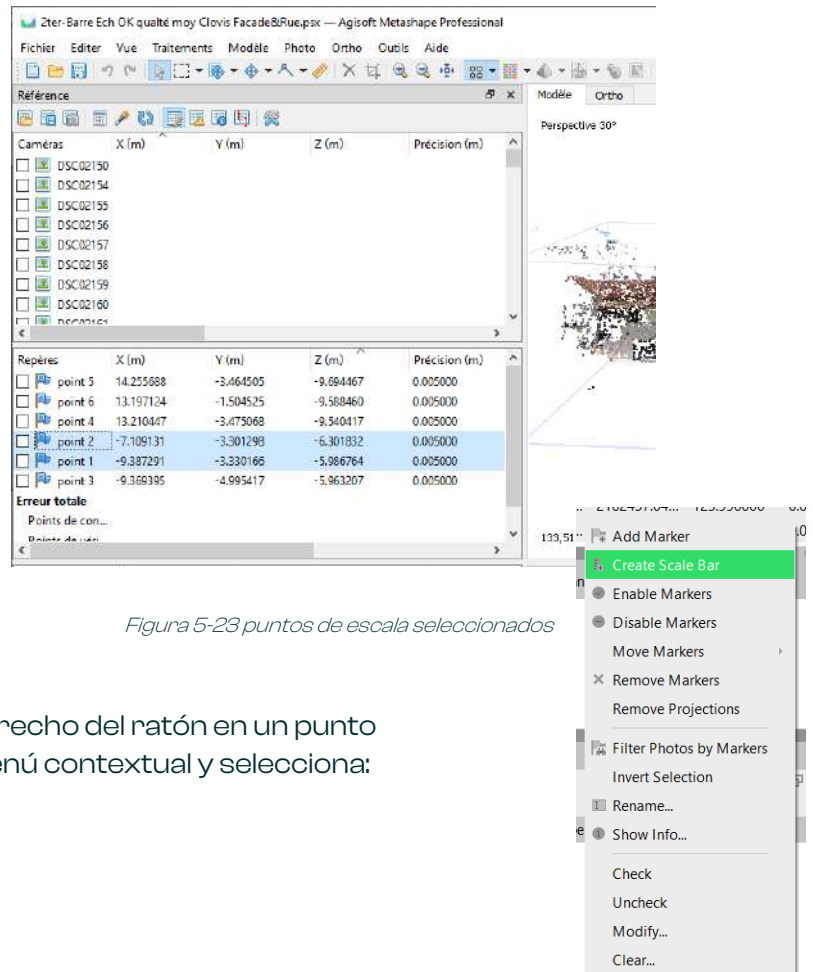


Figura 5-23 puntos de escala seleccionados

- Haciendo clic con el botón derecho del ratón en un punto seleccionado, despliega el menú contextual y selecciona:
- crear una barra de escala.

Figura 5-24 menú contextual para crear una barra de escala

- Haga doble clic en el cuadro de distancia situado tras la barra de escala recién creada e introduzca su longitud conocida en metros.

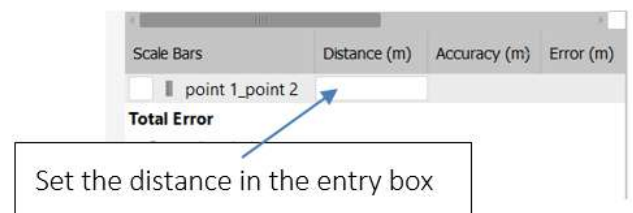


Figura 5-25 ajuste de distancia

Hágalo con todas las longitudes medidas en la obra.

- **Actualiza la transformación para tener en cuenta la barra de escala creada.**

Nota: En cuanto a los puntos de referencia, las barras de escala comprobadas se tienen en cuenta para los cálculos de transformación, mientras que las no marcadas se utilizan sólo como control.

- Verificar la calidad de la transformación comprobando los valores de los errores resultantes de la transformación.

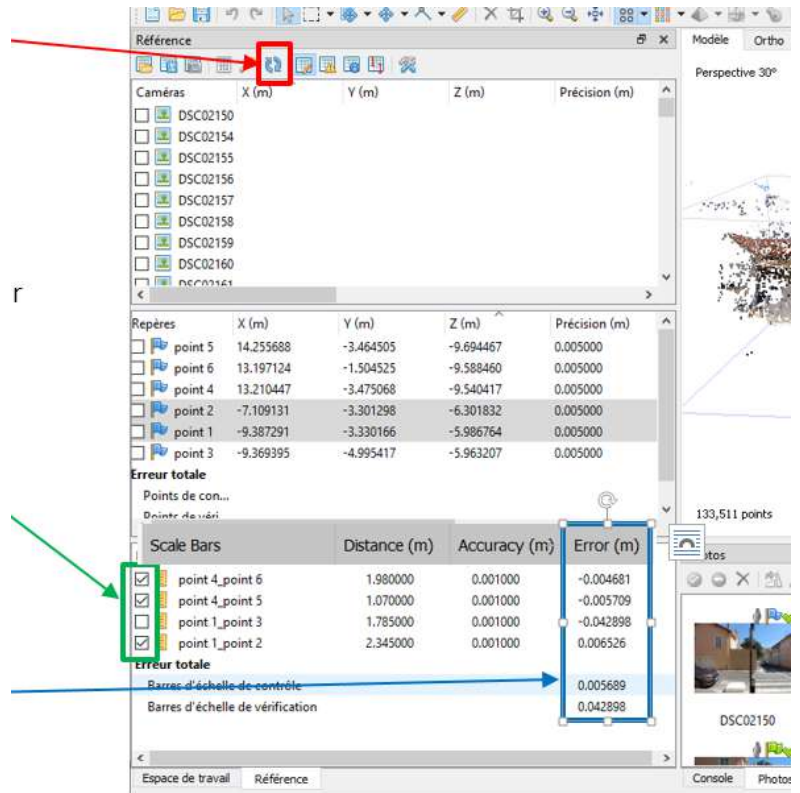


Figura 5-26 comprobación de la precisión tras la transformación de la nube de puntos

- Compruebe la escala

Una vez realizado el escalado, no importa el método, es posible medir las distancias entre diferentes puntos con el comando Regla (tecla de espacio para borrar).

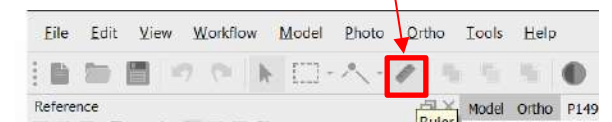


Figura 5-27 comprobación dimensional manual tras la transformación de la nube de puntos

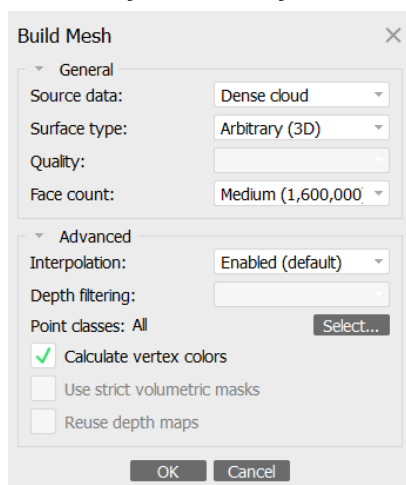
6. Obtener una malla simple o una malla con texturas

6.1 Elaboración de una malla 3D

Este paso permite crear superficies poligonales a partir de la nube densa.

A continuación, es posible visualizar el modelado con distintos modos de visualización (sombreado, sólido, ...).

Menú **flujo de trabajo** :

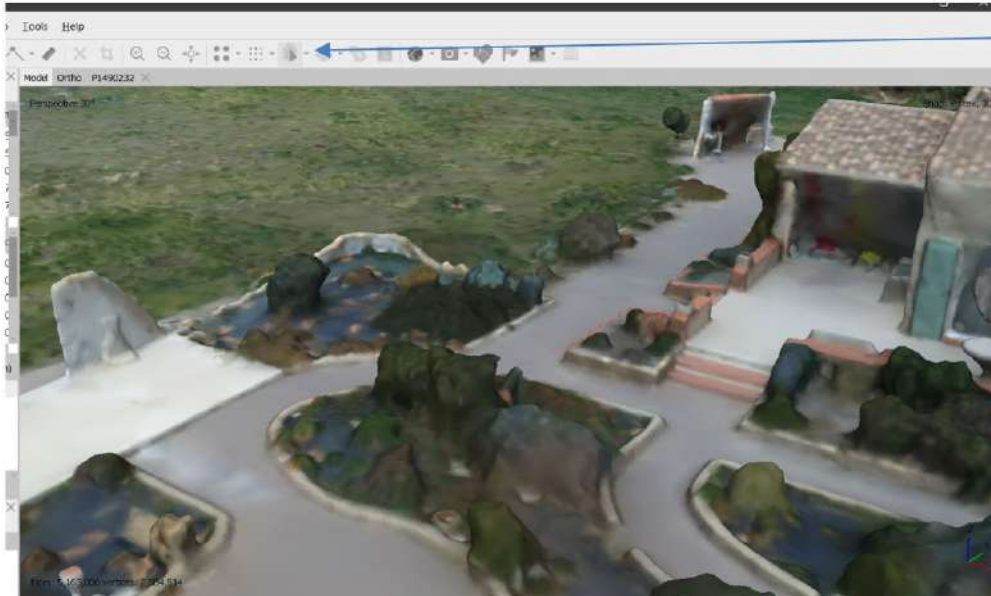


Utilizando **"arbitrario"** se crea una malla 3D habitual con caras alrededor de los objetos; **"campo de altura"** es una superficie que sube verticalmente, mejor para terrenos, superficies planas, paisajes, volumen de montón en una cantera... utiliza menos memoria y potencia del ordenador.

La cuenta de cara depende de su ordenador, del resultado esperado y de la capacidad del ordenador de su cliente para visualizar la malla...

La interpolación reduce el número y el tamaño de los agujeros en el modelo, si se desactiva, todos los agujeros permanecen y tienen que ser post-procesados.

Extrapolación rellena todos los agujeros, pero a veces genera una geometría falsa, también se puede post-procesar.



