

**AICEDRONE – SISTEMA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL
APLICADO A LA MODELIZACION GEOMÉTRICA DE
PRECISIÓN EN INGENIERÍA CIVIL EMPLEANDO CÁMARA Y
LIDAR EN DRONES**

***Entregable 4.1.1. Protocolo de trabajo para el control de
calidad de los cubos de hormigón en puerto.***



ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO.....	4
2	ALCANCE DEL DOCUMENTO.....	4
3	PROTOCOLO DE PLANIFICACIÓN.....	4
3.1	Recopilación de información previa	4
3.2	Planificación de la captura de datos	6
3.3	Planificación del procesamiento y control de calidad	8
4	PROTOCOLO DE CAPTURA DE DATOS	9
4.1	Realización del vuelo	9
4.2	Descarga y almacenamiento.....	10
5	PROTOCOLO DE PROCESAMIENTO DE LOS VUELOS	10
5.1	Procesamiento de imágenes.....	10
5.1.1	Procesamiento del proyecto fotogramétrico	11
5.1.2	Optimización del modelo digital de superficies (MDS)	17
5.1.3	Creación de un ortomosaico de baja resolución espacial	20
5.2	Procesamiento de LiDAR.....	21
6	PROTOCOLO DE MODELIZACIÓN	25
6.1	Creación del recinto de interés en QGIS.....	25
6.2	Proyecto del complemento qLidar de QGIS.....	27
6.3	Proyecto del complemento PhotogrammetryTool de QGIS.....	30
6.4	Proyecto del complemento qAicedrone de QGIS y qAicedroneTools de CloudCompare	38
6.4.1	Creación del proyecto de qAicedrone de QGIS	39
6.4.2	Uso del complemento de qAicedroneTools de CloudCompare	40
6.4.3	Creación de shapefile de tiles para segmentación de cubos	45
6.5	Detección de aristas de cubos con técnicas de IA en nubes de puntos 3D	46
6.6	Segmentación automática de cubos inicial con el complemento qAicedrone de QGIS	46
6.7	Edición de cubos segmentados automáticamente con el complemento qAicedroneTools de CloudCompare	49

6.8	Segmentación automática de cubos por región de interés con el complemento qAicedrone de QGIS y edición en con el complemento qAicedroneTool de CloudCompare .58
7	PROTOCOLO DE PUBLICACIÓN EN AICEDRONE_SDI62
8	EXPLOTACIÓN DE RESULTADOS76

1 RESUMEN EJECUTIVO

Este entregable forma parte del Paquete de Trabajo 4: “DESARROLLO DEL PROTOCOLO DE TRABAJO”, y corresponde a parte los resultados de la Tarea 4.1: “DESARROLLO DEL PROTOCOLO PARA CADA UNA DE LAS APLICACIONES”, cuyo objetivo es establecer los protocolos de trabajo para cada una de las aplicaciones contempladas en el proyecto, incluyendo la descripción de los trabajos de planificación, captura, procesamiento, explotación y publicación de los resultados, correspondiéndose este entregable al escenario de cubos de hormigón en puerto. Este documento ha sido realizado por Grupo Rover y PAFYC-UCLM.

2 ALCANCE DEL DOCUMENTO

En este documento se recoge el protocolo de trabajo para el escenario de cubos de hormigón en puerto.

El caso de ejemplo empleado en este manual corresponde al puerto de Villajoyosa. El CRS compuesto es el oficial de código EPSG: 25830+5782, planimetría referida ETRS89 en coordenadas UTM Huso 30 y altimetría en altitudes ortométricas.

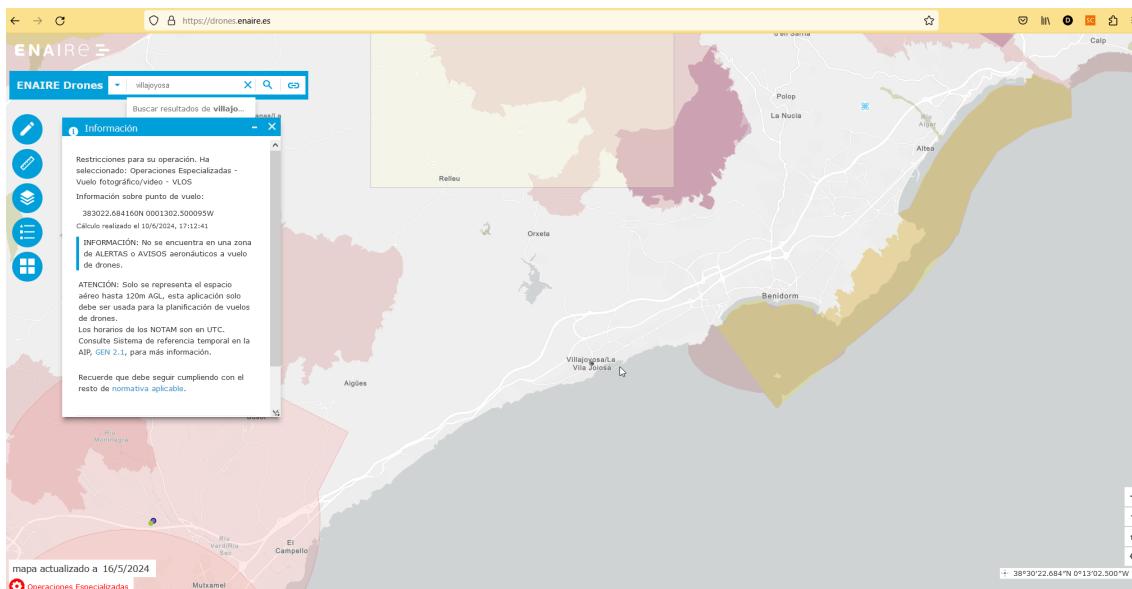
Todos los datos y resultados incluidos en este documento están disponibles en el siguiente enlace de Google Drive:

<https://drive.google.com/drive/folders/1V3M1iKHVQCBvu9wuUfi3C7hbn9nnz7cJ?usp=sharing>

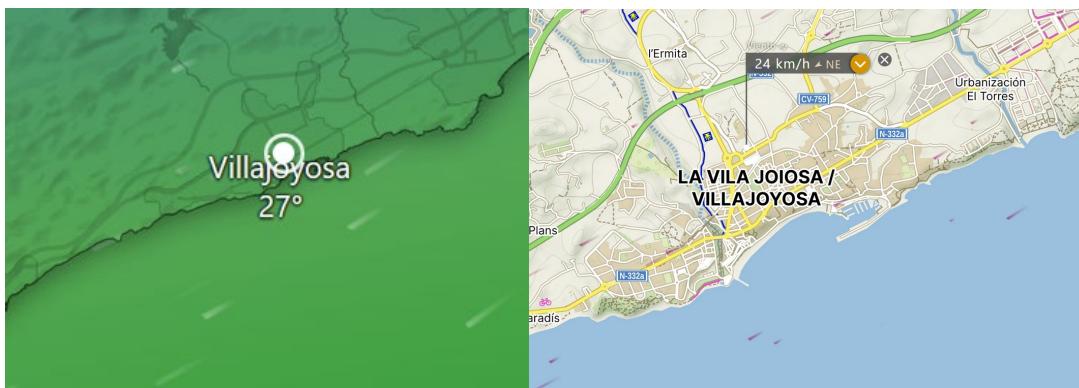
3 PROTOCOLO DE PLANIFICACIÓN

3.1 Recopilación de información previa

Planificar un vuelo con un dron implica recopilar una serie de información crucial para garantizar un desempeño seguro y efectivo. En primer lugar, es fundamental tener en cuenta la normativa local y las regulaciones de vuelo establecidas por las autoridades pertinentes en dicha zona. Esto incluye conocer las restricciones de altura, zonas de vuelo restringidas y requisitos de registro de drones, entre otros aspectos legales. La consulta de las restricciones se puede realizar en la página oficial de Enaire. <https://drones.enaire.es/>, mostrando la siguiente imagen el resultado de la consulta para la zona de interés de este caso de uso, donde se observa que se encuentra en una zona no sujeta a restricción con un rango de fechas en que se encuentra el momento de la consulta.



Además, es esencial evaluar las condiciones meteorológicas previstas para el día del vuelo. El clima puede tener un impacto significativo en la seguridad y estabilidad del dron, así como en la calidad de las imágenes capturadas. La información sobre la velocidad y dirección del viento, la visibilidad y la posibilidad de precipitaciones ayudará a determinar si es adecuado volar en una determinada ubicación y momento. En este caso, se usará la página web de *Windy*: www.windy.com, mostrando las siguientes imágenes un ejemplo de la consulta de temperatura y de velocidad de viento para una fecha y hora.



Finalmente, también forma parte de esta fase la especificación los siguientes requisitos:

- La definición de la región de interés (ROI) a través de un polígono editado en alguna herramienta informática que permita generarlo en un CRS y formato contemplado en las herramientas informáticas que se utilizarán en trabajos posteriores. El vuelo se planificará de forma que toda el área incluida en este polígono tendrá recubrimiento estereoscópico, apareciendo en un mínimo de dos imágenes, siendo recomendable que su digitalización implique un sobre dimensionamiento para que toda la zona que es realmente de interés aparezca en no menos de 5 o 6 imágenes e incluya aquellas partes del territorio que puedan no ser objeto de modelización pero que deben ser incluidas por el interés de colocar en ellas algún punto de apoyo. En este caso se ha utilizado Google Earth para digitalizar un polígono que se ha exportado en formato KML el CRS de código EPSG 4326 (coordenadas geográficas

en WGS84) y será mostrado en una captura del área de mapa de la controladora en el momento de realización del vuelo.

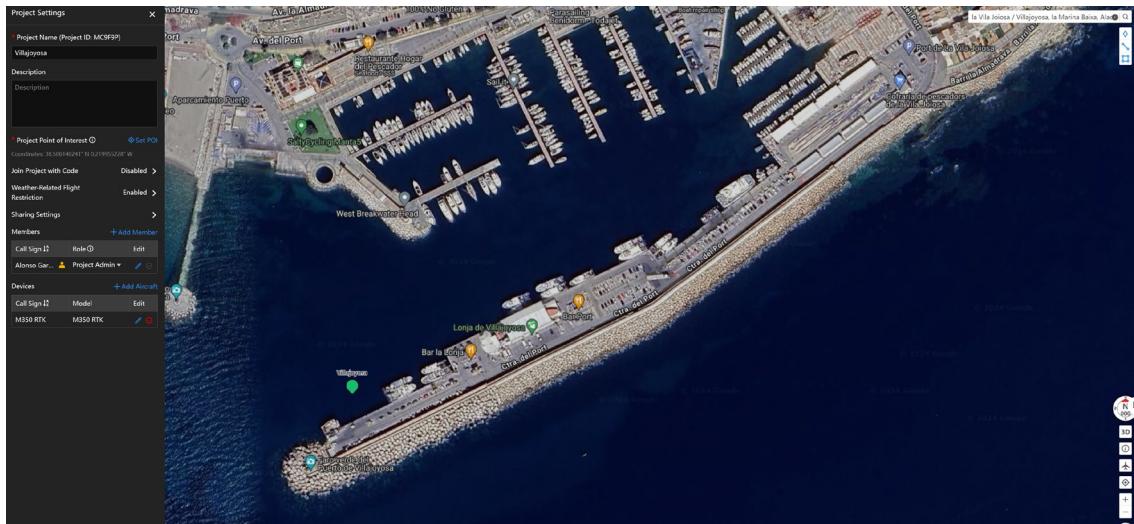
- La definición de los parámetros técnicos para la planificación del vuelo:
 - La definición del mínimo detalle del terreno que se debe observar, concepto de GSD en fotogrametría, y que se hace corresponder con el tamaño de la huella de un píxel sobre el terreno para las cámaras fotogramétricas profesionales y con la huella de dos píxeles en el caso de cámaras digitales que incorporan patrón o mosaico de Bayer sobre el sensor, como es el caso de las empleadas convencionalmente en vehículos aéreos no tripulados y es el caso de este proyecto. El GSD junto con la focal de la cámara darán lugar a la determinación de la altura de vuelo. En este caso se ha optado por un GSD de 0.01m.
 - La elección del equipamiento de vuelo, del vehículo aéreo no tripulado, el utilizado en este proyecto.
 - La elección de la cámara, con sensor en el rango visible del espectro en este caso, y de la óptica, condicionada a que la elección de la focal permita obtener el GSD necesario en una altura de vuelo legal en la región de interés, siendo también importante que se disponga de la luminosidad necesaria (rango de aperturas de diafragma y sensibilidades) que permita adquirir las imágenes a la velocidad de obturación necesaria para obtener una exposición correcta y evitar la aparición de desplazamiento por el movimiento relativo teniendo en cuenta la iluminación de la escena, función esta última del día del año, de la hora de vuelo y de la presencia de sombras por la geometría de la escena. Teniendo en cuenta las características de la escena, en este caso se ha elegido una hora de vuelo no separada en más de dos horas del mediodía local, la óptica de focal 35 mm, apertura máxima de 3 e ISO determinada automáticamente por el fotómetro de la cámara para una velocidad de obturación establecida a 1:1000.
 - La elección de los recubrimientos entre imágenes consecutivas de una pasada, recubrimiento longitudinal, y entre pasadas contiguas, recubrimiento transversal, establecidos en este proyecto a un 80% y 40%, respectivamente.
- La planificación del apoyo fotogramétrico, consistente en la elección de la configuración de los puntos de apoyo (número y distribución), del sistema de preseñalización, para que aparezcan en las imágenes del vuelo, así como la elección del método de medida de sus coordenadas. En este caso, teniendo en cuenta que la dimensión máxima de la zona del trabajo es inferior a 200 m y que el equipo de vuelo incluye un sistema de orientación directa GNSS-INS que permite alcanzar precisión centimétrica con recepción de correcciones GNSS desde la red de estaciones permanentes de referencia de la comunidad valenciana, se ha utilizado un único punto de apoyo para validar la georreferenciación global aportada por esta orientación directa, procediendo al desplazamiento de los productos geomáticos si la diferencia estuviera fuera de tolerancia.

3.2 Planificación de la captura de datos

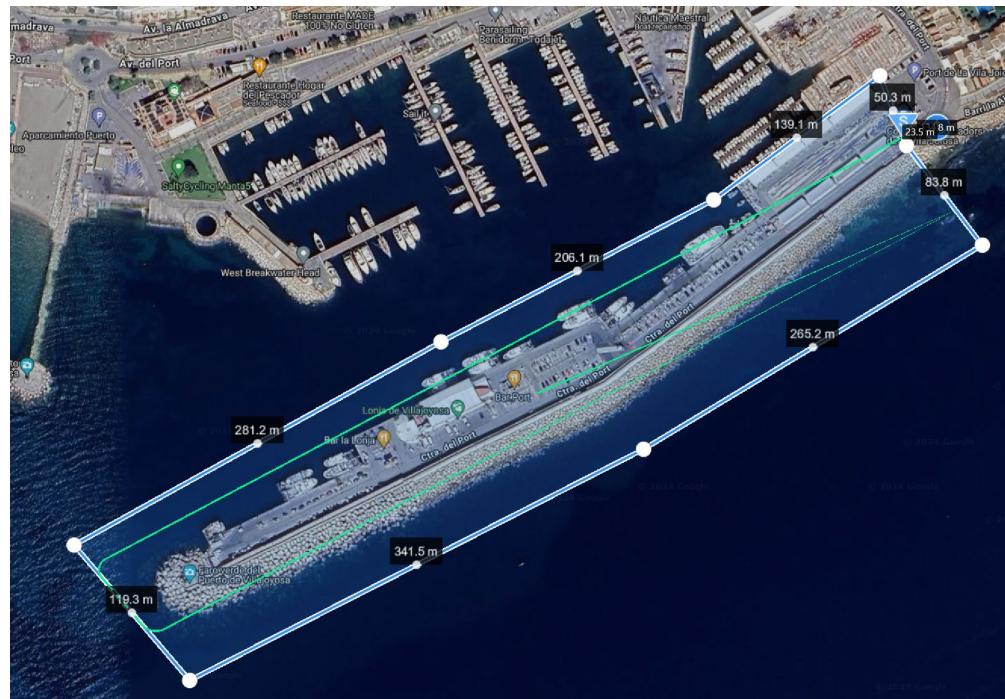
Para este proyecto se ha utilizado la plataforma FlightHub de DJI, por ser esta propietaria del fabricante del equipo, de libre acceso y uso para equipos de la plataforma dados de alta en ella.