Haga clic para seleccionar la vista de malla

Laterales: La malla con alto número de caras

Figura 6-1 malla fabricada con un número de caras "alto"

Abajo: La malla con un número de caras medio



Figura 6-2 malla realizada con un número de caras "medio"

Nota: cuanto mayor sea la alineación, mejor será la malla.

Con el icono "vista de malla"  puede ver

- La malla sin colores "vista sólida"

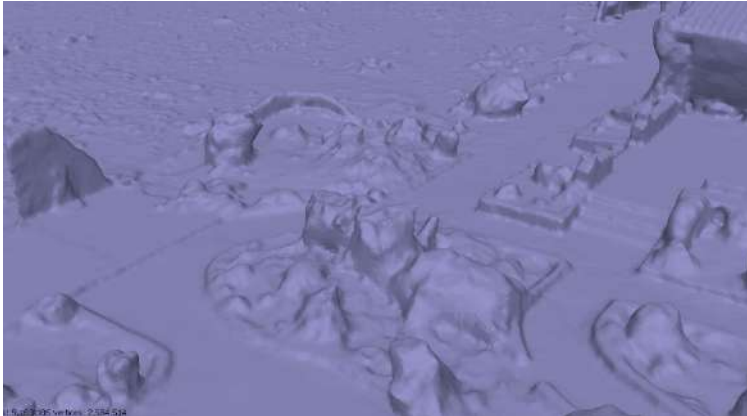


Figura 6-3 malla en vista sólida

- La estructura de la malla

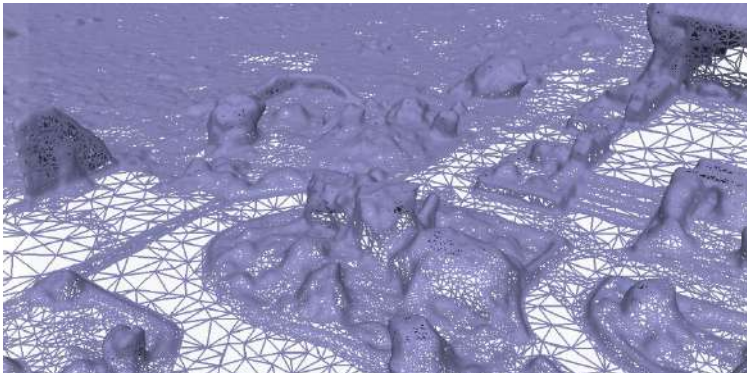
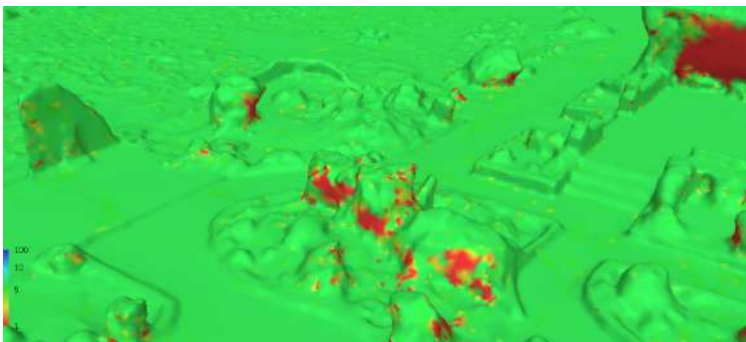


Figura 6-4 malla en vista alámbrica

- La confianza de malla, aquí no es muy buena :



azul= 100%,
verde= no tan malo,
rojo= malo

Figura 6-5 confianza de la malla

6.2 Creación de una textura en la malla

Precaución: si las fotos no son uniformes en brillo o color, utiliza "herramientas // calibrar color" y el programa realizará una normalización de los colores para obtener una mejor textura.

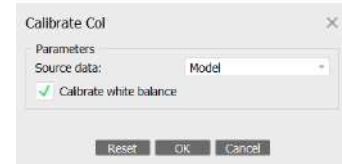


Figura 6-6 calibración del color de las fotos antes de crear una textura

Este paso permite elegir y aplicar los parámetros para crear las texturas (a partir de las fotos) que se aplicarán al modelo 3D en el paso siguiente. Una buena textura permite obtener una calidad visual mucho mejor del modelo final.

Flujo de trabajo: construir textura...

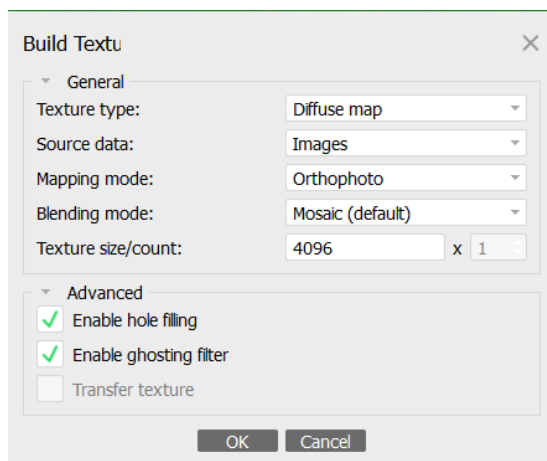


Figura 6-7 menú de procesamiento de texturas

"mapa difuso" es el modo de texturizado normal ("normal" calcula la iluminación para el postprocesado y "oclusión" aplica las sombras del fondo)

La fuente de imágenes es la más precisa

La cartografía "ortofoto" coloca los colores para la vista ortogonal, y la "ortofoto adaptativa" coloca los colores con mayor precisión en los objetos verticales (mejor para fachadas o acantilados).

La mezcla "media" utiliza los colores del punto mejor definido de las fotos.

Habilitar el relleno de agujeros da un resultado encantador

Activar el filtro de imágenes fantasma elimina los objetos en movimiento que no se ven con claridad o no están presentes en todas las imágenes.

NB: aplicar una sola imagen como textura puede hacer un efecto gracioso si le das otra foto que la del lugar a modelar...



Figura 6-8 malla texturizada

Modelo
texturizado

Fíjate en
detalles como
el pavimento,
los bordes de
los muros
bajos...

... pero sigue
sin ser
perfecto.

6.3 Generar un modelo en mosaico

Un modelo en mosaico permite almacenar modelos de grandes áreas o modelos muy finos de áreas pequeñas: los detalles sólo se muestran al hacer zoom.

Proceso del menú :

Normalmente se eligen y almacenan mapas de profundidad, la nube densa es una alternativa

Ajuste la calidad y el tamaño de los píxeles (aquí valores por defecto)

Si el tamaño del mosaico es pequeño, más rápida será la visualización

Otras opciones por defecto

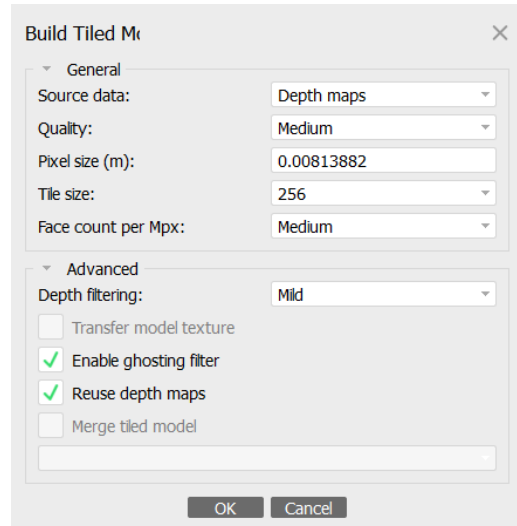


Figura 6-9 menú de procesamiento de modelos en mosaico

El modelo de baldosas es muy realista:



Figura 6-10 vista en mosaico del modelo

El pavimento es fotogénico, al igual que los muros bajos, pero fíjate en el ángulo de la casa... ¡no está bien!

Dentro de la terraza cubierta se pueden ver las fotos estiradas de la opción "rellenar agujeros".

Todo el modelo, con los marcadores, sigue en el mismo lugar correcto: la malla no modificó la geometría ni la geolocalización.



Figura 6-11 modelo completo en mosaico - nótese que la posición del marcador sigue siendo la correcta

Veamos algunos detalles...

La piscina está rodeada por un
La alambrada... ha desaparecido,
Pero se puede ver en el lado de la
pared
Y el lado de la casa de la piscina



Figura 6-12 modelo de baldosas por defecto en la alambrada de la piscina



Figura 6-13 valores por defecto del modelo en mosaico

El canalón del tejado
no está recto, así que
como la puerta del
garaje

El tronco del árbol
está ausente

Las estructuras del
aparcamiento no
tienen postes.

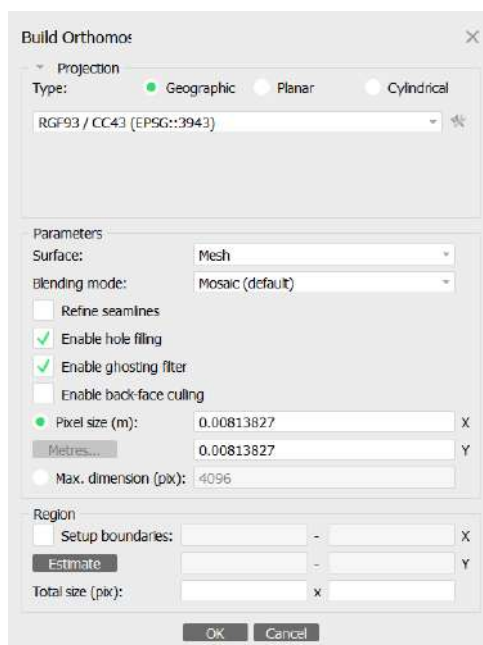
Causa: no hay (buena) foto para definirlos = necesidad de imágenes de modo, por ejemplo, por un vuelo circular alrededor de las casas, a continuación, fusionar los trozos y volver a construir la malla.

7. Obtención de una ortofoto u ortomosaico

Este paso crea una imagen 2D del modelo obtenida por proyección ortogonal de la malla sobre una superficie plana o desarrollable.

NB: todos los errores o agujeros de la malla se verán en el ortomosaico, es sólo una proyección.

Proceso del menú:



Aquí se trata de un terreno, por lo que la proyección es geográfica, en el ordenamiento jurídico del país. Si se tratara de una fachada, elegir "planar" y establecer 3 puntos en la fachada para proyectarla sobre el plano que definen.

Utilizamos todos los valores por defecto

Habilitar el filtro de imágenes fantasma no está en el valor predeterminado

Se puede definir una región para no generar una ortofoto de todo el modelo.

Figura 7-1 menú de procesamiento del ortomosaico

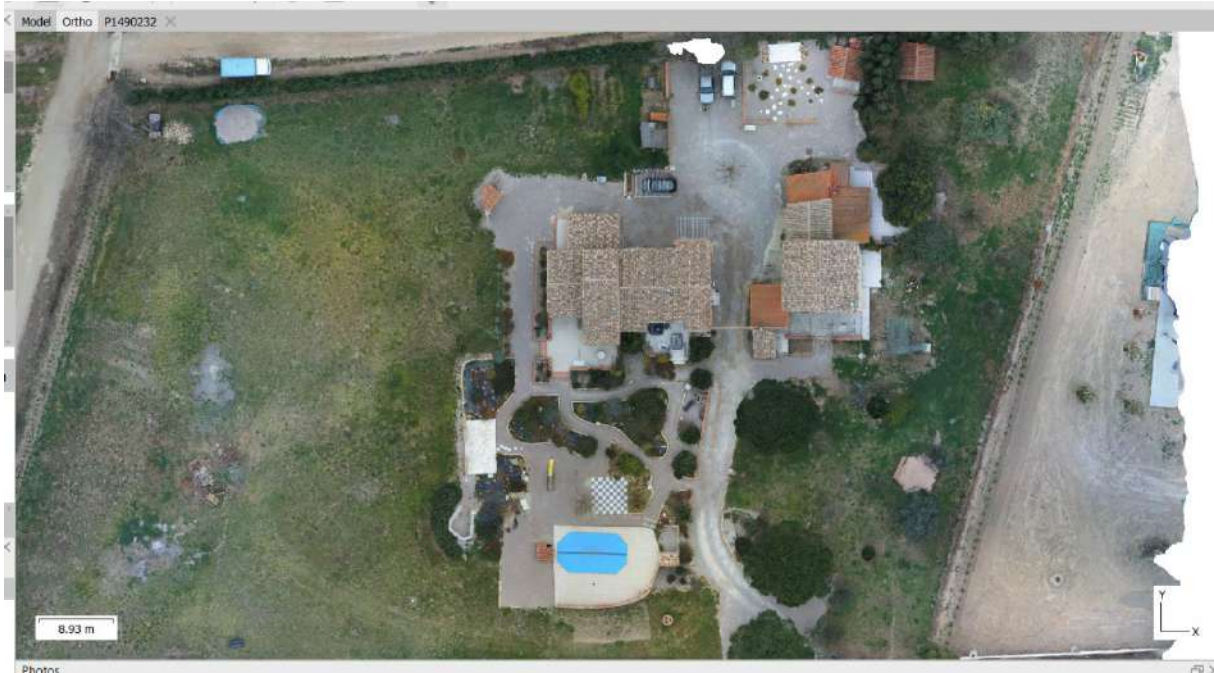


Figura 7-2 resultado del ortomosaico

Puedes comprobar las dimensiones de algunos objetos para asegurarte del escalado
También puedes comparar unas coordenadas con las que obtengas mediante un
sondeo con instrumentos clásicos.

8. Crear un modelo digital de elevación

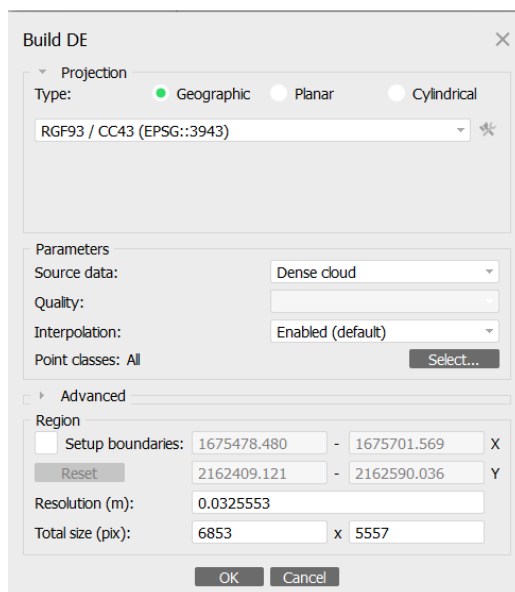
Este paso crea una "vista en planta 2,5D" con elevaciones almacenadas en una cuadrícula regular relacionada.

Se pueden obtener dos tipos de resultados:

- El DSM: digital surface model = todos los puntos del modelo con su elevación respecto a la superficie de la tierra. Todo está en el DSM: vegetación, edificios, vallas... además del suelo.
- El MDT: modelo digital del terreno = sólo el suelo = hay que filtrarlo mediante una operación previa sobre la malla : clasificación de la malla. Esta operación hará "automáticamente" la diferencia entre el suelo, los árboles, los edificios... y luego se podrá filtrar el suelo para obtener sólo el terreno 2,5D, el MDT.

Construir un DSM

Flujo de trabajo del menú :



Utilice una proyección plana si desea establecer una referencia "cero" diferente de la elevación geográfica.

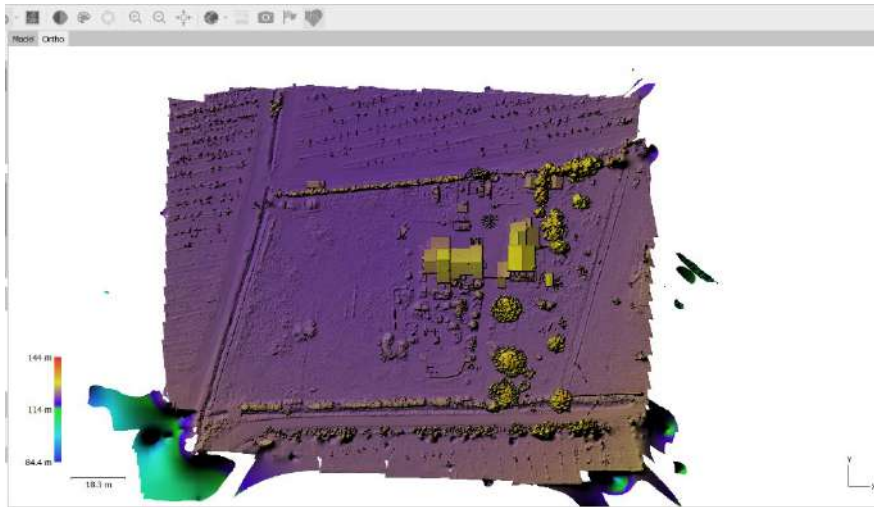
La nube densa es la fuente recomendada

Para habilitar la interpolación DSM

La resolución de la malla de elevación es automática, pero es posible reducir el área a tratar

Figura 8-1 Menú de procesamiento de MDE

Resultado : sin precaución en los bordes de las nubes densas



Ver el resultado en la pantalla "ortho"

Aquí el trabajo de interpolación produjo aberraciones en los bordes.

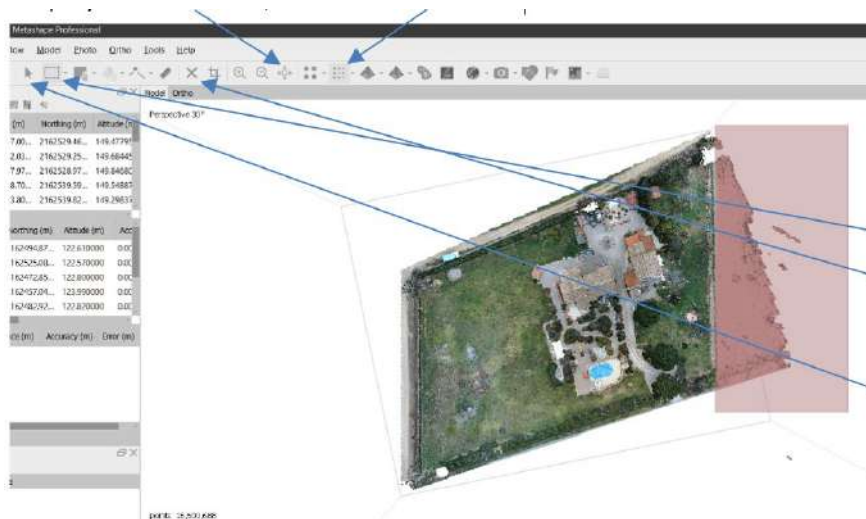
Nuestra densa nube era mala en los bordes, ¡cortemos!

Figura 8-2 Resultado DEM

Cortando la nube DENSA

La nube densa debe limitarse al lugar a modelar y a los puntos buenos:

Visualizar la vista de la cara, y la nube densa



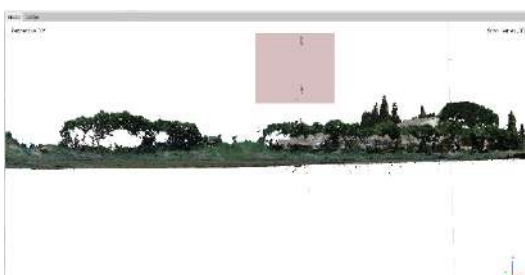
Gira la nube para colocar un lado paralelo a la ventana (mantente en la vista del plano X,Y, no vayas a 3D)

Utilizar la selección rectangular

Haz clic en "suprimir".

Vuelve al movimiento de la flecha y repite con todos los lados

Figura 8-3 corte de nubes densas en vista plana



hacerlo en el lado también, con una vista X, Z o Y, Z.

Figura 8-4 corte denso de nubes en vista en alzado (lateral)

proyecto de registro para finalizar

La nube de puntos ahora sólo contiene la parcela para calcular, puntos buenos.