Para planificar un vuelo con un dron DJI M300 utilizando DJI FlightHub se deben completar los siguientes pasos:

- 1. Acceder a DJI FlightHub:** Se inicia sesión en la cuenta de DJI FlightHub desde un navegador web compatible.
- 2. Crear un nuevo vuelo:** Una vez dentro de la plataforma, se selecciona la opción para crear un nuevo vuelo o misión.

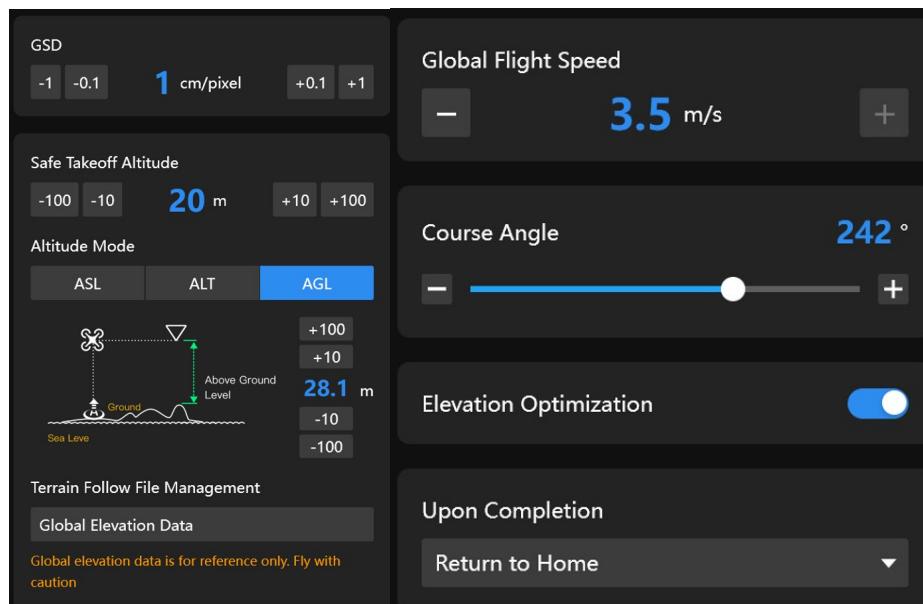


- 3. Seleccionar el área de interés:** Esta herramienta contempla varias opciones para definir la región de interés, ya sea por la digitalización directa sobre el área de mapa, utilizando coordenadas GPS o cargando un archivo KML con la zona delimitada, siendo esta última la opción elegida en este caso al haberse realizado la definición de la ROI en una fase anterior de los trabajos.



- 4. Configurar los parámetros de vuelo:** hay que establecer los parámetros de vuelo necesarios para definir la misión, entre los que se encuentran: la altitud de vuelo, la

velocidad, los porcentajes de recubrimiento longitudinal y transversal, el modo de captura y la orientación de la cámara. Estos parámetros se ajustan a los requisitos del proyecto, tal y como se muestra en las siguientes capturas. Ajustaremos estos parámetros según los requisitos del proyecto tal y como vemos en las capturas.



5. **Planificar la ruta de vuelo:** Se debe utilizar las herramientas de planificación de ruta de vuelo de DJI FlightHub para crear una ruta óptima que cubra toda el área de interés.
6. **Revisar las condiciones meteorológicas:** Antes de confirmar el vuelo, hay que verificar las condiciones meteorológicas actuales y previstas en el área de vuelo para asegurarse de que sean adecuadas para volar con seguridad y obtener buenos resultados.
7. **Asignar el dron y pilotos:** Para el usuario que ha realizado el login se debe asignar el dron, el DJI M300 específico que realizará la misión, y se deben seleccionar los pilotos responsables del vuelo.
8. **Revisar y confirmar la planificación del vuelo:** Antes de guardar la planificación del vuelo hay que revisar todos los detalles en DJI FlightHub para asegurarse de que se han establecido correctamente. Para finalizar se debe confirmar la planificación y quedará preparado para el día del vuelo.

3.3 Planificación del procesamiento y control de calidad

En este proyecto se ha optado por realizar el procesamiento de los vuelos fotogramétricos con el programa comercial Agisoft Metashape siguiendo los pasos convencionales para este tipo de trabajos que se detallarán en un apartado posterior.

El control de calidad del procesamiento incluirá una componente geométrica y otra radiométrica.

Para analizar la calidad radiométrica se realizará una inspección visual de las imágenes una vez finalizado el vuelo para validar que las imágenes están correctamente enfocadas, que no aparece desplazamiento por la relación entre la velocidad de movimiento del dron y la velocidad de obturación y que la exposición no presenta problemas en las zonas de interés, tanto de subexposición como de sobreexposición, permitiendo problemas inevitables en este caso como

la presencia de reflexión especular debida a la superficie del mar, a la hora de realización del vuelo a la geometría de observación y a las características de la óptica de la cámara. También se contempla la realización de una inspección visual del mosaico de ortoimágenes resultado de la exportación final del procesamiento para identificar posibles problemas debido a la elección que realiza el programa de las ortoimágenes individuales que emplea para cada zona del mosaico y que podría corregirse mediante la edición en el programa de las líneas de costura (seamlines).

En lo que respecta a la calidad geométrica se analizarán los resultados del procesamiento incluidos en el informe generado por Agisoft Metashape y se validará la georreferenciación de los productos geomáticos exportados: nube de puntos, mosaico de ortoimágenes y modelos digitales de elevación. La nube de puntos 3D será inspeccionada en detalle en CloudCompare para detectar la presencia de puntos de ruido excesivo en las caras de los cubos que pueda dar lugar a problemas en el ajuste geométrico de los planos en los algoritmos de modelización desarrollados, problema que trataría de ser corregido mediante la elección de un filtrado de puntos en base a un criterio de precisión basado el uso del parámetro de confianza que el programa permite calcular para cada punto en función de la geometría multivista.

4 PROTOCOLO DE CAPTURA DE DATOS

En esta sección se detalla el proceso seguido en la captura y descarga de datos.

4.1 Realización del vuelo

Antes de la ejecución del vuelo se pre señalizó el punto de apoyo con una diana para que apareciera en las imágenes adquiridas en el vuelo. Para la medición de cada uno de los puntos de apoyo tras su colocación se utilizó un equipo GNSS-RTK con corrección VRS a partir de la red ERGNSS obteniendo las coordenadas en los CRSs oficiales (EPSG:25830 en planimetría y EPSG:5782 en altimetría) y con precisiones en planimetría y altimetría del orden de 0.01 m y 0.015 m, respectivamente.

A continuación, se resume la serie de pasos de comprobación que se deben llevar a cabo para realizar el vuelo planificado, conforme a lo incluido en el entregable 3, agrupados por temática común:

- Inspección visual del dron:
 - Verificar la integridad del fuselaje y la estructura.
 - Comprobar que no haya grietas, daños o deformaciones en el chasis.
 - Revisar el estado de las hélices (sin grietas ni desgaste excesivo).
 - Verificar que todos los tornillos y piezas estén bien sujetos, sin holguras.
- Baterías:
 - Asegurarse de que las baterías estén completamente cargadas.
 - Comprobar que las baterías estén correctamente instaladas y aseguradas.
- Montaje del sensor (cámara, LiDAR):
 - Verificar que la cámara/gimbal esté correctamente instalada y asegurada. Comprobar los parámetros de configuración de adquisición de imágenes. Comprobar que la tarjeta de almacenamiento tiene espacio suficiente para las imágenes que se van a adquirir en el vuelo.
 - Revisar los cables de conexión, asegurándose de que estén bien conectados y sin daños.

- Control Remoto:
 - Asegurarse de que el control remoto esté completamente cargado.
 - Comprobar que los controles y palancas funcionan correctamente.
- Encendido y Configuración Inicial:
 - Encender el Dron y el Control Remoto:
- Sistemas de navegación y orientación directa:
 - Esperar a que el dron obtenga una señal GPS adecuada.
 - Realizar la calibración de la brújula si es necesario.

Tras despegar el dron se inicializa el vuelo automático y se verifica que se está realizando correctamente la captura de la información conforme a la planificación.

4.2 Descarga y almacenamiento

Para descargar las imágenes directamente desde la tarjeta de memoria del DJI M350, se deben seguir los siguientes pasos:

1. **Apagar el dron.** Si el DJI M350 está encendido, se debe apagar para evitar cualquier problema de seguridad al manipular la tarjeta de memoria.
2. **Retirar la tarjeta de memoria**, cuidadosamente del compartimiento en que se aloja.
3. **Inserta la tarjeta en un lector de tarjetas.** Utilizar un lector de tarjetas SD conectado al ordenador de campo para insertar la tarjeta de memoria. El lector de tarjetas SD se conectará al ordenador de campo a través de un puerto USB o mediante un adaptador, según las especificaciones de los equipos empleados.
4. **Inspección visual de las imágenes**, empleando un programa como XnView, <https://www.xnview.com/en/>, para verificar que las imágenes se han adquirido con el enfoque correcto, con la exposición adecuada, que no se aprecia desenfoque por la presencia de movimiento y que la cabecera incluye los metadatos de orientación directa, el instante de adquisición (fecha/hora), etc.
5. **Copiar las imágenes al ordenador de campo y realizar una copia de seguridad en un sistema de almacenamiento externo.** Es conveniente verificar que en ambos sistemas de almacenamiento coinciden el número de imágenes y el volumen de almacenamiento.
6. **Verifica las imágenes descargadas.** Una vez completada la transferencia de archivos, verifica que las imágenes se hayan descargado correctamente en tu dispositivo. Abre las imágenes con un visor de fotos o un software de edición de imágenes para revisarlas y asegurarte de que se hayan transferido correctamente.
7. **Desconectar la tarjeta de memoria e insertarla de nuevo.** Tras descargar las imágenes se debe expulsar la tarjeta de memoria de forma segura para evitar daños en los archivos. Es recomendable llevar a campo tantas tarjetas de memoria como sea necesario para evitar tener que borrar las imágenes, de forma que se disponga de tres copias de las imágenes. A continuación, se recomienda introducir una tarjeta de memoria con espacio necesario para el siguiente vuelo.

5 PROTOCOLO DE PROCESAMIENTO DE LOS VUELOS

5.1 Procesamiento de imágenes

Esta fase de los trabajos incluye todos los procesos necesarios para obtener los productos geomáticos de diferente tipo optimizados para los posteriores trabajos de modelización e interpretación y explotación de resultados.

A continuación, se describe brevemente cada uno de los pasos en los que se ha diseñado el protocolo de procesamiento.

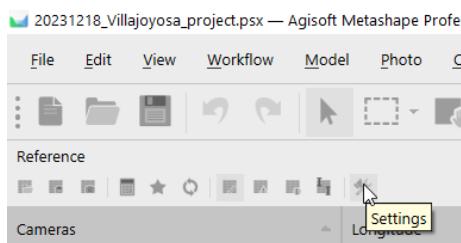
5.1.1 Procesamiento del proyecto fotogramétrico

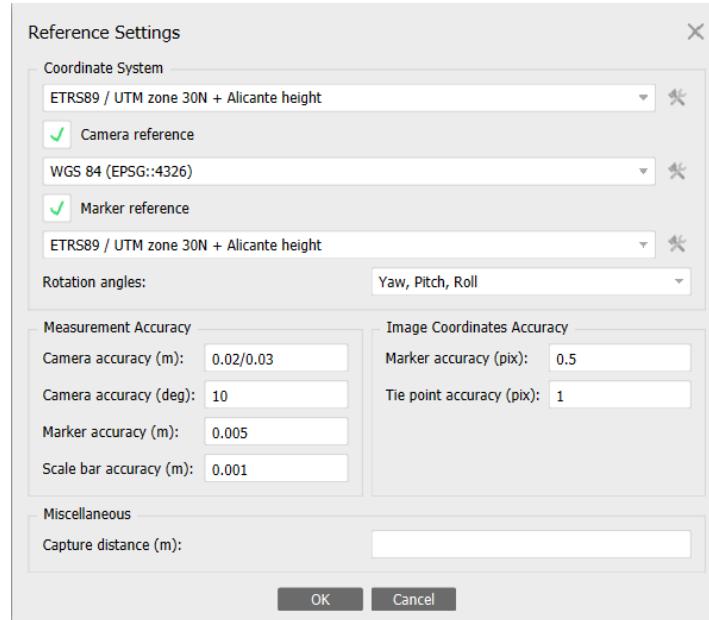
En este proyecto se ha optado por usar el programa informático comercial Agisoft Metashape para el procesamiento del proyecto fotogramétrico orientado a generar los diferentes productos necesarios para fases posteriores del trabajo:

- Nube de puntos 3D en formato LAS/LAZ
- Modelos digitales de elevación, modelo digital de superficie MDS/DSM en este caso de aplicación, en formato ráster GeoTIFF
- Mosaico de ortoimágenes en formato ráster GeoTIFF
- Fichero markers.xml con toda la información del resultado de la aerotriangulación con autocalibración para reproducir el modelo matemático fotogramétrico en algoritmos desarrollados en este proyecto.
- Imágenes libres de distorsión.

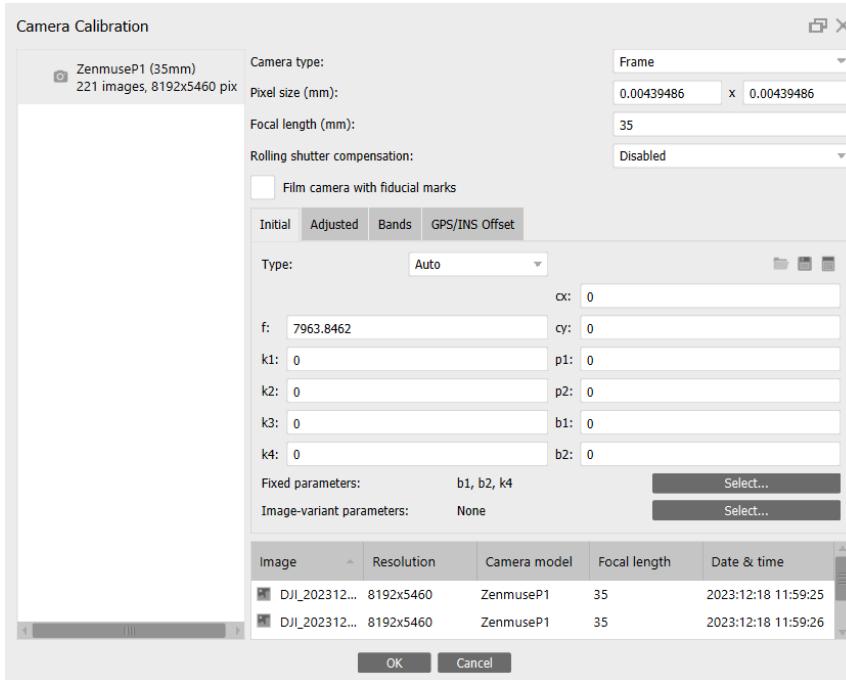
El procesamiento con Metashape realizado sigue el método convencional para este tipo de trabajos con la particularidad de que al contar con parámetros precisión de orientación directa no ha sido necesario incorporar puntos de apoyo, más allá de un único punto que ha permitido validar los resultados. A continuación, se enumeran los pasos seguidos.

1. Creación de un proyecto e importación de imágenes: Tras abrir el programa se crea automáticamente un nuevo proyecto para el que se deben establecer algunas opciones, entre las que se encuentra el sistema de referencia y de coordenadas (CRS), empleando la herramienta *Settings* del panel *Reference*.