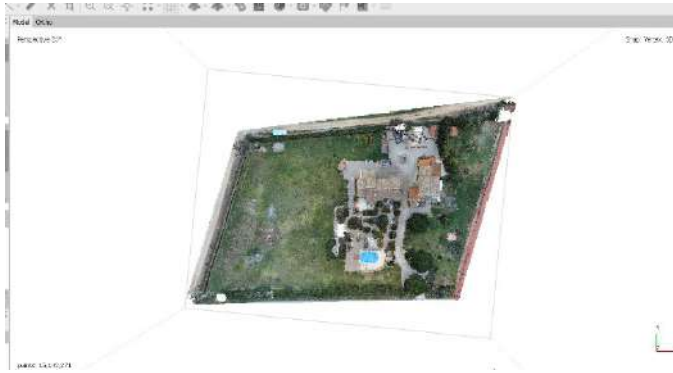
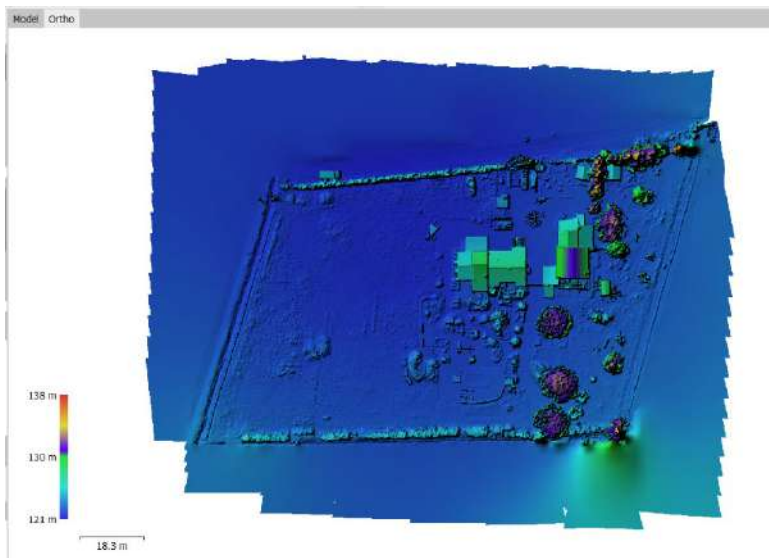


Figura 8-5 nube densa limitada al lugar de trabajo

Repita la operación: Menú **flujo de trabajo** :

se sustituye el DSM anterior



Sigue habiendo incoherencias en uno de los bordes, pero ahora la escala de colores es correcta.

Obsérvese el tejado de la construcción más alta en diferentes colores

Figura 8-6 DEM limitada al lugar de trabajo

Observe que los bordes del MDT siguen siendo grandes: el modelo siempre se extiende hasta el límite de las fotos.

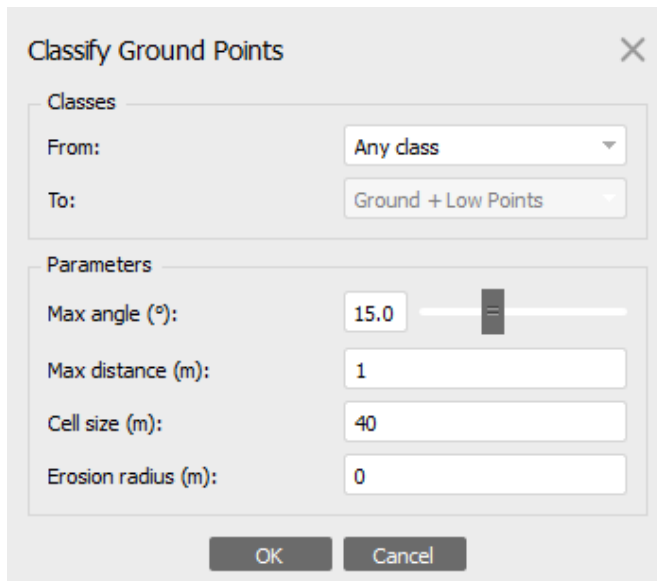
las fotos deben recortarse...

Construir un DTM: primero la clasificación

Antes de procesar la "construcción del DEM" es obligatorio clasificar la nube de puntos.

Esta operación asociará cada punto a una categoría: suelo, vegetación, edificios... entonces será posible crear un nuevo MDE sólo con el suelo para obtener un Modelo Digital del Terreno adecuado.

Menú **herramientas** : nube densa clasificar puntos de tierra...



Pruebe primero con los valores por defecto

El ángulo de 15° está bien para pendientes suaves, si las pendientes son más altas, coloca un ángulo más alto, o si hay rocas en el suelo o acantilados. Este ángulo es una prueba entre dos puntos para clasificar.

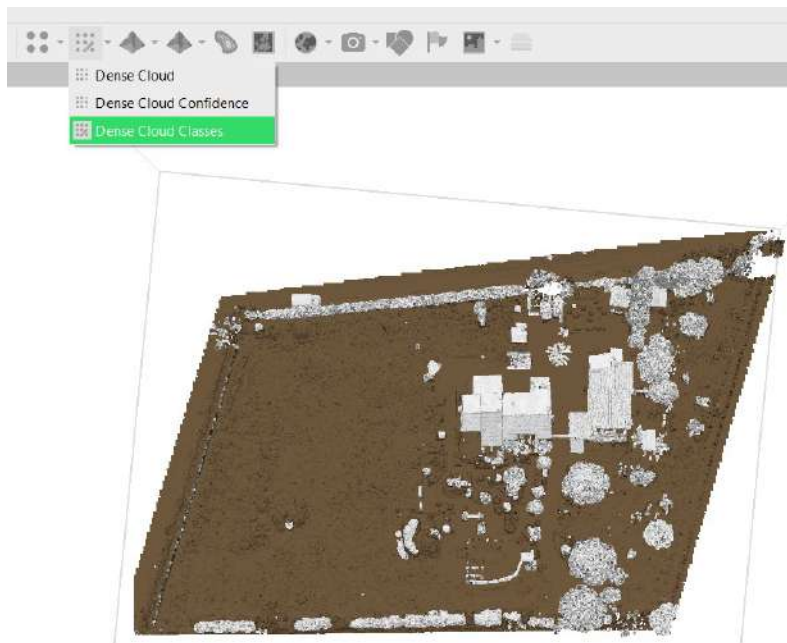
La distancia máxima es la variación vertical máxima entre 2 puntos cercanos: elimina paredes, troncos...

Una celda no contiene ningún punto de tierra, colóquelo grande

El radio de erosión es una distancia para excluir punto sobre la base de punto no suelo, elimina su "muñón".

Figura 8-7 menú de clasificación de nubes densas

Realiza pruebas para obtener el MDT adecuado.



Visualizar el resultado con la barra de herramientas

La clase de suelo está coloreada en marrón

Figura 8-8 nube densa puntos de clase tierra

Cambia los ajustes, y vuelve a intentarlo si no es correcto: abajo ves el resultado de la "distancia máxima de 1m": las paredes se trituran a 1m de altura.



Figura 8-9 nube densa clase suelo puntos vistos cerca: paredes están en la clase equivocada debido a la "distancia máxima de 1m" establecida



Figura 8-10 nube densa clase de suelo puntos correctos

Nuevo intento con 0,1 m de distancia máxima y 0 m de radio de erosión :

Las paredes son totalmente eliminado, pero no toda la vegetación poco

Flujo de trabajo del menú : **construir DEM...**

Haz clic en "seleccionar" junto a "clases de puntos" y selecciona sólo "tierra".

Interpolación activada

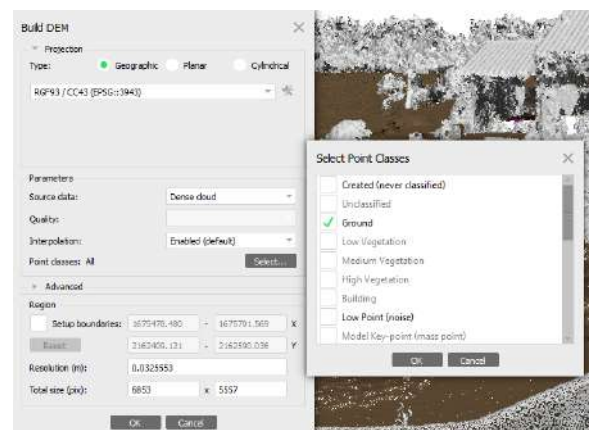


Figura 8-11 Menú Construir MDE con selección de terreno para MDT

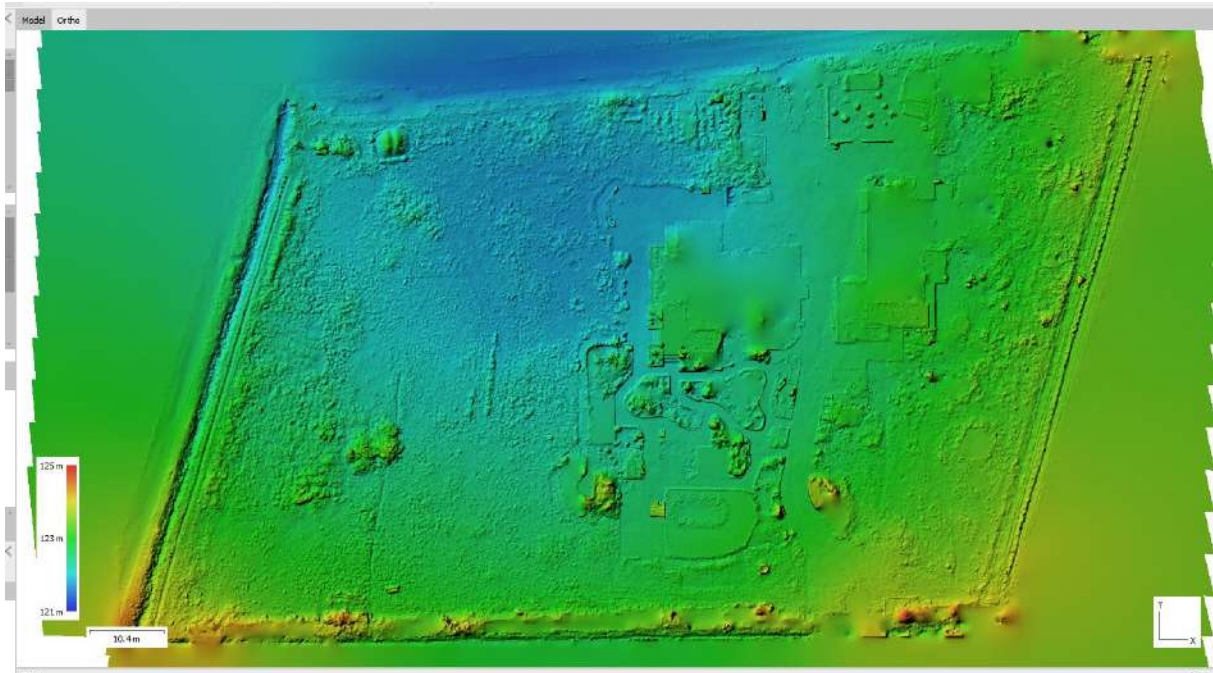


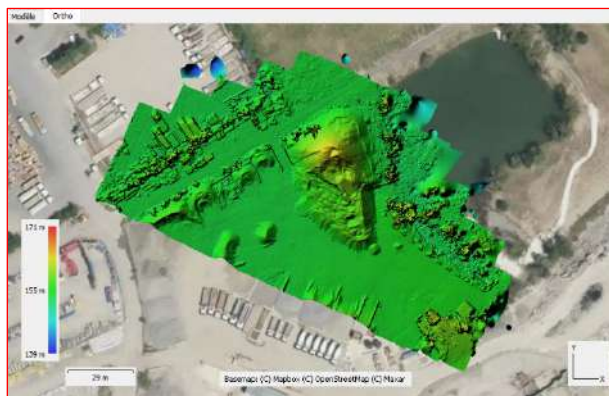
Figura 8-12 obtenida procesando sólo los puntos de la clase suelo

El MDT excluye las casas, los muros y los árboles.

Pero mantiene la vegetación baja, las construcciones bajas...

No es un MDT real, como si se hubiera levantado con una estación total y una pértiga prismática, o con un vuelo de dron LIDAR.

La única forma de obtener el MDT real mediante fotogrametría es que no haya vegetación en absoluto, como en una cantera:



Este MDT de una cantera es muy preciso

Aparece la vista de satélite (haga clic en)



Como el modelo está geolocalizado, se posiciona perfectamente en la vista satélite. (problema: no es posible seleccionar la fuente de la vista satélite con la versión inferior a 2.0 de metashape)

Figura 8-13 MDT de una cantera

En esta parte ampliada, vea cómo se rellenan las partes "sin suelo": como un lienzo estirado entre los puntos de alrededor.

Debajo de casas, coches, árboles. Véase también que la vegetación baja se integra falsamente al MDT...

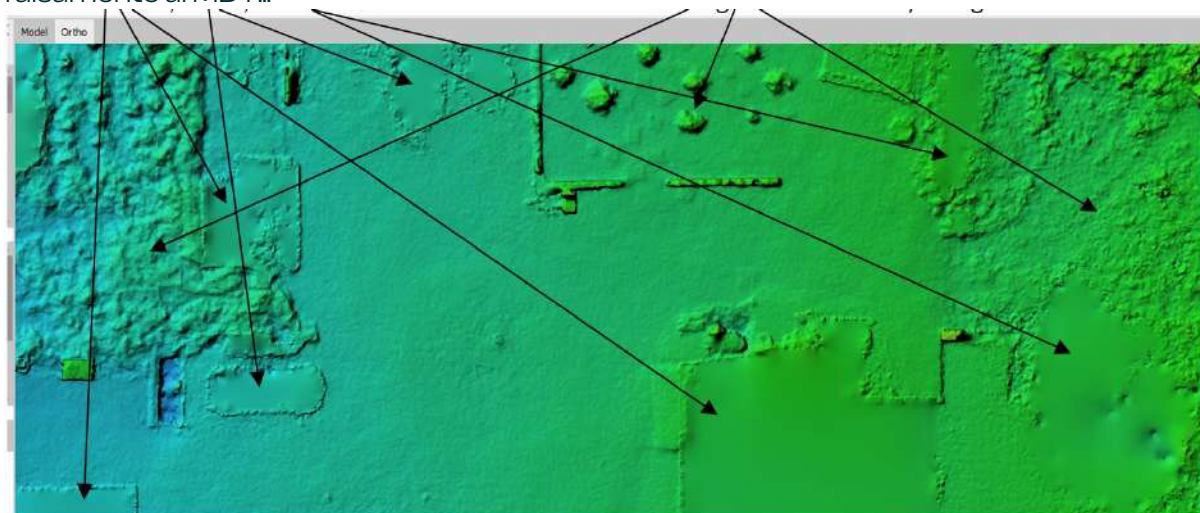


Figura 8-14 MDT después del tratamiento

El mismo lugar en el modelo de mosaico:

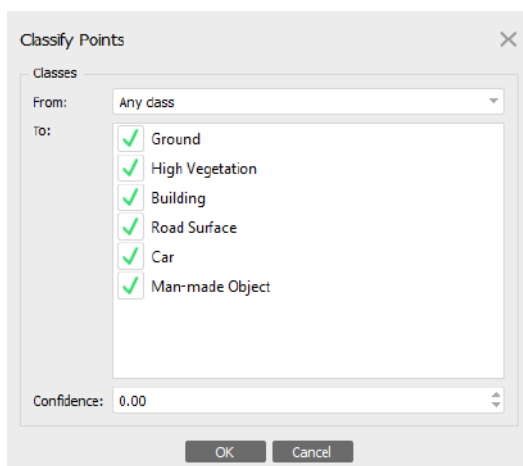


Figura 8-15 modelo en mosaico que muestra todos los elementos eliminados por clasificación para obtener el MDT

9. Multclasificación de una nube de puntos

En el paso anterior la clasificación se refería sólo al suelo, vamos a refinar la clasificación, para eliminar sólo algunos objetos, y tal vez obtener un MDT aún mejor...

Menú **herramientas** : nube densa clasificar puntos

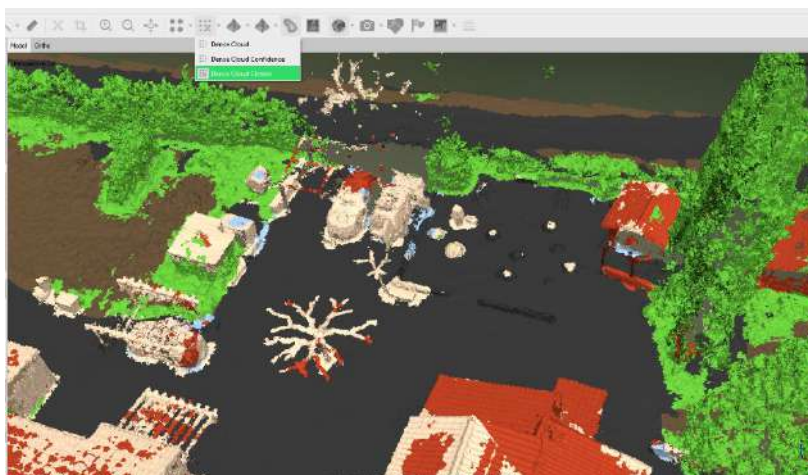


Seleccionar todo, o no.

La confianza varía de 0 : se clasificarán todos los puntos

A 1: un punto que no pueda clasificarse claramente permanecerá sin clasificar

Figura 9-1 menú clasificar puntos



resultado: (haga clic en clases de nubes densas)

verde=vegetación

marrón=tierra

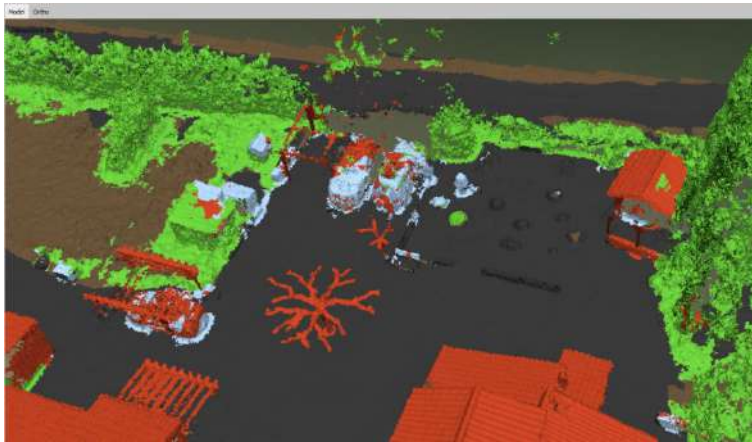
rojo=edificios (!!)

oscuro=carretera

azul claro=coche (!!)

marrón claro=objetos fabricados por el hombre (!!)