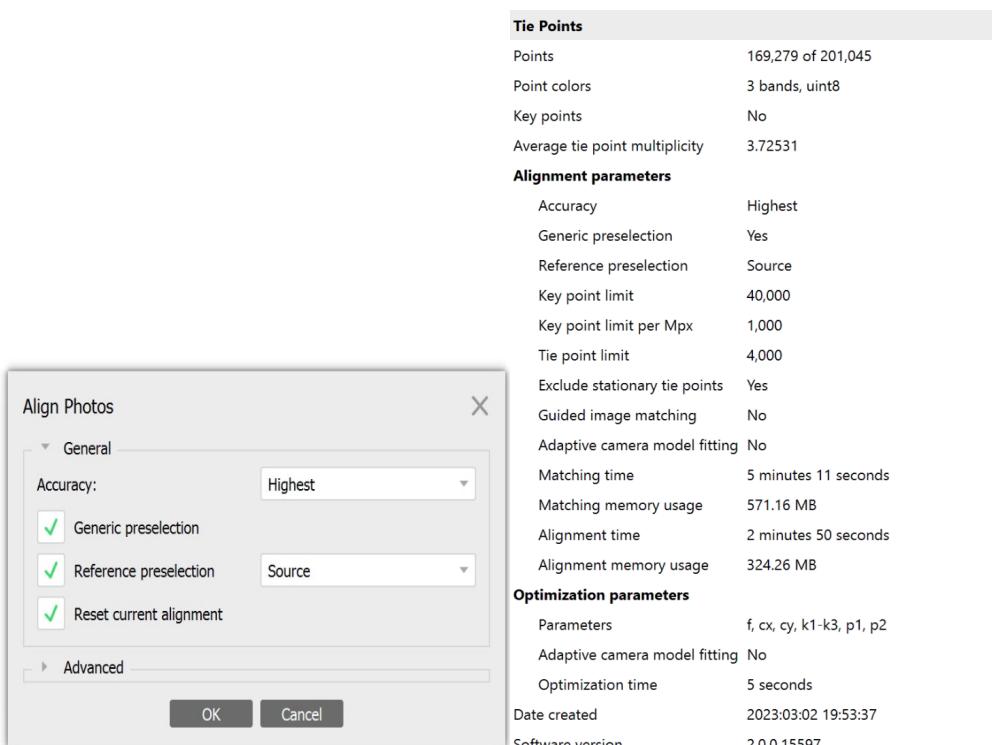


A continuación, se realiza la importación de las imágenes utilizando la opción *Add Photos* del menú *Workflow*, seleccionando todas las imágenes del vuelo, procediéndose a guardar el proyecto utilizando la opción *Save* del menú *File*, recomendándose volver a guardar el proyecto tras la finalización de cualquier paso para evitar la pérdida de información. Es aconsejable comprobar que el programa ha realizado correctamente la identificación de las características de la cámara ya que serán valores iniciales para la posterior calibración, accediendo a los resultados con la opción *Camera Calibration* del menú *Tools*.

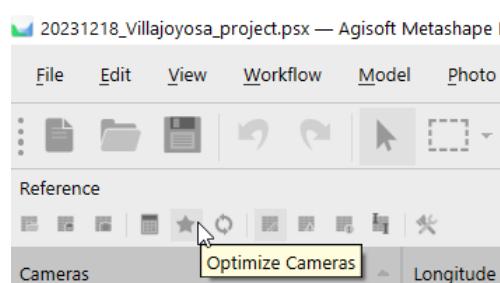


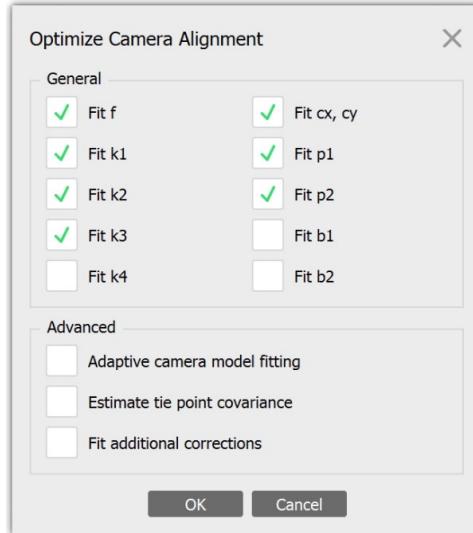
- Orientación relativa y primera calibración de la cámara. Este proceso se realiza desde la opción *Align Photos* del menú *Workflow*. Para resolver este paso el programa realizará un

primer paso de detección de puntos característicos, un segundo paso de detección de emparejamiento entre ellos o detección de puntos homólogos, y, finalmente, resolverá la aerotriangulación incorporando parámetros de calibración de la cámara. Este proceso está optimizado en todos los casos de este proyecto gracias a que las imágenes incluyen parámetros de orientación directa precisos lo que restringe el rango de búsqueda en algunos pasos. La calidad de la calibración de la cámara dependerá de la precisión de la orientación directa de las imágenes, siendo alta en este caso. La siguiente imagen muestra los valores de los parámetros utilizados en este caso y algunos resultados mostrados por el programa al finalizar el proceso.

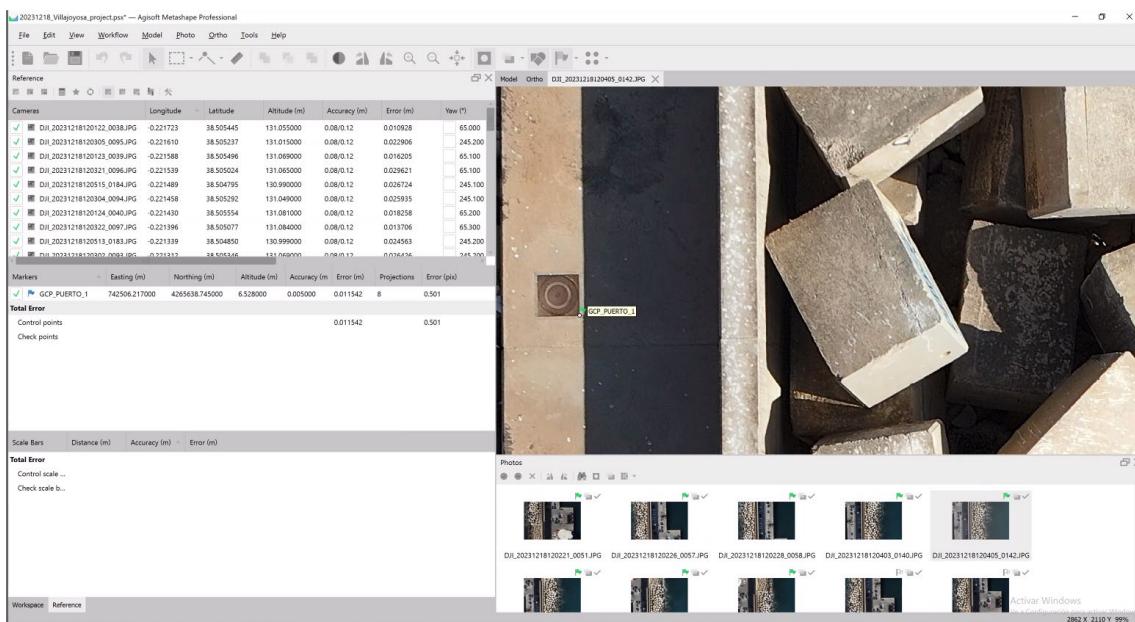


3. Aerotriangulación con autocalibración de la cámara eligiendo los parámetros del modelo de distorsión, utilizando la herramienta *Optimize Cameras* incluido en el panel *Reference*, eligiendo los parámetros conforme a la siguiente imagen.





4. Comprobación de la georreferenciación utilizando un punto de apoyo. Resultando, tal y como se observa en las siguientes capturas, un error despreciable.



5. Generación de la nube densa de puntos 3d, utilizando la opción *Build Dense Cloud* del menú *Workflow*, mostrándose en la siguiente figura los valores elegidos para los parámetros y los resultados del procesamiento incluidos en el programa.

Build Point Cloud

- General
 - Source data: Depth maps
 - Quality: Ultra high
 - Reuse depth maps
- Advanced
 - Depth filtering: Mild
 - Calculate point colors
 - Calculate point confidence
 - Replace default point cloud

Point Cloud

Points	278,347,372
Coordinate precision	2.41 mm

Point attributes

Color	3 bands, uint8
Normal	
Confidence	5 - 21

Point classes

Created (never classified)	278,347,372
----------------------------	-------------

Depth maps generation parameters

Quality	Ultra High
Filtering mode	Mild
Max neighbors	16
Processing time	1 hours 3 minutes
Memory usage	24.04 GB

Point cloud generation parameters

Processing time	4 hours 32 minutes
Memory usage	48.70 GB
Date created	2023:03:29 02:06:21
Software version	2.0.0.15597
File size	4.08 GB

6. Generación del Modelo Digital de Elevación (DEM), utilizando la opción Build DEM del menú Workflow, mostrándose en la siguiente figura los valores elegidos para los parámetros y los resultados del procesamiento incluidos en el programa.

Build DEM

- Projection
 - Type: Geographic
 - Planar
 - Cylindrical
- ETRS89 / UTM zone 30N + 5782

DEM

Size	66,686 x 47,317
Coordinate system	ETRS89 / UTM zone 30N (EPSG::25830)

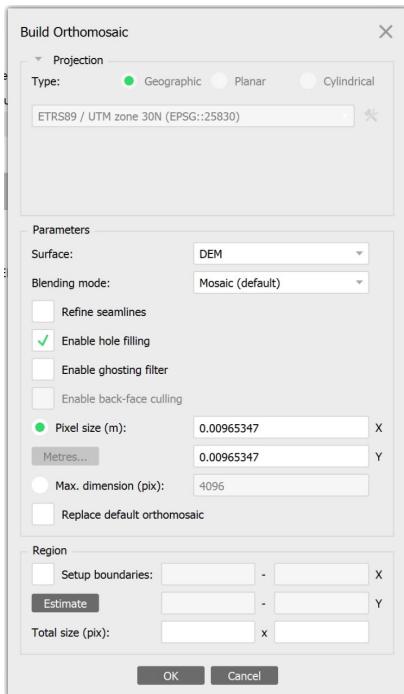
Reconstruction parameters

Source data	Point cloud
Interpolation	Enabled
Processing time	22 minutes 50 seconds
Memory usage	370.24 MB
Date created	2023:03:29 08:21:42
Software version	2.0.0.15597
File size	5.09 GB

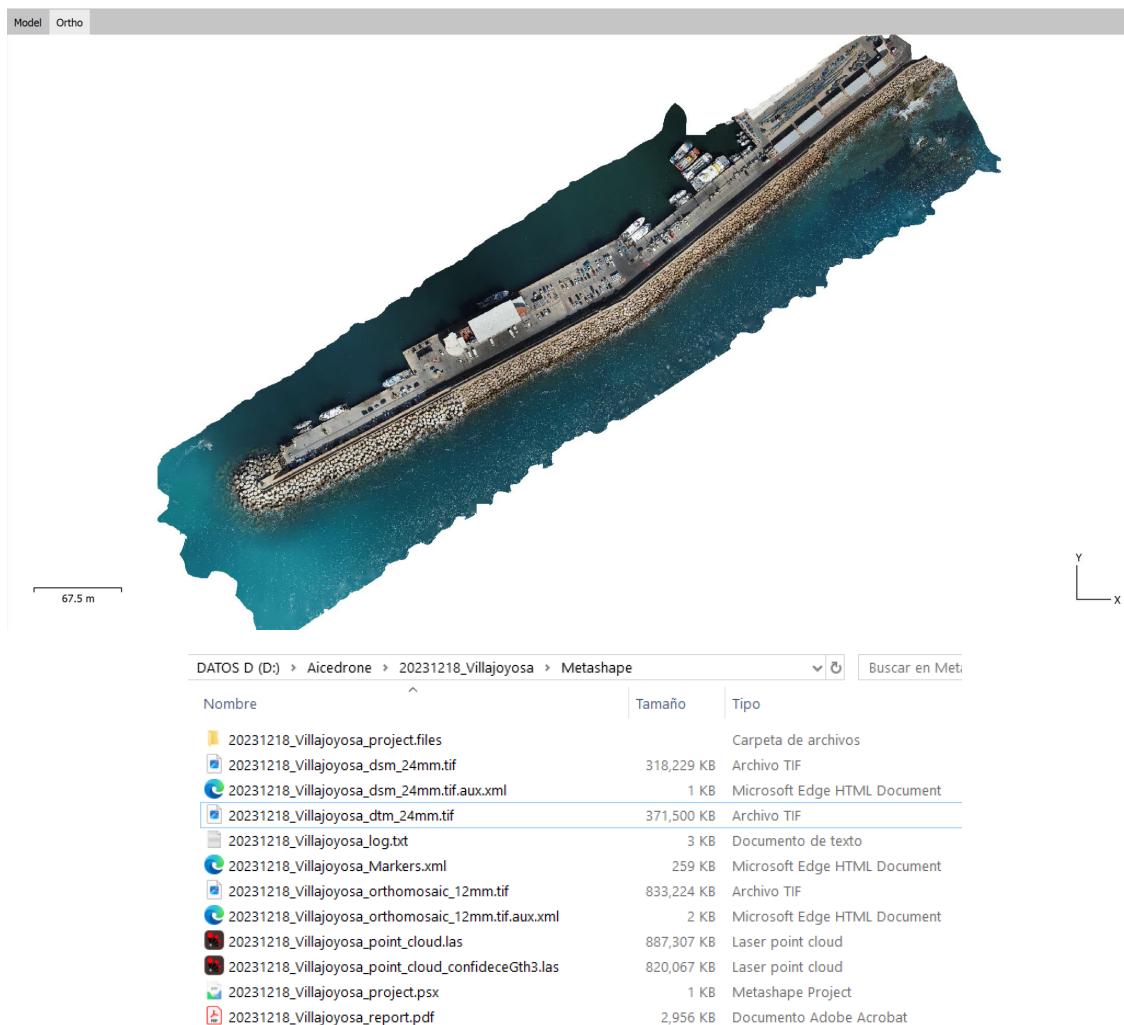
7. Generación de mosaico de ortoimágenes, utilizando la opción Build Orthomosaic del menú Workflow, mostrándose en la siguiente figura los valores elegidos para los parámetros y los resultados del procesamiento incluidos en el programa.

Protocolo de trabajo para el control de calidad de los cubos de hormigón en puerto

Pág. 15



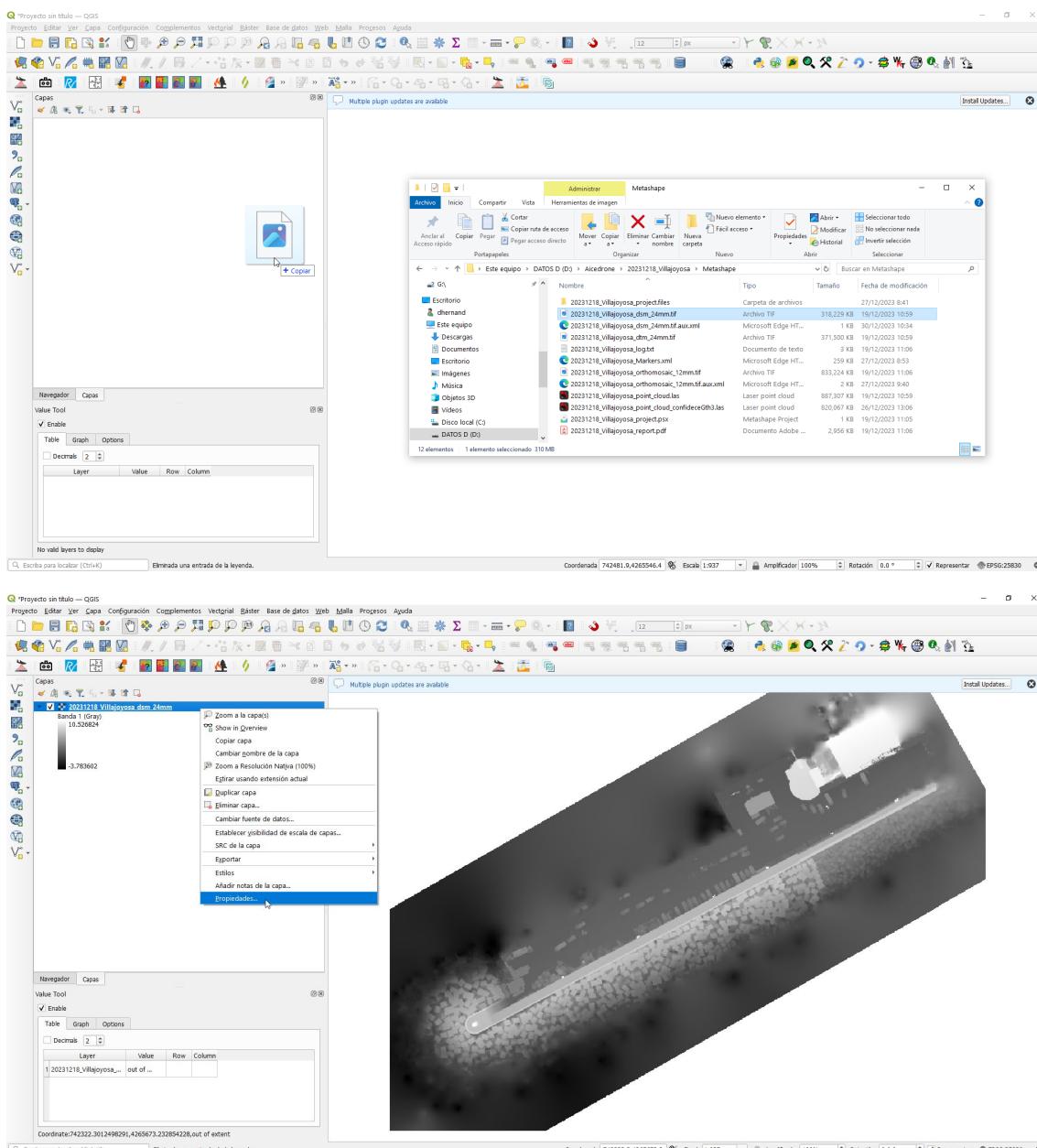
8. Exportación de resultados, eligiendo la opción correspondiente a cada tipo de producto en el submenú *Export* del menú *File*:
 1. Se exporta la nube de puntos en formato LAZ, empleando la opción *Export Point Cloud*, seleccionando el fichero destino en formato LAZ, el CRS y la nube de puntos como datos de origen.
 2. Se exporta el mosaico de ortoimágenes en formato GeoTIFF, empleando la opción *Export Orthomosaic*, seleccionando el fichero destino en formato GeoTIFF, el CRS, la resolución espacial a 12 mm y dejando el resto de las opciones por defecto.
 3. Se exportan el DEM en formato GeoTIFF, empleando la opción *Export DEM*, seleccionando el fichero destino en formato GeoTIFF, el CRS, la resolución espacial a 24 mm y dejando el resto de las opciones por defecto.
 4. Se exporta el fichero de orientaciones en el denominado formato *markers*, empleando la opción *Export Markers* y seleccionando el fichero destino en formato XML.
 5. Se exportan las imágenes libres de distorsión, lo que se realiza en un nuevo proyecto en el que se importan las imágenes, se importa y fija la última calibración obtenida en el proyecto anterior, y se utiliza la opción *Convert Images* del submenú *Export* del menú *File*, activando únicamente el parámetro *Transform to initial calibration*, que es la previamente importada y fijada.
 6. Se genera un informe de resultado en formato PDF, empleando la opción *Generate Report*, mostrando a continuación imágenes que ilustran el resultado.