Figura 9-2 puntos clasificados mal resultado



refinémoslo deseleccionando "objetos artificiales":
un poco mejor, sobre todo para los edificios
no para coches
no para el árbol central (ahora es un edificio)
no para vegetación baja

Figura 9-3 puntos clasificados mejor resultado, aún no perfecto

Utilicemos esta clasificación para obtener un MDT, con suelo + carretera seleccionados:

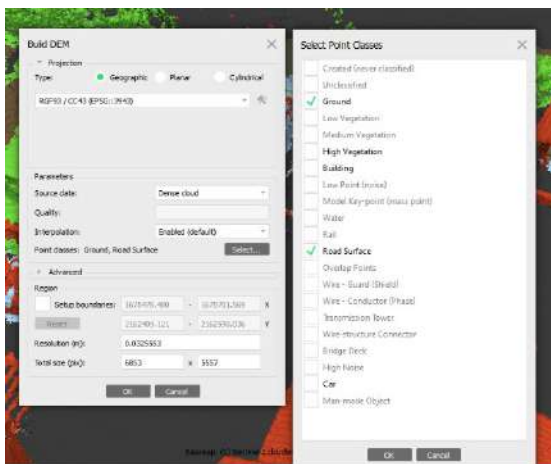


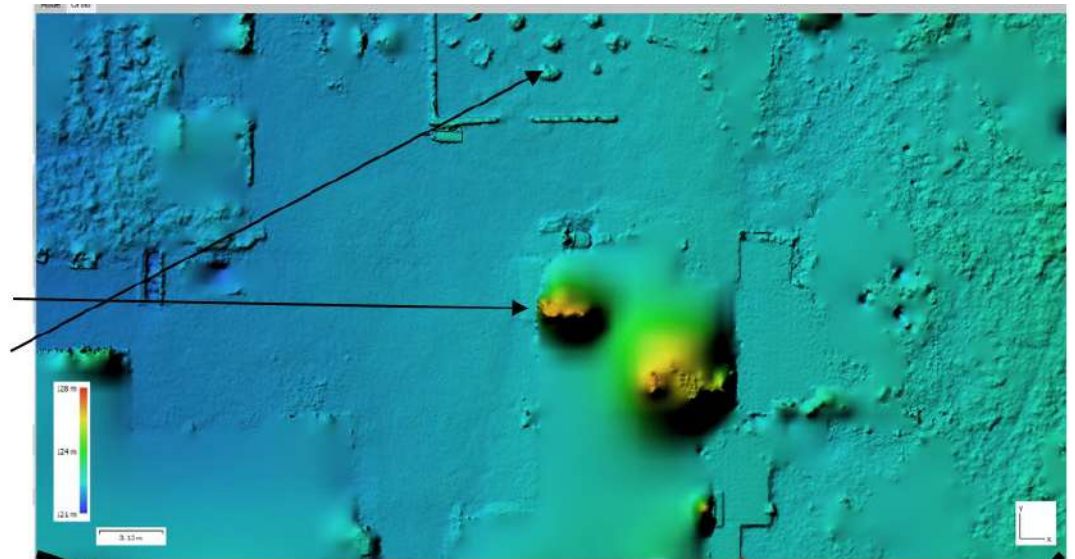
Figura 9-4 Menú MDE con suelo y carretera seleccionados para el MDT

Resultado en el mismo lugar:

Si aparecen
puntos mal
clasificados,
debemos
clasificarlos
manualmente en
la categoría de
buenos:

Edificio

Vegetación baja



Resultado global:

Hay que corregir
algunos errores

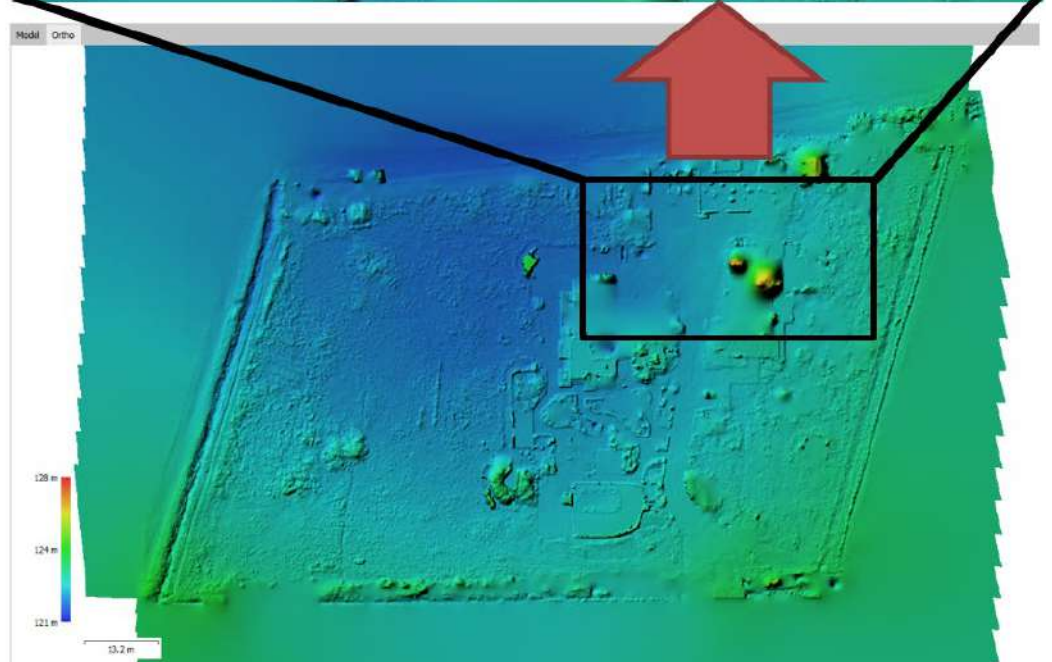


Figura 9-5 Resultado del MDT con el suelo y la carretera seleccionados y zoom en los detalles

Asignemos manualmente las clases para tener un DTM más realista

Clasificación manual: mostrar primero sólo los puntos del suelo y de la calzada
(herramientas // nube densa // filtrar por clase)



Figura 9-6 nube de puntos que muestra sólo el suelo y la calzada

Seleccione los puntos que desea modificar:



Figura 9-7 selección rectangular de algunos puntos mal clasificados

Una vez seleccionados los puntos, vaya a Herramientas // Nube densa // asignar clase (sólo es posible si los puntos están previamente seleccionados)

Y asignar la clase correcta

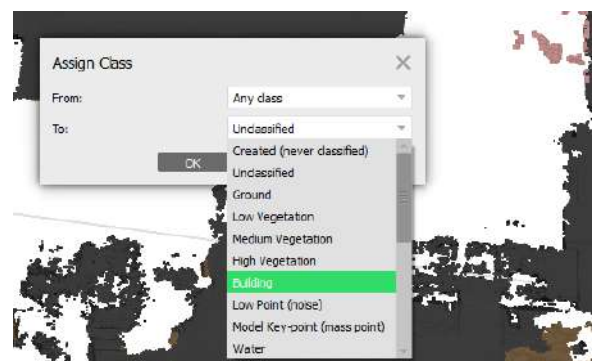


Figura 9-8 asignación de la clase "edificio" a los puntos seleccionados

El punto desaparece de la pantalla porque ya no están en las clases mostradas, por lo que puede trabajar en toda la nube comparando con el MDT real erróneo (alternar entre "modelo" y "orto").

Mueve el modelo para ver los puntos por encima del suelo:

Aquí el muro de la barbacoa se clasificó
como suelo

Y cometió un error en el DTM



Figura 9-9 selección de puntos en una vista lateral

Recalcular el MDE seleccionando sólo las clases "suelo" y "firme".

Y el último detalle del DTM pasa a ser:

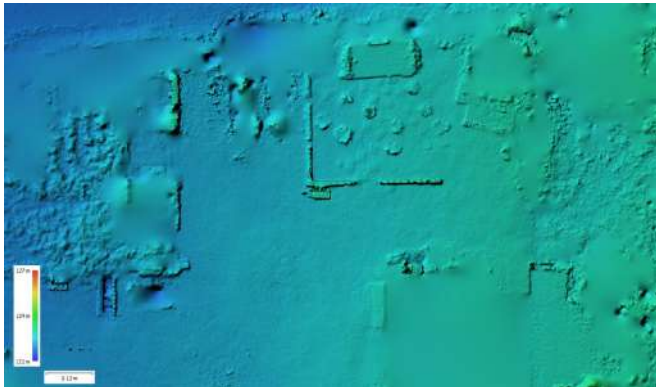


Figura 9-10 zoom anterior del MDT sobre los detalles, ahora corregido

Con un resultado global mucho mejor:

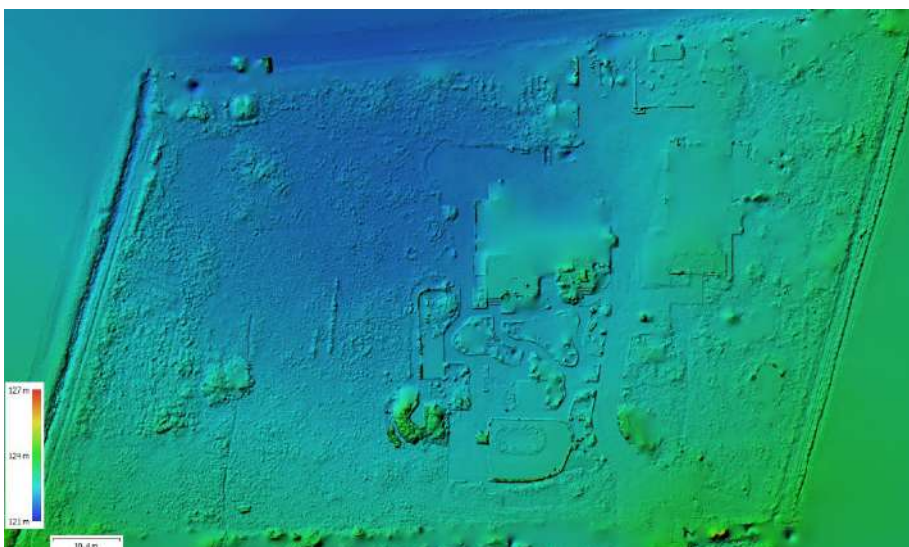


Figura 9-11 Resultado del MDT tras el refinamiento de la clasificación con el suelo y la carretera seleccionados

Recuerde: la vegetación baja (césped, hierbas...) ES el MDT en fotogrametría por lo que sólo se conseguirá un MDT REAL si NO hay vegetación.

10. Exportar un modelo digital y crear un vídeo

10.1 Exportar un modelo

Exportar con archivo de menú // exportar

Elige el formato de exportación 3D que más te convenga y lo que necesites exportar.

Todo depende del software de destino y del uso del modelo. Comprueba qué tipo de archivo 3D o 2D puede abrir el software de destino.