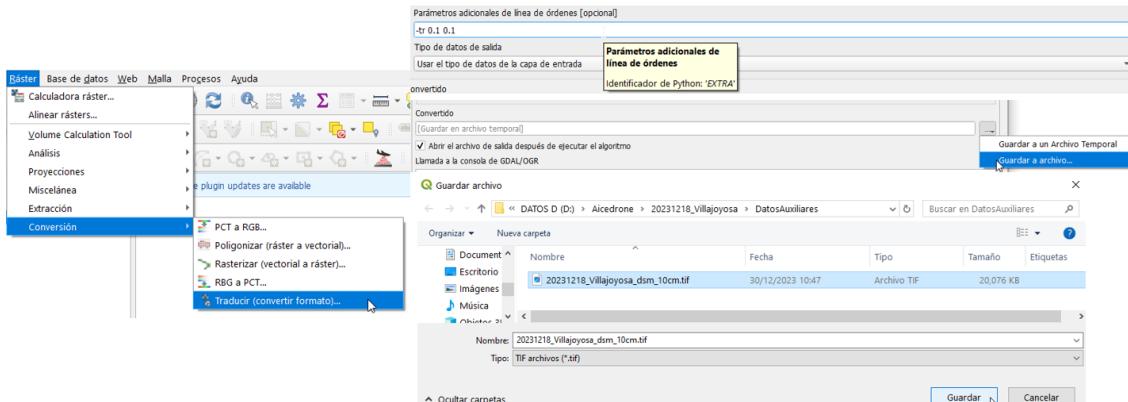
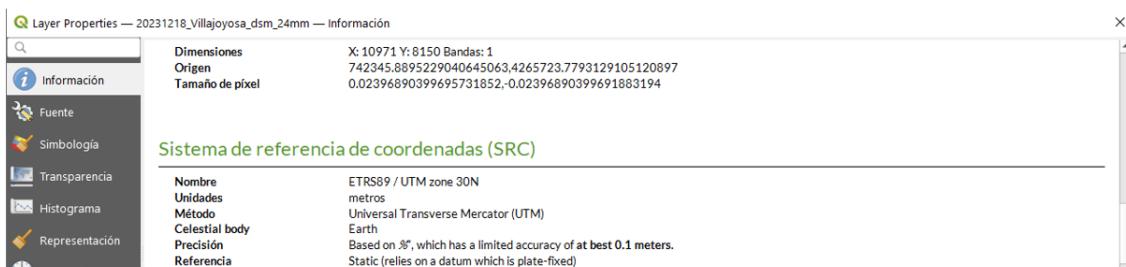
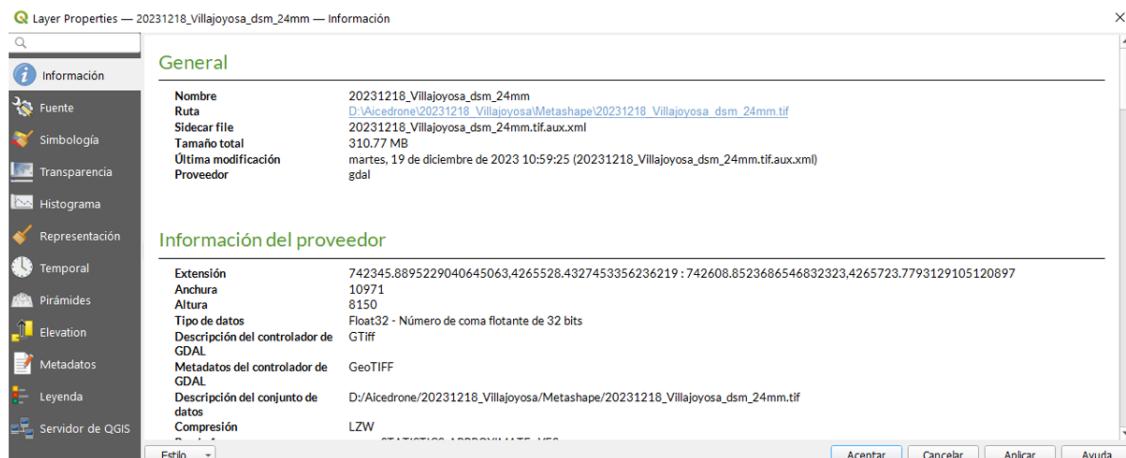


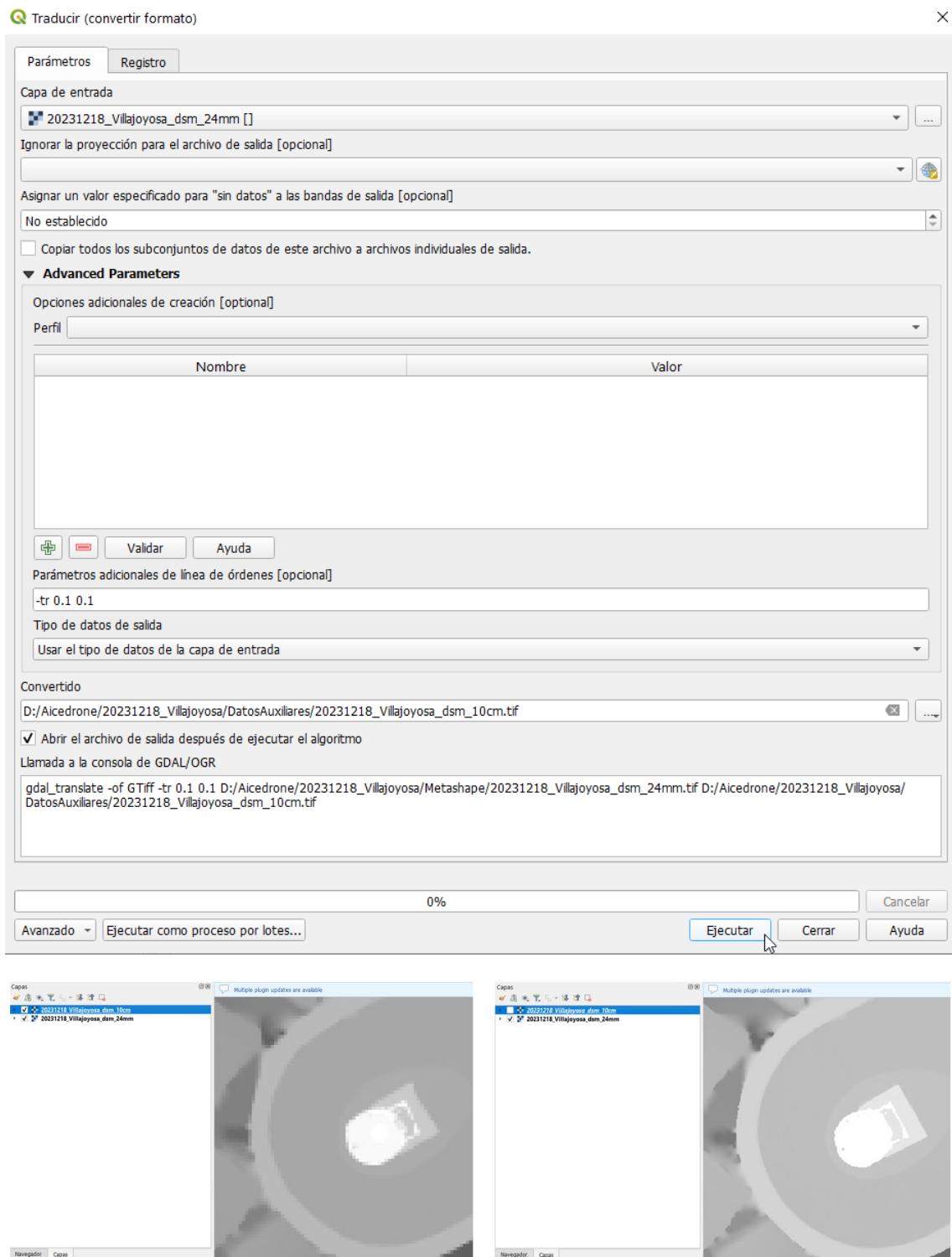
5.1.2 Optimización del modelo digital de superficies (MDS)

Como resultado del procesamiento con Metashape se obtiene un modelo digital de superficies con una resolución geométrica de gran detalle, 24 mm, que puede ralentizar algunos procesos que se realizarán posteriormente. A continuación, para evitar este problema se procede a describir con capturas de pantalla el proceso a realizar en QGIS para obtener un MDS derivado con una resolución espacial de 10 cm que es suficiente para algunos procesos. Esta tarea se puede realizar con multitud de herramientas informáticas comerciales y de código abierto, utilizando QGIS por el interés que tiene conocer cómo realizar este tipo de procesos por su utilidad en este proyecto.

Para realizar este proceso se usa la herramienta `gdal_translate` desde la interfaz gráfica de QGIS. Tras abrir QGIS, basta con cargar el fichero del MDS, arrastrando el fichero desde el explorador al árbol de capas, y seguir los pasos indicados por las siguientes capturas de pantalla, donde se comienza por mostrar las propiedades del MDS.







Se ha conseguido una reducción de tamaño en disco de 320 a 20 MBytes.

5.1.3 Creación de un ortomosaico de baja resolución espacial

Como resultado del procesamiento con Metashape se obtiene un ortomosaico con una resolución geométrica de gran detalle, 12 mm, que puede ralentizar algunos procesos que se realizarán posteriormente. Para tareas de fotointerpretación en algunos procesos es

conveniente crear un ortomosaico de menor resolución espacial, 10 cm, suficiente para apreciar suficiente detalle al tiempo que se agiliza el uso de las herramientas informáticas. Este proceso se realiza con QGIS siguiendo un procedimiento similar al empleado en el apartado anterior para el MDS. El resultado será un nuevo fichero:

D:\Aicedrone\20231218_Villajoyosa\DatosAuxiliares\ 20231218_Villajoyosa_orthomosaic_10cm.tif

Se ha conseguido una reducción de tamaño en disco de 833 a 20 MBytes.

5.2 Procesamiento de LiDAR

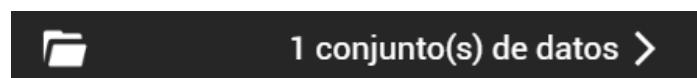
El procesamiento del vuelo LiDAR se debe realizar con el software del fabricante del equipo: DJI Terra, <https://enterprise.dji.com/es/dji-terra>.

A continuación, se enumeran y describen brevemente los pasos seguidos.

- Paso 1: Creación del proyecto e importación de los datos del vuelo

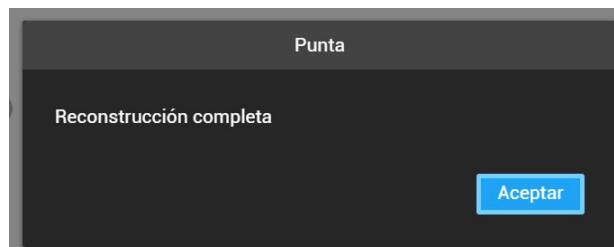
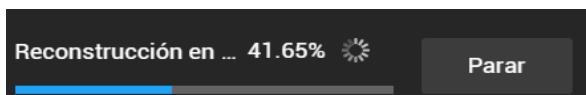
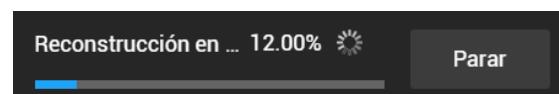
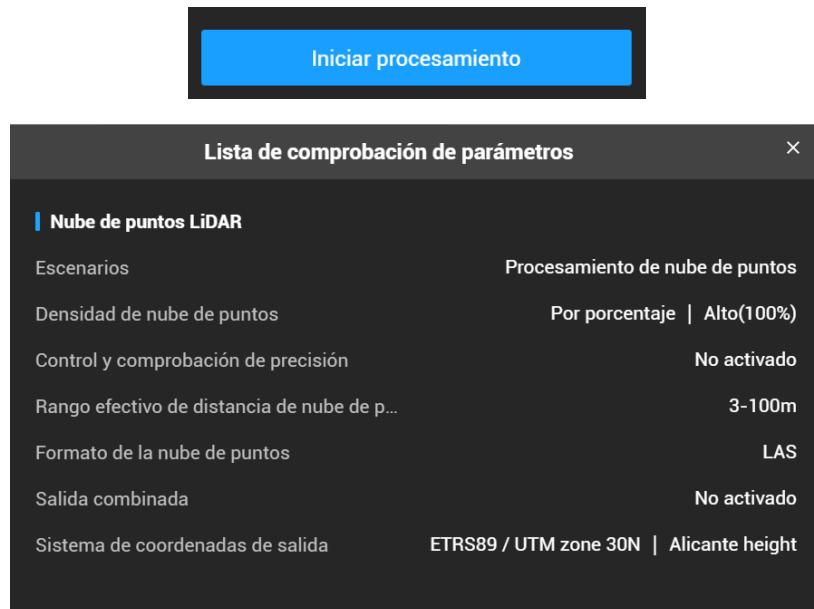
Tras abrir DJI Terra se elige la opción *Crear un Nuevo Proyecto*, eligiendo una denominación y seleccionando la carpeta donde guardar los archivos del proyecto. Lo siguiente es elegir la opción de *Reconstrucción de Nube de Puntos*.

Para importar los datos se debe seleccionar la opción *Añadir Datos* y seleccionar con el explorador que se despliega los archivos del vuelo, procediendo la herramienta a importar y mostrar los datos.