- Nube de puntos: E57 es común, o LAZ (PDF funciona pero al abrirlo con pdf reader es un poco difícil mover la nube de puntos o el modelo)
- Modelo : STL es común
- Modelo en mosaico : TLS funciona por defecto
- Ortomosaico: JPG o TIFF o mosaicos de google maps

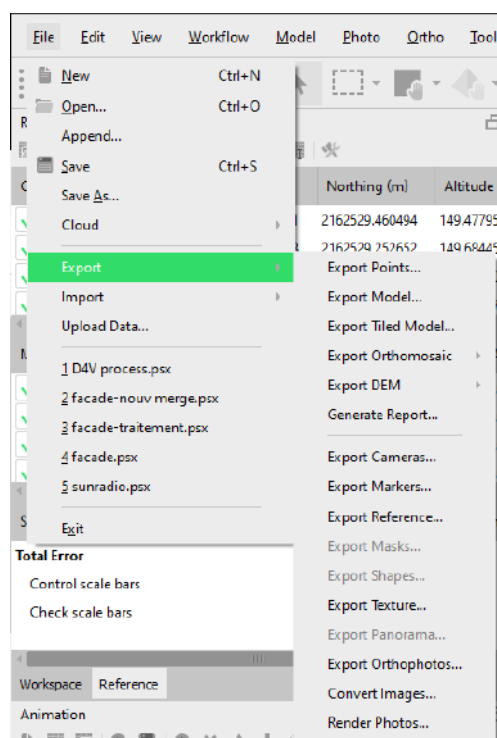


Figura 10-1 menú de exportación

Abrir en un visor

Ejemplo de visor gratuito : Agisoft viewer (¡por supuesto!) pero hay muchos otros.

Para visualizar cualquier modelo 3D o 2D : utilice "añadir capa".

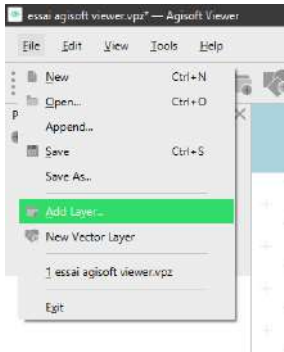


Fig. 10-2 menú archivo en el visor Agisoft

Mueve el modelo con la rueda del ratón (mantén pulsado para cambiar de vista, rueda para ampliar)

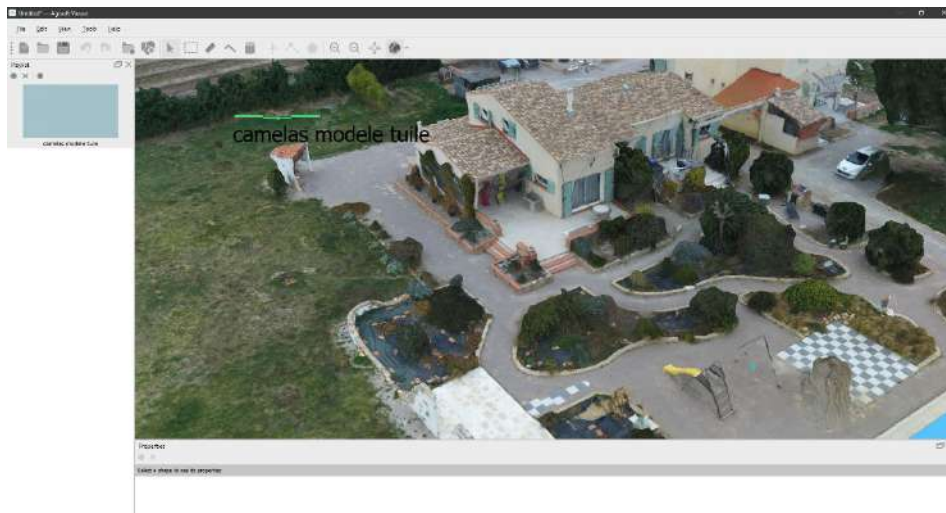


Figura 10-2 Visor Agisoft

10.2 Grabación de vídeo Metashape

Una de las formas más sencillas de mostrar tu trabajo es crear un vídeo del modelo de torneado.

Puedes enviarlo y cualquiera puede abrirlo para ver tu habilidad.

Simple "modelo giratorio" vídeo

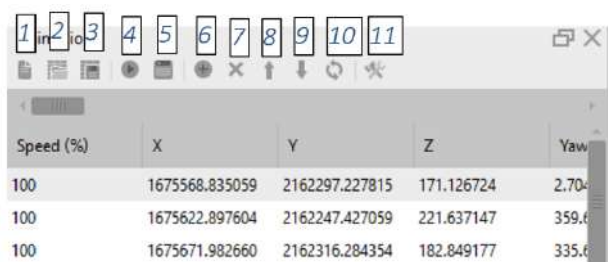
Si no cambia nada en los ajustes, se crea una trayectoria circular a lo largo de la cual una cámara virtual se orienta hacia el modelo.

Sólo tienes que grabarlo y obtendrás un archivo MP4 de 30 segundos de tu modelo girando en el aire.

Visualice la ventana "animación" a la izquierda de la pantalla:

Figura 10-3 encender la ventana de animación

La ventana de animación aparecerá en la parte inferior izquierda



Speed (%)	X	Y	Z	Yaw
100	1675568.835059	2162297.227815	171.126724	2.704
100	1675622.897604	2162247.427059	221.637147	359.6
100	1675671.982660	2162316.284354	182.849177	335.6

1: Crear una nueva animación

2: cargar una ruta de cámara

3: grabar una trayectoria de cámara

4: reproducir animación en la pantalla principal de metashape (excepto ángulo de visión)

5: captura la animación, crea un archivo MP4

6: añadir la vista real de la pantalla principal en la ruta

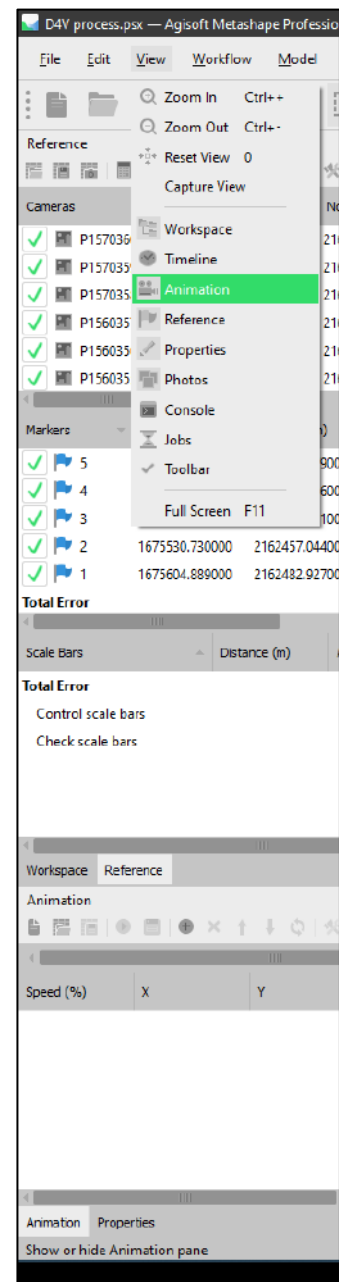
7: eliminar una posición de cámara

8 y 9: mueve una posición de la cámara en la lista

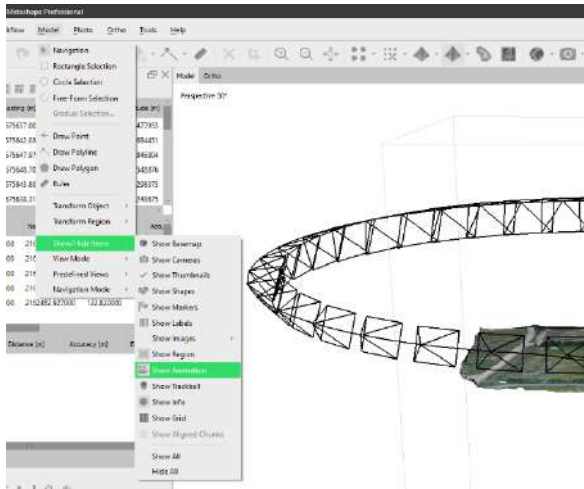
10: actualizar la ruta y la lista

11: ajustes

Mueva el cursor para ver la posición de cada cámara en la pantalla principal



- Haga clic en " crear " [botón1] en "horizontal" y deje el número de fotogramas clave por defecto



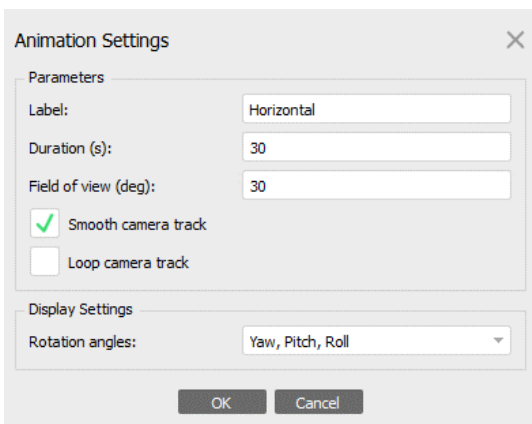
Mostrar la trayectoria y la orientación de la cámara: utilizar el menú Modelo // mostrar/ocultar elementos // mostrar animación.

Cada como es una posición de cámara ("fotograma clave"), unida por una spline (o una línea recta si "suavizar seguimiento de cámara" no está marcada, ver "ajustes" más abajo).

Figura 10-4 visualizar la trayectoria y las posiciones de la cámara

- haga clic en "play" [botón4] para ver la animación
- haz clic en "capturar" [botón5] para grabar un archivo MP4

En caso de que quieras un vídeo diferente: haz clic en "ajustes" [botón11] y



cambiar el valor de duración

cambiar el campo de visión, para hacer zoom y ver tu modelo más grande en el vídeo

seguimiento suave de la cámara comprobado en caso de mover los puntos de vista de la cámara

pista de cámara en bucle para cerrar la ruta

ángulos son los nombres que prefiere para orientar la cámara


Figura 10-5 ventana de configuración de la animación

NOTA : cuando se modifica el ángulo de visión, el resultado no se muestra en la pantalla principal (al pulsar "play"), sólo se puede ver en el archivo de vídeo MP4.

Vídeo con una trayectoria de cámara específica

Haz clic en "crear" y ajusta el número de posiciones de la cámara: El "recuento de fotogramas clave" es el número de posiciones alrededor del modelo, unidas por líneas rectas.

La trayectoria puede modificarse seleccionando la punta del cono y moviéndola.