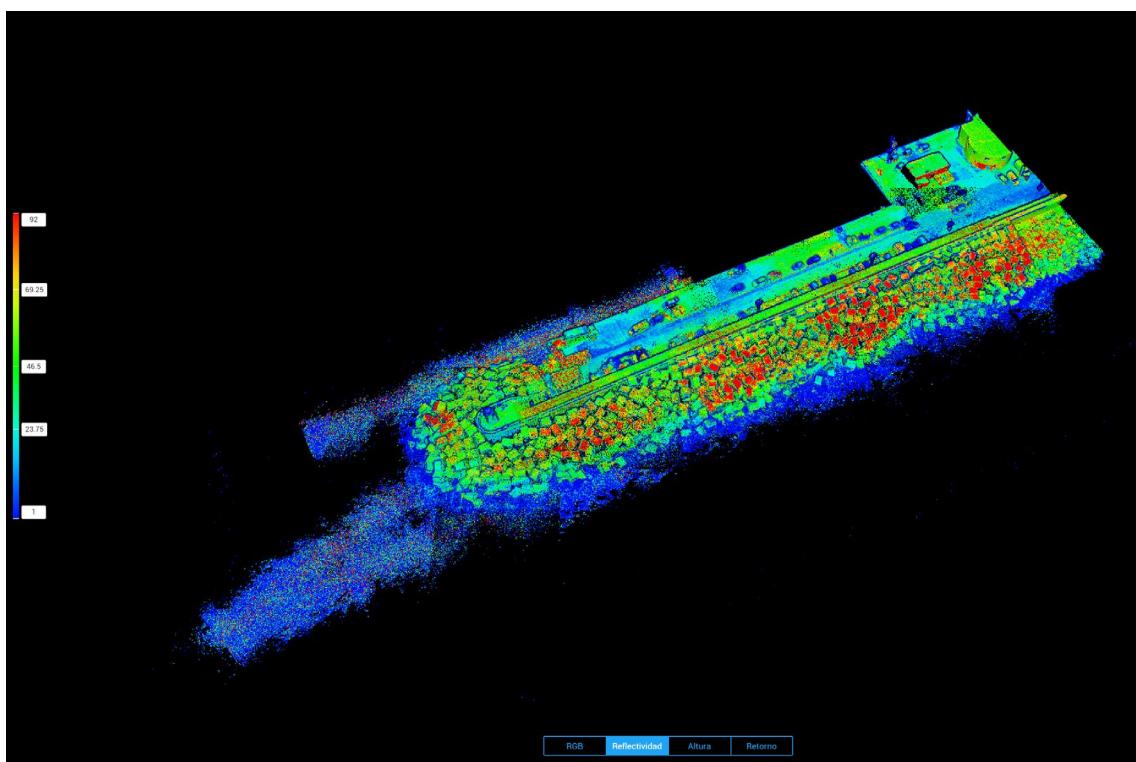
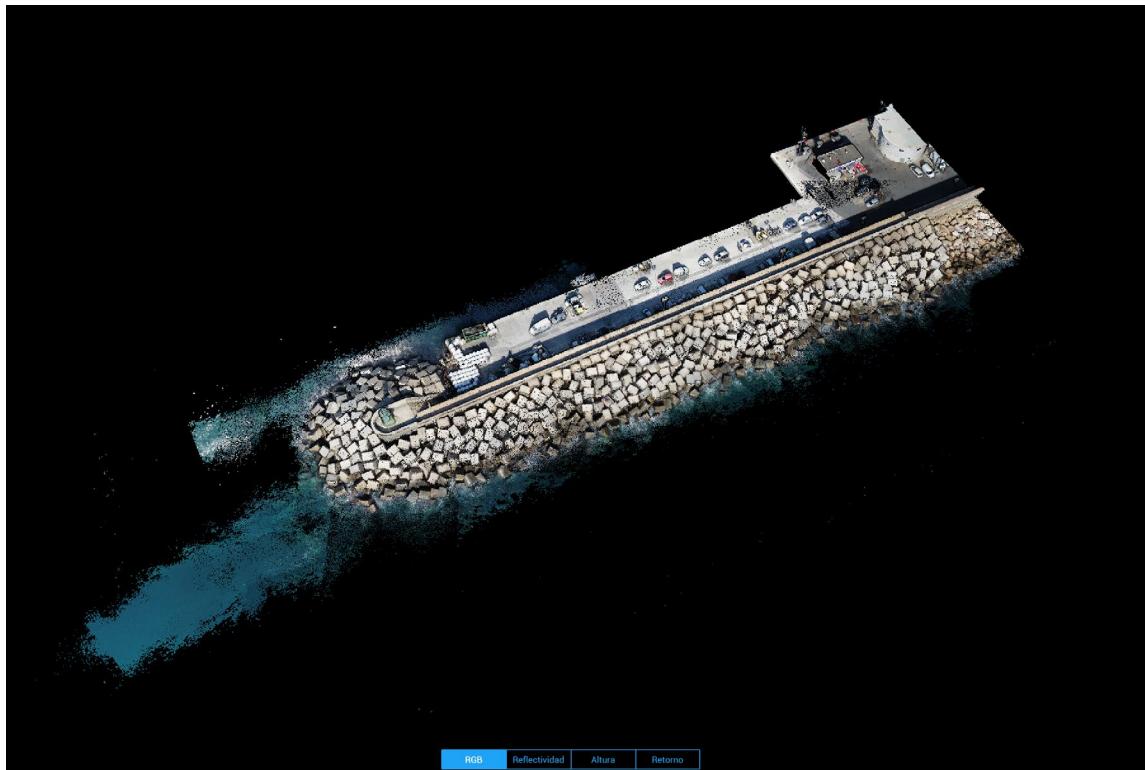


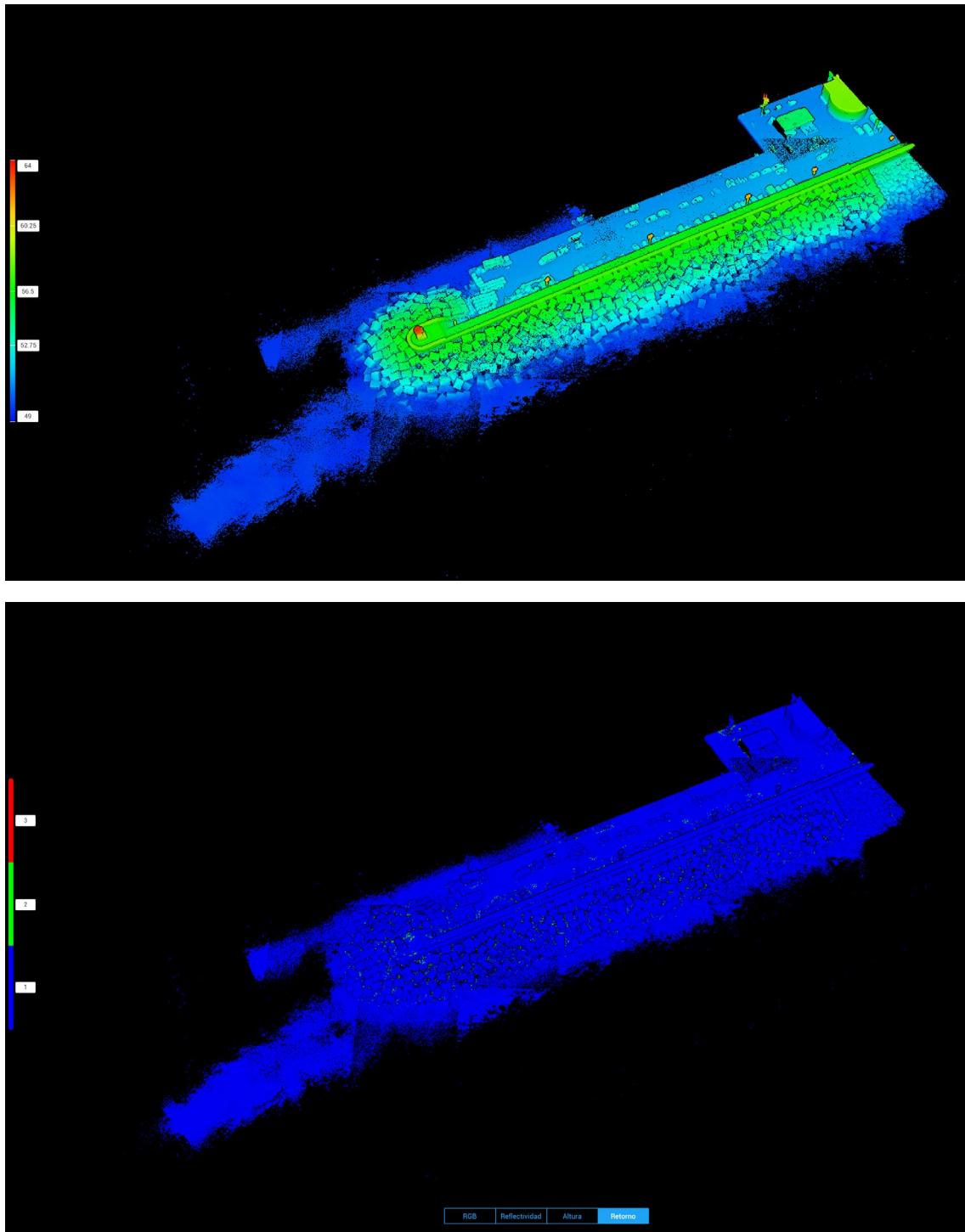
- Paso 2: Selección de los parámetros del procesamiento, en el que se elige la densidad de la nube de puntos y el CRS:

- Paso 3: Procesar los Datos, comenzando por pulsar en *Iniciar Procesamiento*, mostrándose los parámetros que se usarán para que sean validados antes de continuar. Tras aceptar se mostrará un diálogo con información del porcentaje de procesamiento que se va completando.

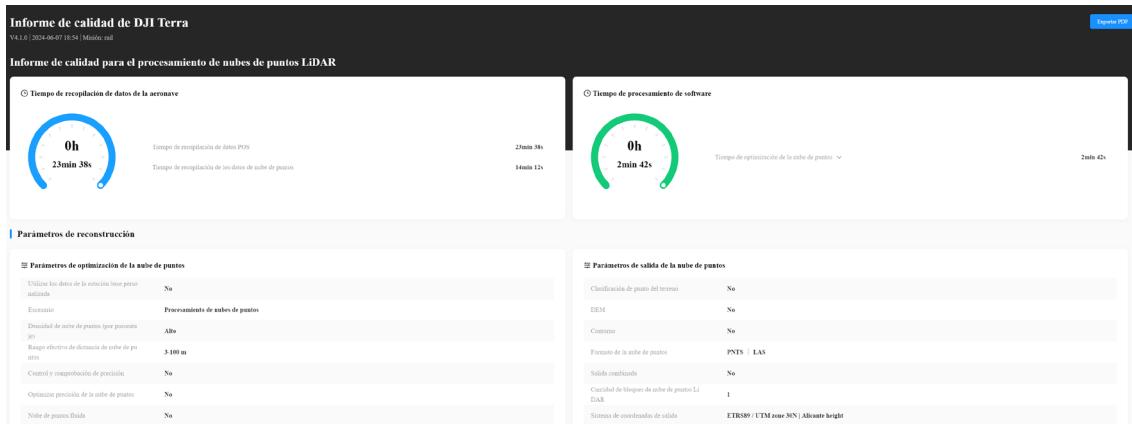


- Paso 4: Visualizar y Exportar los Resultados. Finalizado el proceso se mostrarán los resultados, tal y como se ilustra con las siguientes imágenes resultado de usar las herramientas de visualización que contempla la herramienta.





La herramienta permite generar desde el panel un informe del procesamiento que se puede exportar a un fichero en formato PDF.



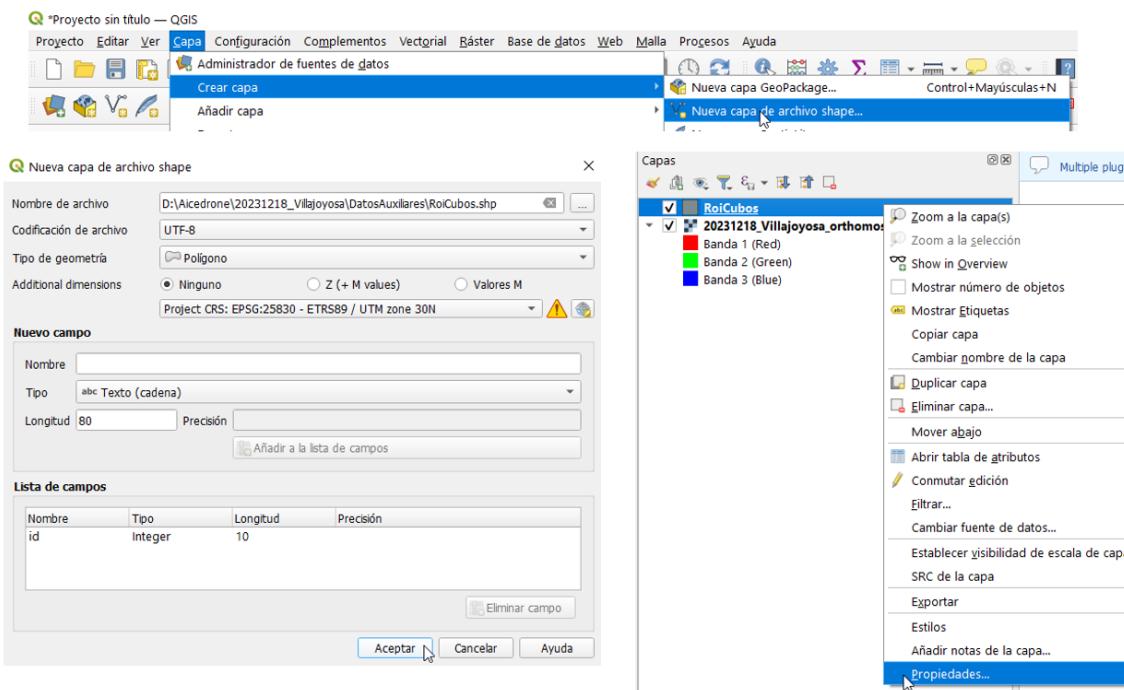
Para exportar la nube de puntos resultado del procesamiento se debe elegir la opción *Exportar* y las opciones: área de interés, resolución, y formato de archivo, recomendándose el estándar LAS/LAZ.

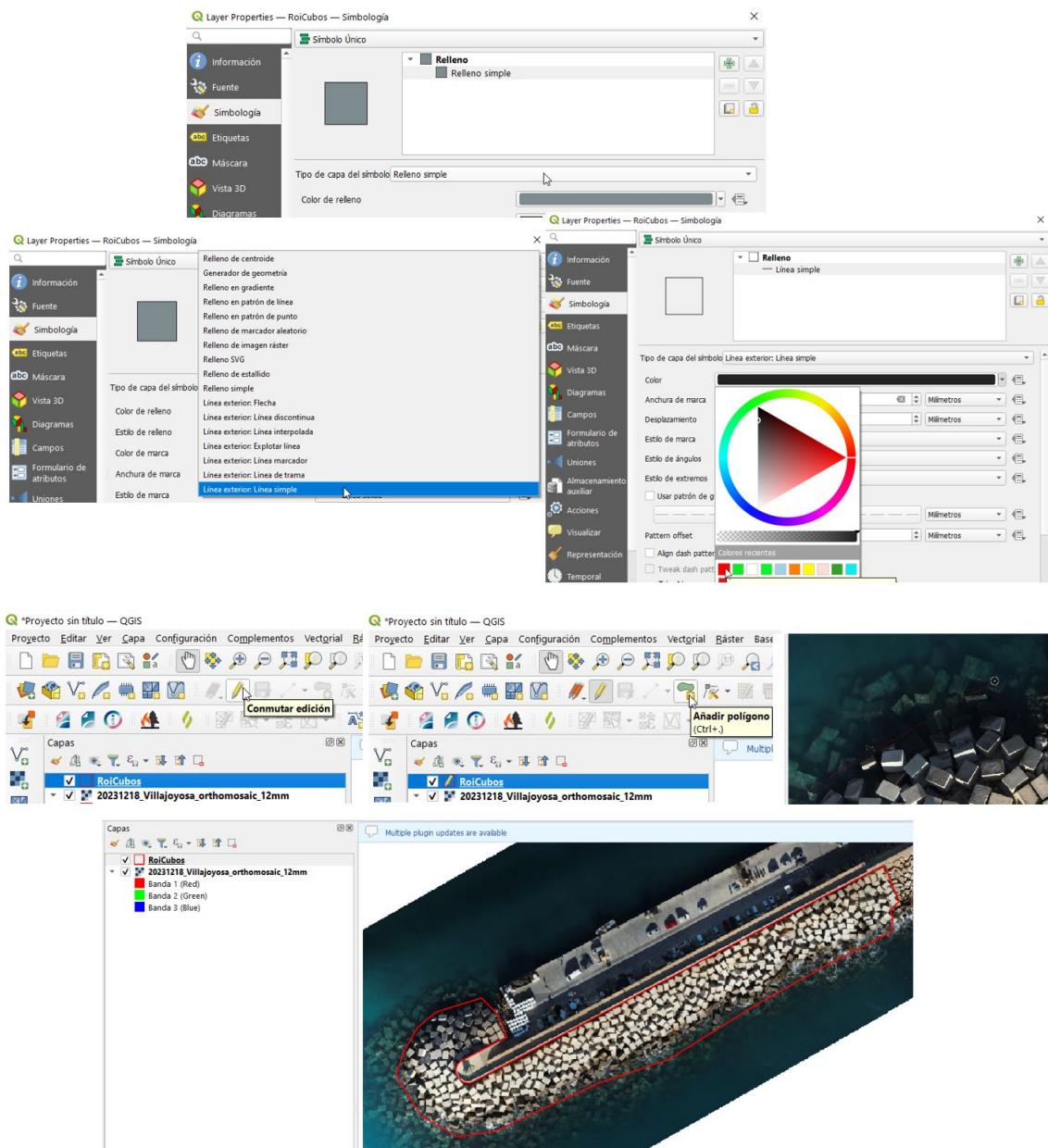
6 PROTOCOLO DE MODELIZACIÓN

En este apartado se describen todos los pasos a realizar para obtener la información de modelización de los cubos a partir de los productos geomáticos resultantes del procesamiento de los vuelos.

6.1 Creación del recinto de interés en QGIS

Tras cargar en QGIS el ortomosaico se crea un fichero shapefile con la definición de la zona de interés, polígono que incluye a los cubos a detectar. Este polígono será utilizado para limitar los puntos 3D utilizados a aquellos localizados en su interior. Las siguientes capturas de pantalla ilustran el proceso.





El resultado es el shapefile, que se almacena en varios ficheros, el principal, de extensión .shp y otros adicionales:

DATOS D (D:) > Aicedrone > 20231218_Villajoyosa > DatosAuxiliares

Nombre	Tipo	Tamaño
RoiCubos.cpg	Archivo CPG	1 KB
RoiCubos.dbf	Archivo DBF	1 KB
RoiCubos.prj	Archivo PRJ	1 KB
RoiCubos.qix	Archivo QIX	1 KB
RoiCubos.shp	Archivo SHP	1 KB
RoiCubos.shx	Archivo SHX	1 KB

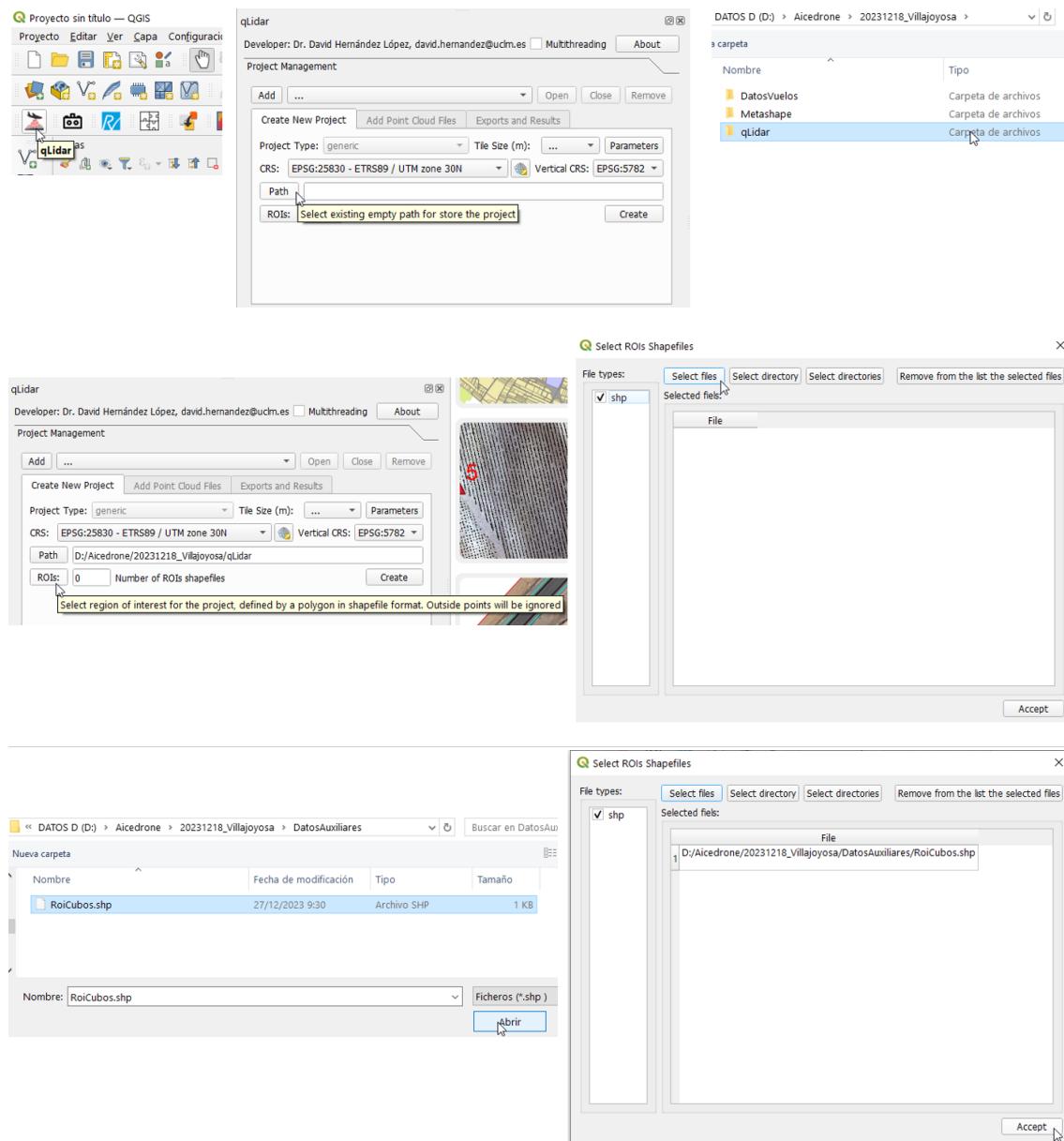
6.2 Proyecto del complemento qLidar de QGIS

El objetivo del complemento qLidar de QGIS, disponible en:

<https://github.com/UCLM-PAFyC/qLidar>

es optimizar el uso de la nube de puntos 3D que se empleará en la modelización.

A continuación, se incluye una relación de capturas de pantalla con los pasos seguidos hasta la finalización de la creación completa del proyecto de este complemento para este escenario, y que se resumen en: la creación de proyecto, la apertura del proyecto, la carga de la nube de puntos 3D y la posible inspección visual. Las siguientes capturas de pantalla ilustran el proceso.



qLidar

Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@uclm.es Multithreading About

Project Management

Add ... Open Close Remove

Create New Project Add Point Cloud Files Exports and Results

Project Type: generic Tile Size (m): 5 Parameters

CRS: EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N Vertical CRS: EPSG:5782

Path: D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/qlidar

ROIs: 1 Number of ROIs shapfiles Create

Temp Path: E:\dev\src\python\qgis3\qlidar\lbCppOldOSGeo4W\temp

Output Path: E:\dev\src\python\qgis3\qlidar\lbCppOldOSGeo4W\output

q Parameters manager for command: ProjectParameters

Code	Enabled	Value	Description	Type	Unit	Minimum value	Maximum value
1	Author	Yes	David Hernandez	Text			
2	Color	Yes	true	Value list			
3	ColorBytes	Yes	1	Number of bytes to store color, RGB and nir	Value list		
4	Company	Yes	UCLM	Text			
5	GpsTime	Yes	false	Store gps time	Value list		
6	Intensity	Yes	true	Store intensity	Value list		
7	Nir	Yes	false	Store nir	Value list		
8	Return	Yes	false	Store return	Value list		
9	Returns	Yes	false	Store returns	Value list		
10	Sourceld	Yes	false	Store source id	Value list		
11	UserData	Yes	false	Store user data	Value list		

qLidar

Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@uclm.es Multithreading About

Project Management

Add ... Open Close Remove

Create New Project Add Point Cloud Files Exports and Results

Project Type: generic Tile Size (m): 5 Parameters

CRS: EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N Vertical CRS: Lower for higher point density

Path: D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/qlidar

ROIs: 1 Number of ROIs shapfiles Create

qLidar

Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@uclm.es Multithreading About

Project Management

Add ... Open Close Remove

Create New Project Add Point Cloud Files Exports and Results

Project Type: generic Tile Size (m): 5 Parameters

CRS: EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N Vertical CRS: EPSG:5782

Path: D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/qlidar

ROIs: 1 Number of ROIs shapfiles Create

qLidar

Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@uclm.es Multithreading About

Project Management

Add D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/qlidar Open Close Remove

Create New Project Add Point Cloud Files Exports and Results Open selected project

PCFs: 0 Number of Point Cloud Files Process

qLidar:

Process completed successfully Aceptar

qLidar

Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@uclm.es Multithreading About

Project Management

Add D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/qlidar Open Close Remove

Create New Project Add Point Cloud Files Exports and Results

CRS: EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N Vertical CRS: EPSG:5782

PCFs: 0 Number of Point Cloud Files Process

q *Proyecto sin título — QGIS

Project Edar Ver Capa Configuración Complementos Vectorial Síntesis Base de datos Web Malla Proyectos Ayuda

Capas

Point Cloud 3D

rois

Navegador Capas

qLidar

Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@uclm.es Multithreading About

Project Management

Add D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/qlidar Open Close Remove

Create New Project Add Point Cloud File Exports and Results

CRS: EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N Vertical CRS: EPSG:5782

PCFs: 0 Number of Point Cloud Files Process

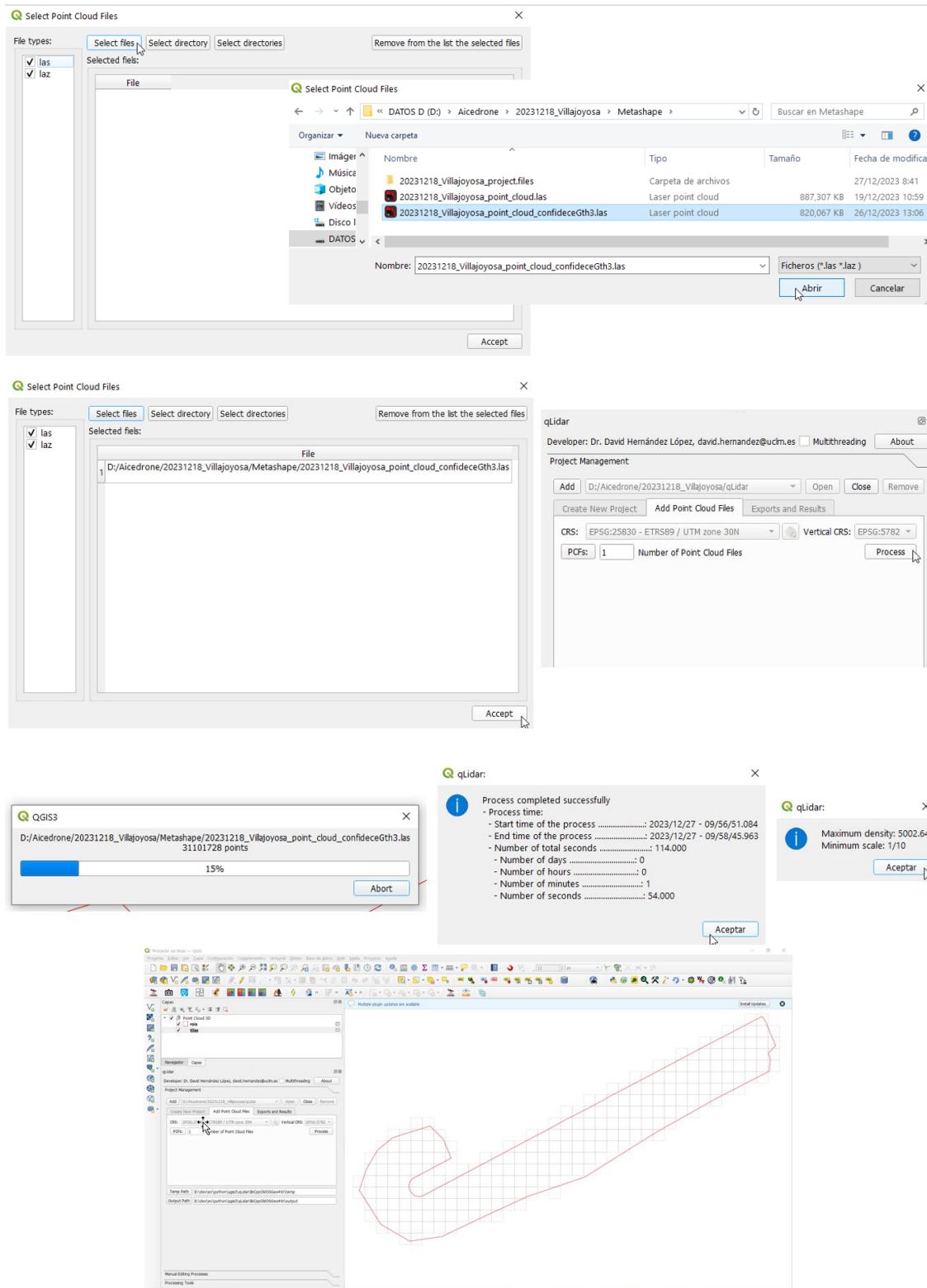
Temp Path: E:\dev\src\python\qgis3\qlidar\lbCppOldOSGeo4W\temp

Output Path: E:\dev\src\python\qgis3\qlidar\lbCppOldOSGeo4W\output

Manual Editing Processes Processing Tools

Escriba para localizar (ctrl+K)

Coordenada: 742357.4,4265580.0 Escala: 1:560 Amplificador: 100% Rotación: 0.0° Representar: EPSG:25830



El resultado del proceso persiste en la ruta elegida, con un tamaño que se ha reducido de los 820 MBytes del fichero original a unos 125 MBytes.

> DATOS D (D:) > Aicedrone > 20231218_Villajoyosa > qLidar

Nombre	Tipo	Tamaño
20231218_Villajoyosa_point_cloud_confideceGth3.dhl	Archivo DHL	113,437 KB
20231218_Villajoyosa_point_cloud_confideceGth3.pcs	Archivo PCS	14,143 KB
PointCloudManager.dhl	Archivo DHL	27 KB

El complemento qLidar contempla opciones para la visualización en 3D de la nube de puntos.

The screenshot shows the qLidar software interface. On the left, there are two main panels: the "2D Tools" panel and the "3D Tools" panel. The "2D Tools" panel includes sections for "Process with selected points" (with radio buttons for "Select only", "Unselect", "Change to class", "Delete", "Recover original class", and "Recover deleted"), "Vegetation" (checkboxes for classes 0-12), and "Visible classes" (checkboxes for classes 0-Created through 12-Overlap). The "3D Tools" panel includes "3D View from Map Canvas" and "3D View from..." buttons, along with a "Load polygon selection in 3D view" button. On the right, the 3D view displays a complex 3D point cloud representing a bridge structure, colored in shades of orange and red. Below the 3D view, a smaller window titled "qLidar - Point Cloud Viewer" shows a 2D point cloud visualization of the same structure, with a legend and a table of point statistics.