También puede fijar una vista específica en la pantalla Modelo (con los movimientos habituales del ratón) y luego añadirla a la ruta haciendo clic en el botón "añadir" ()

No es muy fácil...



50 fotogramas clave (por defecto) : movimiento muy circular.

Figura 10-6 movimiento de la cámara con 50 fotogramas clave



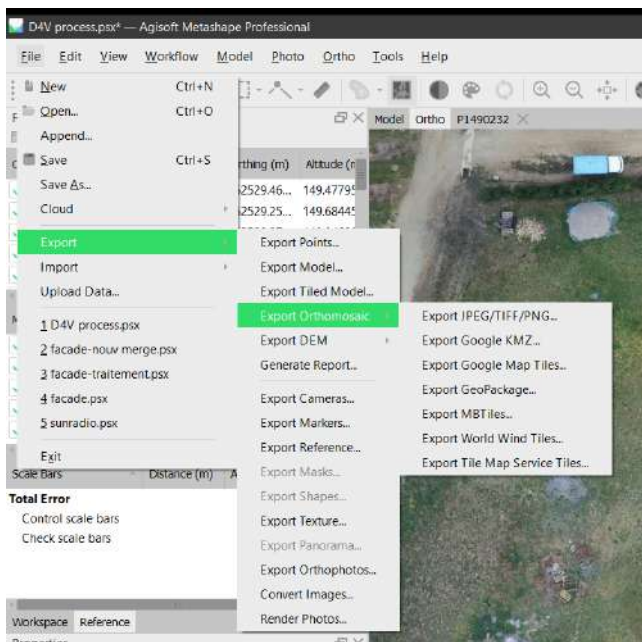
10 fotogramas clave y "seguimiento suave de la cámara" sin marcar: el movimiento no será un círculo real, sino que seguirá las líneas y entrará y saldrá.

Figura 10-7 movimiento de cámara con 10 fotogramas clave y sin pista de cámara suave

Graba el nuevo vídeo y comprueba el resultado y así sucesivamente...

11. Dibujar un plano a partir de un modelo o un ortomosaico

El ortomosaico puede utilizarse para elaborar un plano en un programa CAD de . Sobre todo si su escala es precisa.



Exporta el ortomosaico en formato jpeg o tiff para utilizarlo en un programa informático para dibujar el plano.

Figura 11-1 menú archivo y seleccione exportar JPEG/TIFF/PNG

Utilice los marcadores para situar la ortofoto en las coordenadas correctas antes de dibujar.

Figura 11-2 plano de la obra obtenido con el ortomosaico a escala en Autocad



Lista de cifras

Figura 2-1 Modelo google maps (Google).....	7
Figura 2-2 ejemplo de modelo 3D (https://numerisation3d.construction).....	8
Figura 2-3 fotos independientes del mismo objeto (techno-science.net).....	8
Figura 2-4 orientación relativa y absoluta de las fotos por el software.....	9
Figura 3-1 solapamiento horizontal y vertical.....	11
Figura 3-2 solapamiento incorrecto debido a un ajuste o velocidad de time-lapse incorrectos.....	12
Figura 3-3 Vuelo de dron de cuadrícula y superposición de fotos para fotogrametría 3D sobre el terreno.....	13
Figura 3-4 secuencia fotográfica con buena superposición e inclinación de la cámara.....	13
Figura 3-5 vuelo circular de dron para fotogrametría 3D de edificios.....	14
Figura 3-6 objetivo de geolocalización en tierra sondeado por GNSS Figura 3-7 objetivo de geolocalización terrestre con número.....	15
Figura 3-8 cara móvil de un edificio.....	18
Figura 3-9 imágenes de un edificio para fotogrametría de fachada.....	18
Figura 3-10 recorrido para fotogrametría de fachada.....	19
Figura 3-11 solapamiento horizontal.....	19
Figura 3-12 solapamiento horizontal punta.....	19
Figura 3-13 solapamiento vertical.....	20
Figura 3-14 punta de solapamiento vertical.....	20
Figura 3-15 trayectoria para fachada y edificio 3D con extension de los límites de las caras.....	21
Figura 3-16 vuelos circulares para edificio 3D.....	21
Figura 4-1 Configuración de Pix4Dcapture.....	23
Figura 4-2 Ajustes de solapamiento de Pix4DCapture.....	24
Figura 4-3 Selección de la trayectoria de vuelo de Pix4DCapture.....	25
Figura 4-4 Ajuste de la trayectoria de vuelo de Pix4DCapture en el mapa.....	26
Figura 4-5 Visualización de la misión Pix4DCapture mientras el dron vuela.....	27
Figura 5-1 Imágenes cargadas con Metashape.....	28
Figura 5-2 Fotos alineadas con Metashape con alturas y líneas de visión.....	29
Figura 5-3 Nube de puntos densa Metashape.....	30

Figura 5-4 Nube de puntos Metashape con espacios en blanco donde no se construyó ningún punto.....	30
Figura 5-5 Confianza en la nube de puntos Metashape	31
Figura 5-6 Mapa de solapamiento de Metashape.....	32
Figura 5-7 Referencias de Metashape que muestran la elección.....	33
Figura 5-8 Ajuste y conversión del sistema de coordenadas Metashape.....	34
Figura 5-9 punto focal de las cámaras en el nuevo sistema de coordenadas	34
Figura 5-10 Archivo Excel CSV con los nombres de las referencias (A) y las coordenadas (B, C, D)	34
Figura 5-11 icono de importación.....	35
Figura 5-12 lista de referencias cargada para la importación.....	35
Figura 5-13 marcadores creados tras la importación de referencias.....	35
Figura 5-14 marcadores creados en la nube de puntos.....	36
Figura 5-15 fotos que contienen marcadores identificados por una bandera.....	36
Figura 5-16 autoseleccionar fotos con un marcador específico.....	36
Figura 5-17 posicionamiento de los marcadores.....	37
Figura 5-18 cálculo de la transformación de lanzamiento	38
Figura 5-19 errores relativos de posicionamiento de los marcadores tras la transformación.....	38
Figura 5-20 nube de puntos escalada y geolocalizada con precisión	39
Figura 5-21 dimensiones medidas en una puerta.....	40
Figura 5-22 marcadores en una foto	41
Figura 5-23 puntos de escala seleccionados.....	42
Figura 5-24 menú contextual para crear una barra de escala.....	42
Figura 5-25 ajuste de distancia	42
Figura 5-26 comprobación de la precisión tras la transformación de la nube de puntos	43
Figura 5-27 comprobación dimensional manual tras la transformación de la nube de puntos	43
Figura 6-1 malla fabricada con un número de caras "alto"	45
Figura 6-2 malla realizada con un número de caras "medio".....	45
Figura 6-3 malla en vista sólida.....	46
Figura 6-4 malla en vista alámbrica.....	46
Figura 6-5 confianza de la malla.....	46

Figura 6-6 calibración del color de las fotos antes de crear una textura	47
Figura 6-7 menú de procesamiento de texturas	47
Figura 6-8 malla texturizada	48
Figura 6-9 menú de procesamiento de modelos en mosaico	49
Figura 6-10 vista en mosaico del modelo	49
Figura 6-11 modelo completo en mosaico - nótese que la posición del marcador sigue siendo la correcta	50
Figura 6-12 modelo de baldosas por defecto en la alambrada de la piscina	50
Figura 6-13 valores por defecto del modelo en mosaico	50
Figura 7-1 menú de procesamiento del ortomosaico	52
Figura 7-2 resultado del ortomosaico	53
Figura 8-1 Menú de procesamiento de MDE	54
Figura 8-2 Resultado DEM	55
Figura 8-3 corte de nubes densas en vista plana	55
Figura 8-4 corte denso de nubes en vista en alzado (lateral)	55
Figura 8-5 nube densa limitada al lugar de trabajo	56
Figura 8-6 DEM limitada al lugar de trabajo	56
Figura 8-7 menú de clasificación de nubes densas	57
Figura 8-8 nube densa puntos de clase tierra	57
Figura 8-9 nube densa clase suelo puntos vistos cerca : paredes están en la clase equivocada debido a la "distancia máxima de 1m" establecida	58
Figura 8-10 nube densa clase de suelo puntos correctos	58
Figura 8-11 Menú Construir MDE con selección de terreno para MDT	58
Figura 8-12 obtenida procesando sólo los puntos de la clase suelo	59
Figura 8-13 MDT de una cantera	59
Figura 8-14 MDT después del tratamiento	60
Figura 8-15 modelo en mosaico que muestra todos los elementos eliminados por clasificación para obtener el MDT	60
Figura 9-1 menú clasificar puntos	61
Figura 9-2 puntos clasificados mal resultado	61
Figura 9-3 puntos clasificados mejor resultado, aún no perfecto	62
Figura 9-4 Menú MDE con suelo y carretera seleccionados para el MDT	62

Figura 9-5 Resultado del MDT con el suelo y la carretera seleccionados y zoom en los detalles.....	63
Figura 9-6 nube de puntos que muestra sólo el suelo y la calzada.....	64
Figura 9-7 selección rectangular de algunos puntos mal clasificados	64
Figura 9-8 asignación de la clase "edificio" a los puntos seleccionados.....	64
Figura 9-9 selección de puntos en una vista lateral.....	65
Figura 9-10 zoom anterior del MDT sobre los detalles, ahora corregido	65
Figura 9-11 Resultado del MDT tras el refinamiento de la clasificación con el suelo y la carretera seleccionados.....	65
Figura 10-1 menú de exportación.....	66
Figura 10-2 Visor Agisoft.....	67
Figura 10-3 encender la ventana de animación.....	68
Figura 10-4 visualizar la trayectoria y las posiciones de la cámara.....	69
Figura 10-5 ventana de configuración de la animación.....	69
Figura 10-6 movimiento de la cámara con 50 fotogramas clave movimiento de la cámara con 50 fotogramas clave.....	70
Figura 10-7 movimiento de cámara con 10 fotogramas clave y sin pista de cámara suave	70
Figura 11-1 menú archivo y seleccione exportar JPEG/TIFF/PNG	71
Figura 11-2 plano de la obra obtenido con el ortomosaico a escala en Autocad.....	71