Index	Label	Conf	#Point
1	created..	0	5905930
2	undeclassif.	0	0
3	ground..	0	1923265
4	unveg..	0	0
5	medium..	0	0
6	high-veg..	0	0
7	building..	0	0
8	over-point..	0	747539
9	model-kzc..	0	0
10	water..	0	0
11	reserved..	0	0
12	reserved..	0	0
13	overlap..	0	0
14	reserved..	0	0
15	reserved..	0	0
16	reserved..	0	0
17	removed..	0	0

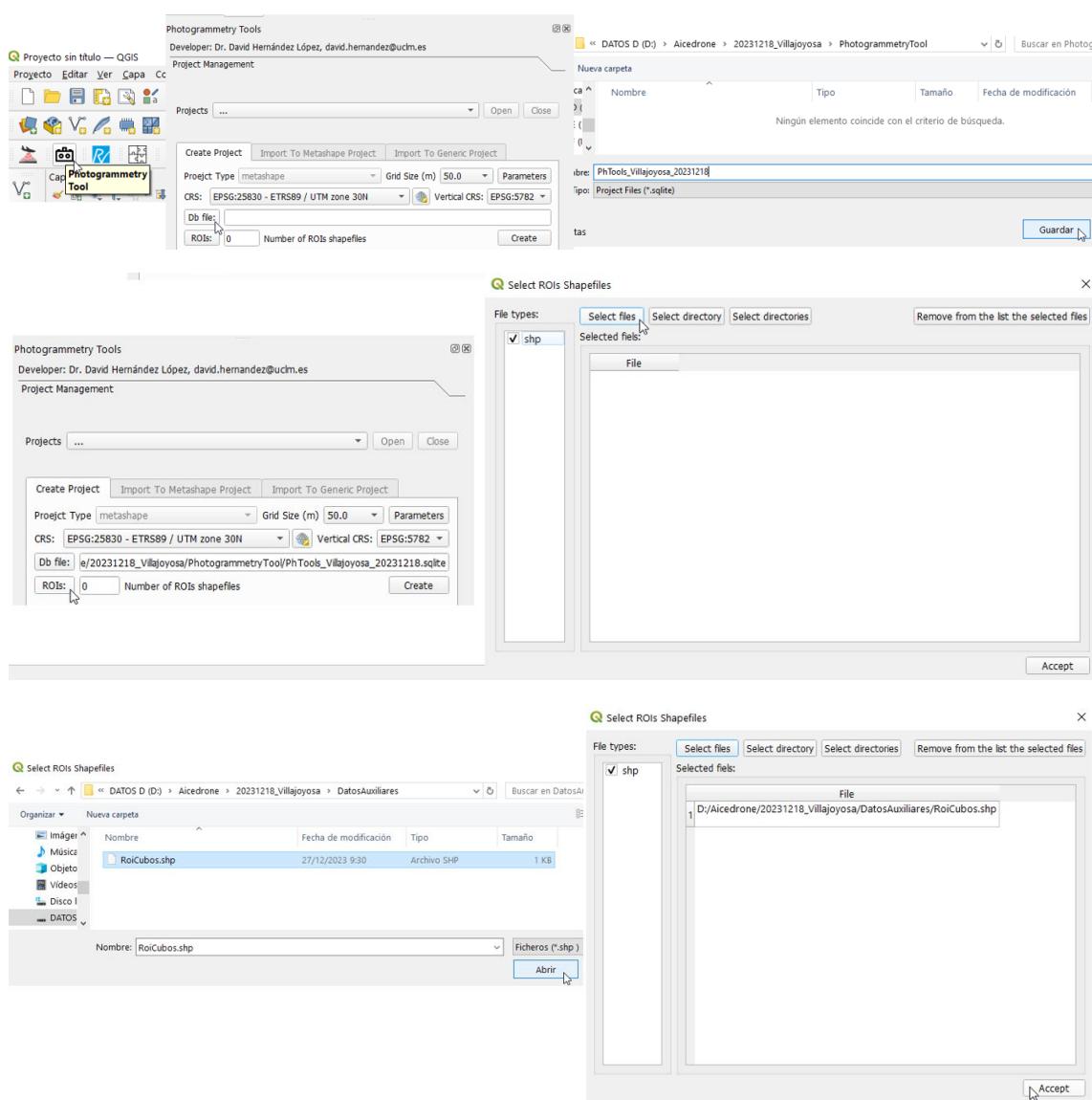
6.3 Proyecto del complemento PhotogrammetryTool de QGIS

El objetivo del complemento PhotogrammetryTool de QGIS, disponible en:

https://github.com/UCLM-PAFyC/photogrammetry_tools

es la gestión y uso de un proyecto fotogramétrico generado con Metashape para resolver multitud de tareas necesarias en este proyecto.

A continuación, se incluye una relación de capturas de pantalla con los pasos seguidos hasta la finalización de la creación completa del proyecto de este complemento para este escenario, y que se resumen en: la creación de proyecto, la apertura del proyecto, la importación del fichero del proyecto de Metashape (exportación de markers en formato XML), la vinculación de las imágenes, con y sin distorsión, y la generación de las huellas de las imágenes sobre el modelo digital de superficies (MDS). Las siguientes capturas de pantalla ilustran el proceso.





Photogrammetry Tools
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es
Project Management

Projects ... Open Close

Create Project Import To Metashape Project Import To Generic Project

Project Type metashape Grid Size (m) 50.0 Parameters

CRS: EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N Vertical CRS: EPSG:5782

Db file: e:/20231218_Villajoyosa/PhotogrammetryTool/PhTools_Villajoyosa_20231218.sqlite

ROIs: 1 Number of ROIs shapefiles Create

Process completed successfully Aceptar

Photogrammetry Tools
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es
Project Management

Projects ... Open Close

Create Project Import To Metashape Project Import To Generic Project

Project Type metashape Grid Size (m) 50.0 Parameters

CRS: EPSG:5782

Db file: PhTools_Villajoyosa_20231218.sqlite

ROIs: _20231218.sqlite Create

Process completed successfully Aceptar

Photogrammetry Tools
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es
Project Management

Projects PhTools_Villajoyosa_20231218.sqlite Open Close

Create Project Import To Metashape Project Import To Generic Project

Project Type metashape Grid Size (m) 50.0 Parameters

Import calibrations and orientations from Metashape project markers XML file

File:

Photogrammetry Tools
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es
Project Management

Projects PhTools_Villajoyosa_20231218.sqlite Open Close

Create Project Import To Metashape Project Import To Generic Project

Import calibrations and orientations from Metashape project markers XML file

File: Pj_1 Code: Pj_1 Chunk: Process

Import image files

Images: 0 Number of images Process

Import undistorted image files

Images: 0 Number of images Centered PPA Process

Update image data after changes in QGIS

Select Metashape Markers XML file (xml)

DATOS D (D) > Aicedrone > 20231218_Villajoyosa > Metashape > 20231218_Villajoyosa_Markers.xml

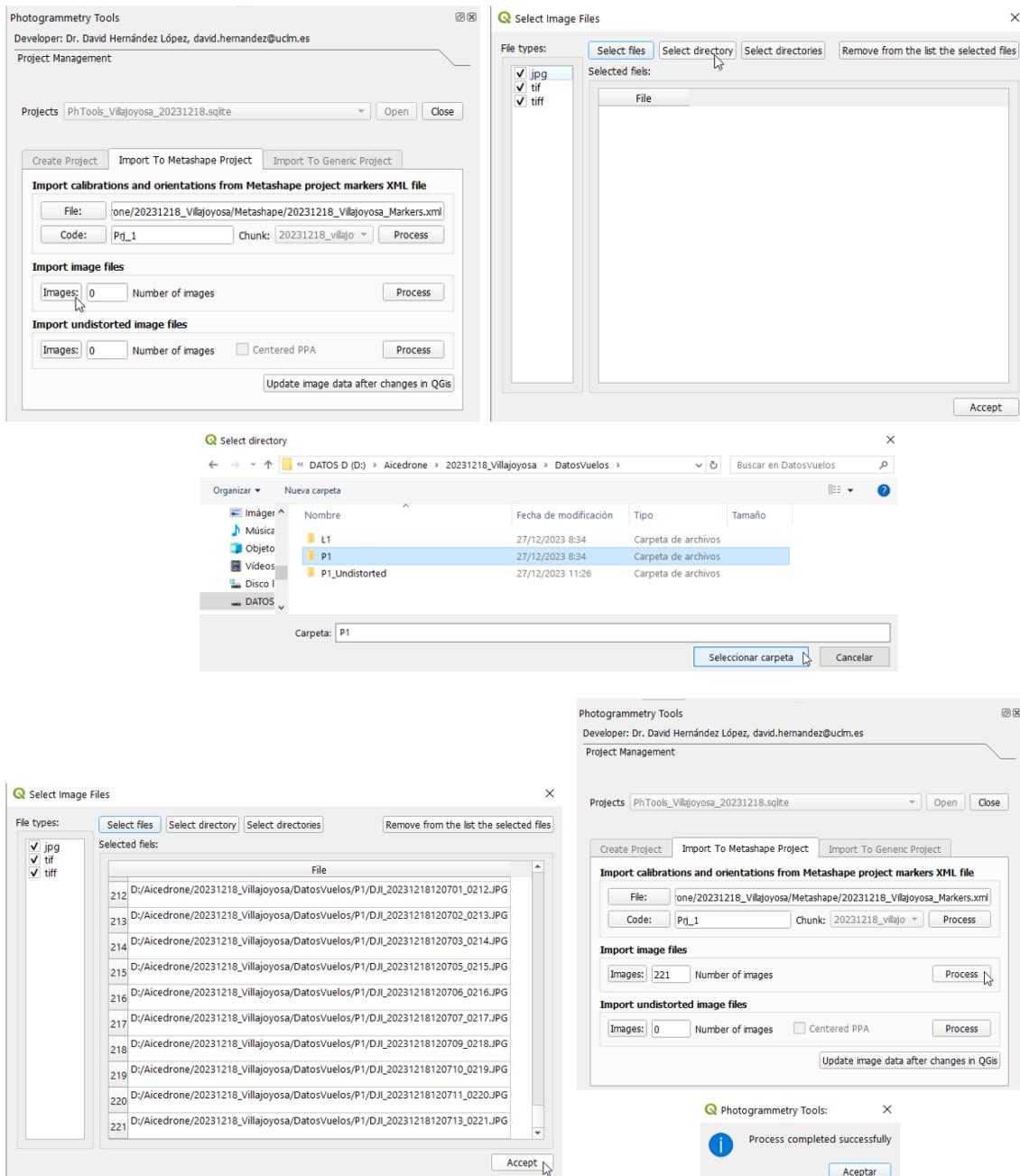
Nueva carpeta

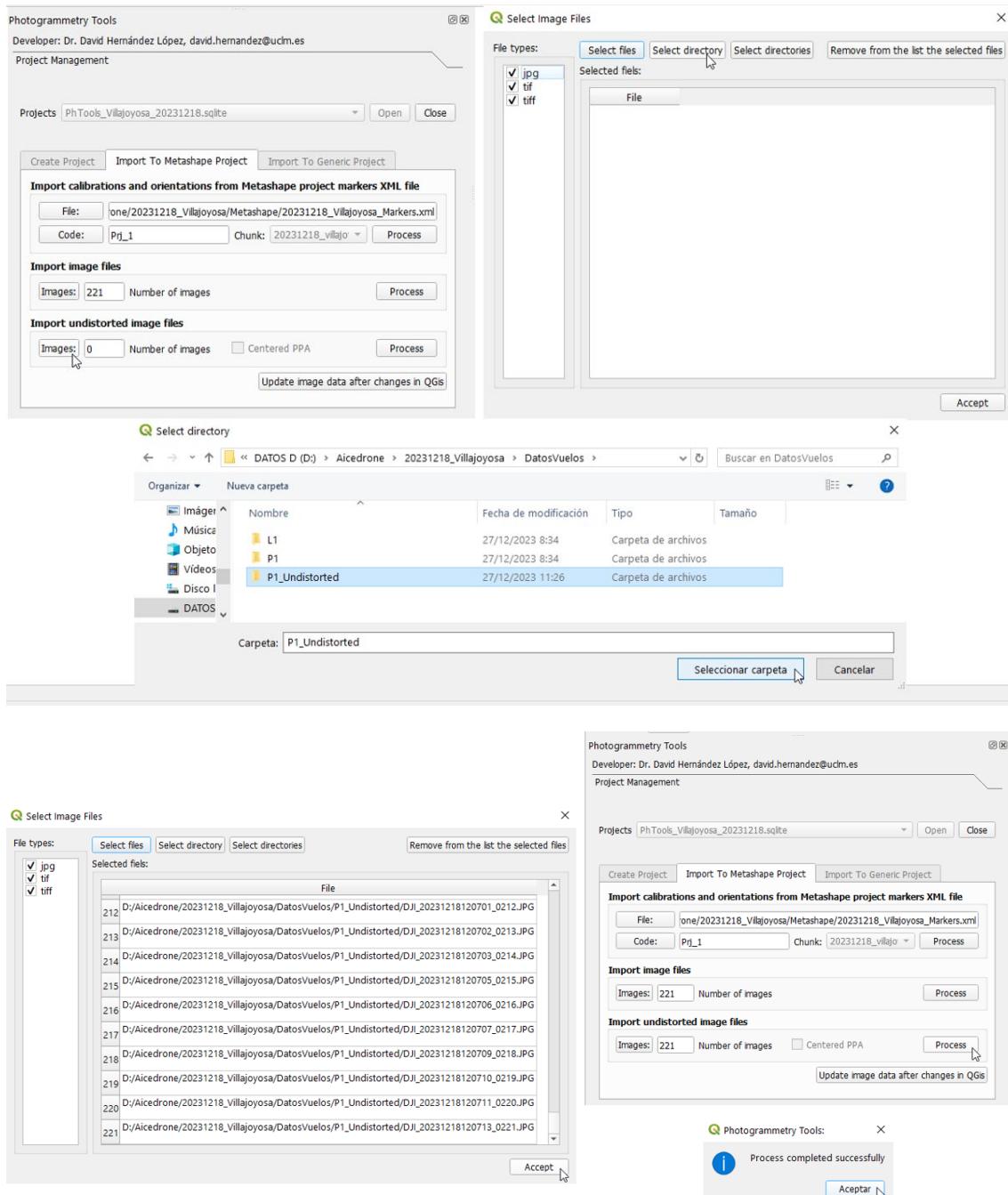
Nombre	Tipo	Tamaño	Fec
20231218_Villajoyosa_project.files	Carpeta de archivos	27/	
20231218_Villajoyosa_Markers.xml	Microsoft Edge HTML Do...	259 KB 27/	
20231218_Villajoyosa_orthomosaic_12mm.tif.aux.xml	Microsoft Edge HTML Do...	2 KB 27/	

Nombre: 20231218_Villajoyosa_Markers.xml Abrir

Photogrammetry Tools:
Process completed successfully Aceptar

Initial Updates...
Cordenada: 742374.6-426550.2 Escala: 1:1318 Amplificador: 100% Rotación: 0.0° Representar: EPSG:25830





Todos los resultados se van almacenando en la base de datos del proyecto, fichero:

D:\Aicedrone\20231218_Villajoyosa\PhotogrammetryTool\PhTools_Villajoyosa_20231218.sqlite

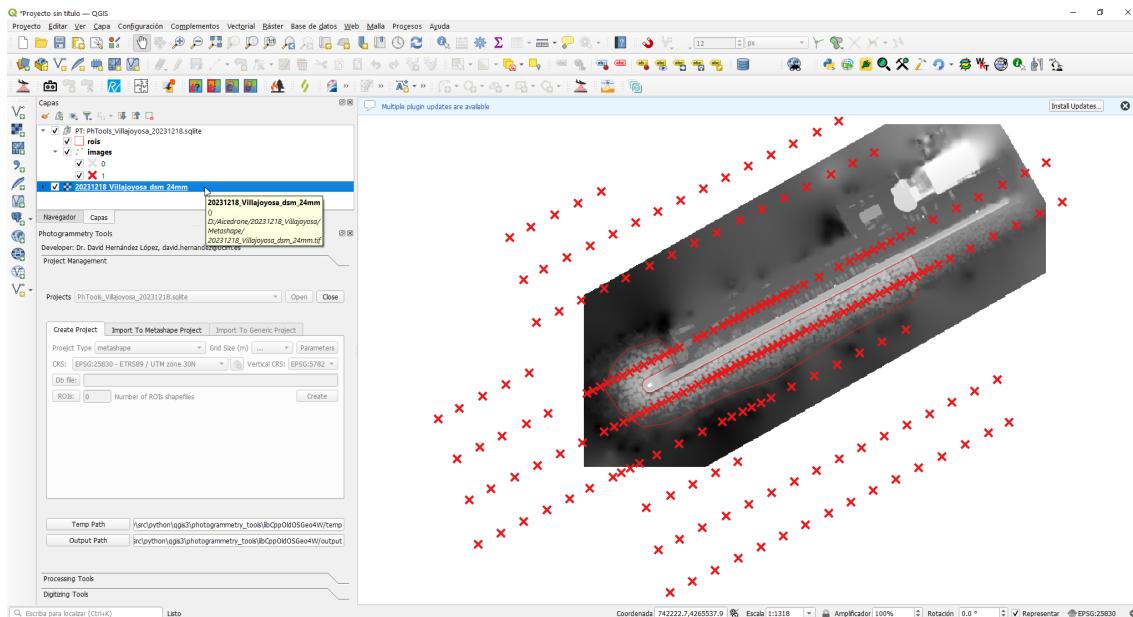
La siguiente figura corresponde a una captura del explorador de base de datos de QGIS consultado el contenido de la tabla images.

Administrador de BBDD												
Base de datos Tabla												
Importar cape/archivo... Exportar e archivo...												
Proveedores												
Info	Tabla	Vista previa	id	label	file	xml_file_id	chunk_label	camera_id	undistorted_file	enabled	string_id	the_geom
PhTools_Villajoyosa_20231218.sqlite												
images			1	dji_20231218115925_0001.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	0	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
images_fp			2	dji_20231218115926_0002.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	1	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
images_undistorted_fp			3	dji_20231218115927_0003.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	2	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
projects			4	dji_20231218115929_0004.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	3	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
rois			5	dji_20231218115930_0005.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	4	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
xml_files			6	dji_20231218120004_0006.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	5	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
acedrone_carretera_sworts.sqlite			7	dji_20231218120005_0007.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	6	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
acedrone_ferrocarril_srols.sqlite			8	dji_20231218120006_0008.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	7	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
lat_gps_photo_7378643.sqlite			9	dji_20231218120008_0009.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	8	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
pc_pnoa_primeras_cafe			10	dji_20231218120009_0010.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	9	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
pc_pnoa_primeras_cafe			11	dji_20231218120010_0011.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	10	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
pc_pnoa_primeras_cafe			12	dji_20231218120012_0012.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	11	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
pc_pnoa_primeras_cafe			13	dji_20231218120013_0013.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	12	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
pc_tendidos_pnoa_primeras_cafe			14	dji_20231218120014_0014.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	13	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT
ph Puerto_cafe.sqlite			15	dji_20231218120016_0015.jpg	D:/Aicedrone/...	1	20231218_villaj...	14	D:/Aicedrone/...	1	1#20231218_vill...	POINT

A continuación, se procede a lanzar un proceso para obtener la huella de las imágenes sobre el modelo digital de superficie (MDS). Tal y como se puede observar en la siguiente figura, el MDS ha de ser completado automáticamente en el algoritmo por altitudes 0 sobre el nivel del mar.

Las huellas obtenidas de las imágenes, con y sin distorsión, se almacenan en la base de datos como polígonos y serán empleadas por cualquier algoritmo que precise consultar las imágenes en las que aparece cualquier parte de la superficie.

La duración del proceso depende de la resolución espacial del MDS empleado, resultando de unos 45 minutos para el de mayor resolución obtenido con Metashape, con resolución espacial de 24 mm.



Photogrammetry Tools
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es
Project Management
Processing Tools

Command: Get images footprints from DSM
Chunk: 20231218_v1

- Get EXIF information
- Markers accuracy analysis
- Get images footprints from DSM
- Forward projection, from image to object space (DSM)
- Get objects footprints in images
- Single-View statistics
- Compute Sun artifacts in images: sun glint and hotspot
- Computing rectifying homographies
- Object point measurement
- Orthoimages generation
- Radiometric conversion to reflectance - Micasense RedEdge
- Radiometric conversion to reflectance - Parrot Sequoia
- Export_undistorted_to_colmap
- Normalized Difference Orthoimages generation
- Multi-View statistics

Project Management
Create Project Import To Metashape Project Import To Generic Project
Project Type: metashape Grid Size (m): ... Parameters
CRS: EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N Vertical CRS: EPSG:5782
Db file: Number of ROIs shapefiles: 0 Create
Temp Path: \src\python\qgis3\photogrammetry_tools\libCppOldOSGeo4W\temp
Output Path: \src\python\qgis3\photogrammetry_tools\libCppOldOSGeo4W\output

Processing Tools
Digitizing Tools

Photogrammetry Tools
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es
Project Management
Processing Tools

Command: Get images footprints from DSM
Parameters Process
Chunk: 20231218_v1

Q Parameters manager for command: Get images footprints from DSM

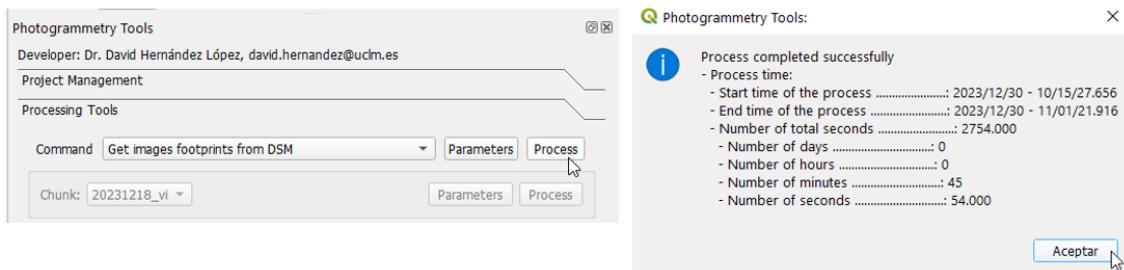
Code	Enabled	Value
GIFDSM_DsmRasterFile	Yes	D:/PhotogrammetryToolsProjects/EnriqueCaniaMarzo29/export/dsm_5cm_32618.tif
GIFDSM_MultiProcess	Yes	false
GIFDSM_NumberOfPointsBySide	Yes	11
GIFDSM_ProcessOnlyEnabledImages	Yes	true

Select file:

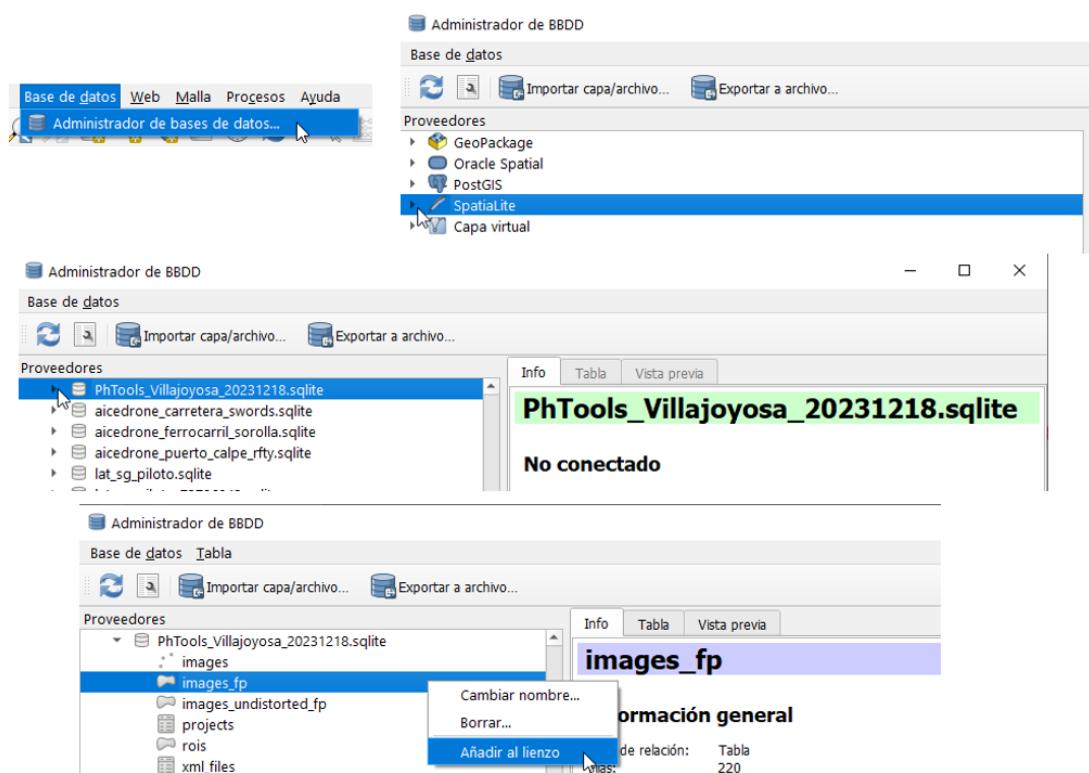
Nombre: 20231218_Villajoyosa_dsm_24mm.tif

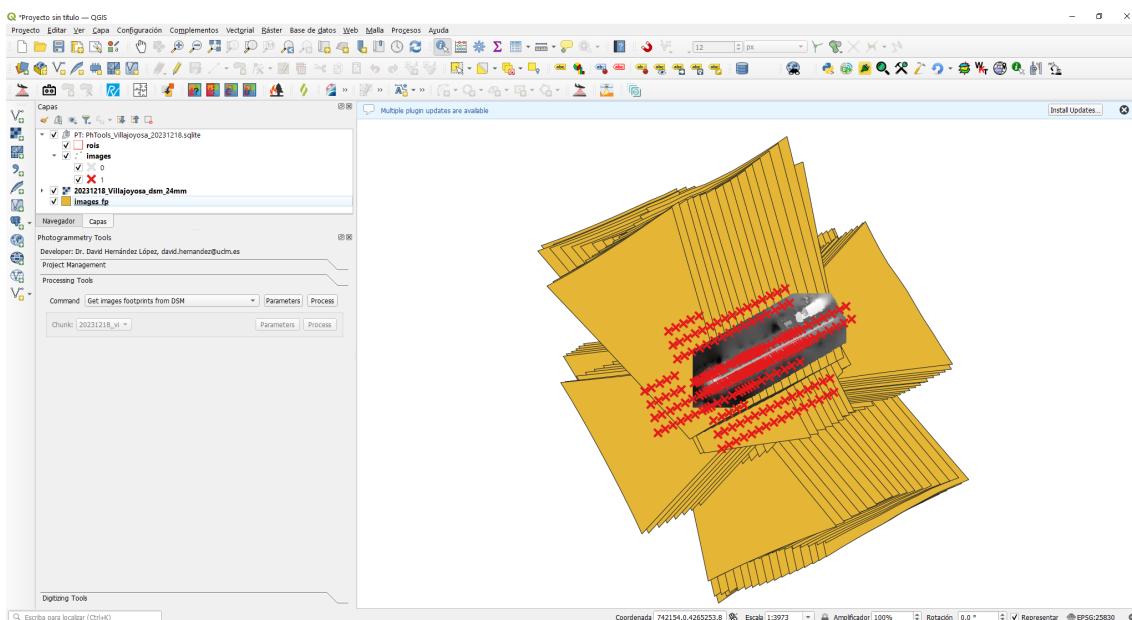
Q Parameters manager for command: Get images footprints from DSM

Code	Enabled	Value
GIFDSM_DsmRasterFile	Yes	D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/Metashape/20231218_Villajoyosa_dsm_24mm.tif
GIFDSM_MultiProcess	Yes	false
GIFDSM_NumberOfPointsBySide	Yes	11
GIFDSM_ProcessOnlyEnabledImages	Yes	true

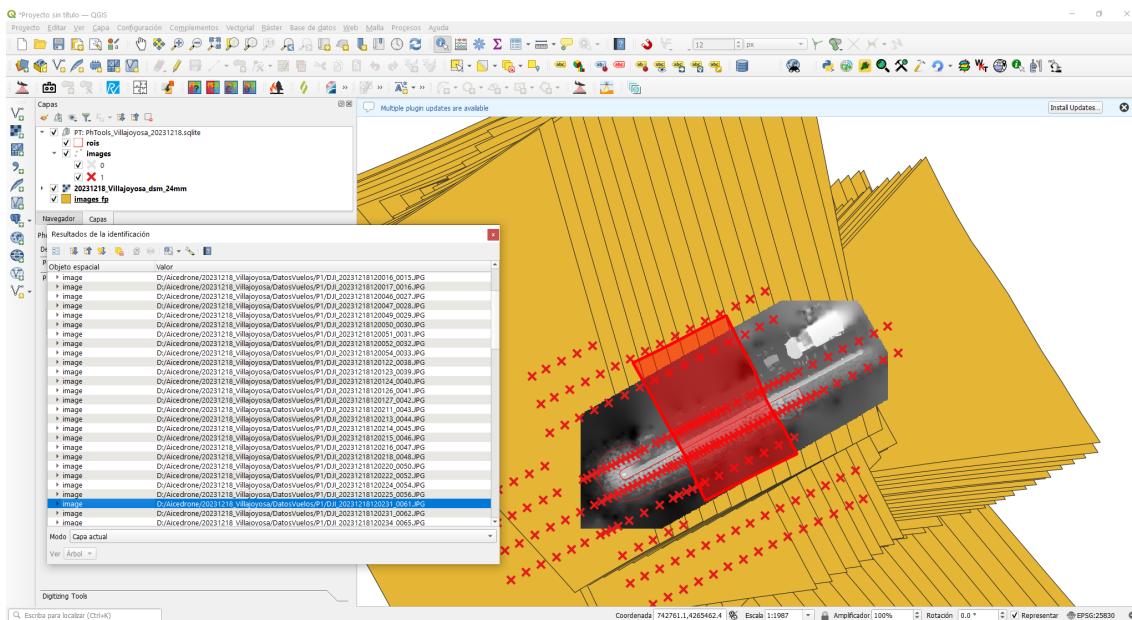


Las huellas no se cargan automáticamente, pero se puede hacer empleando las propias herramientas de QGIS, tal y como muestra las siguientes capturas.





El motivo de la forma alargada de las huellas hacia el exterior de la zona de interés es que se corresponde a imágenes oblicuas, conforme al protocolo de planificación y ejecución del vuelo. Las huellas para las imágenes que se han adquirido en posición nadiral tienen una forma clásica de un vuelo fotogramétrico convencional, tal y como ilustra la siguiente figura.



6.4 Proyecto del complemento qAicedrone de QGIS y qAicedroneTools de CloudCompare

El objetivo del complemento qAicedrone de QGIS de QGIS, disponible en:

<https://github.com/UCLM-PAFyC/qAicedrone>

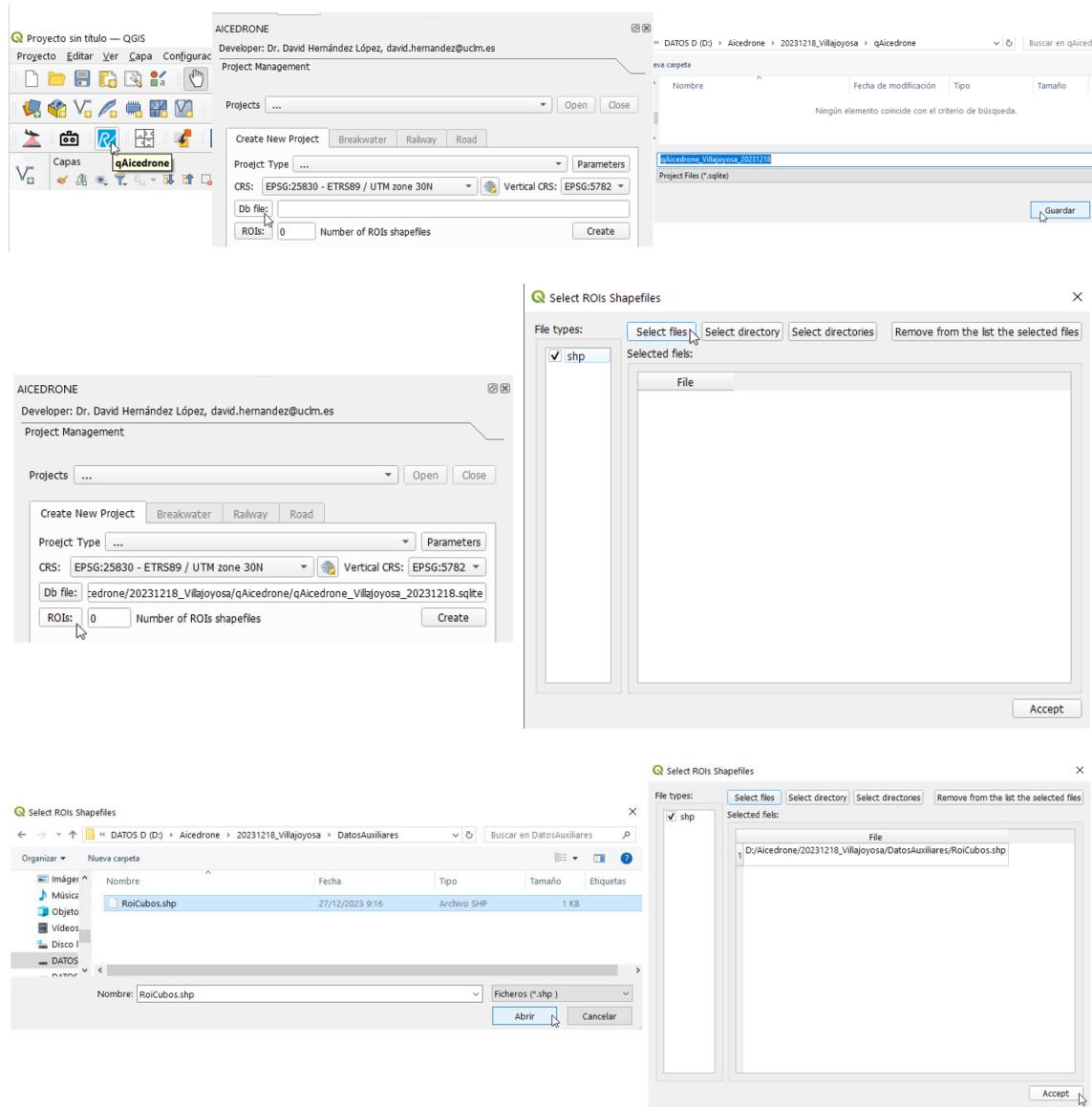
es la gestión y uso de un proyecto para resolver las tareas de modelización en este proyecto. El objetivo del complemento qAicedroneTools de CloudCompare, disponible en:

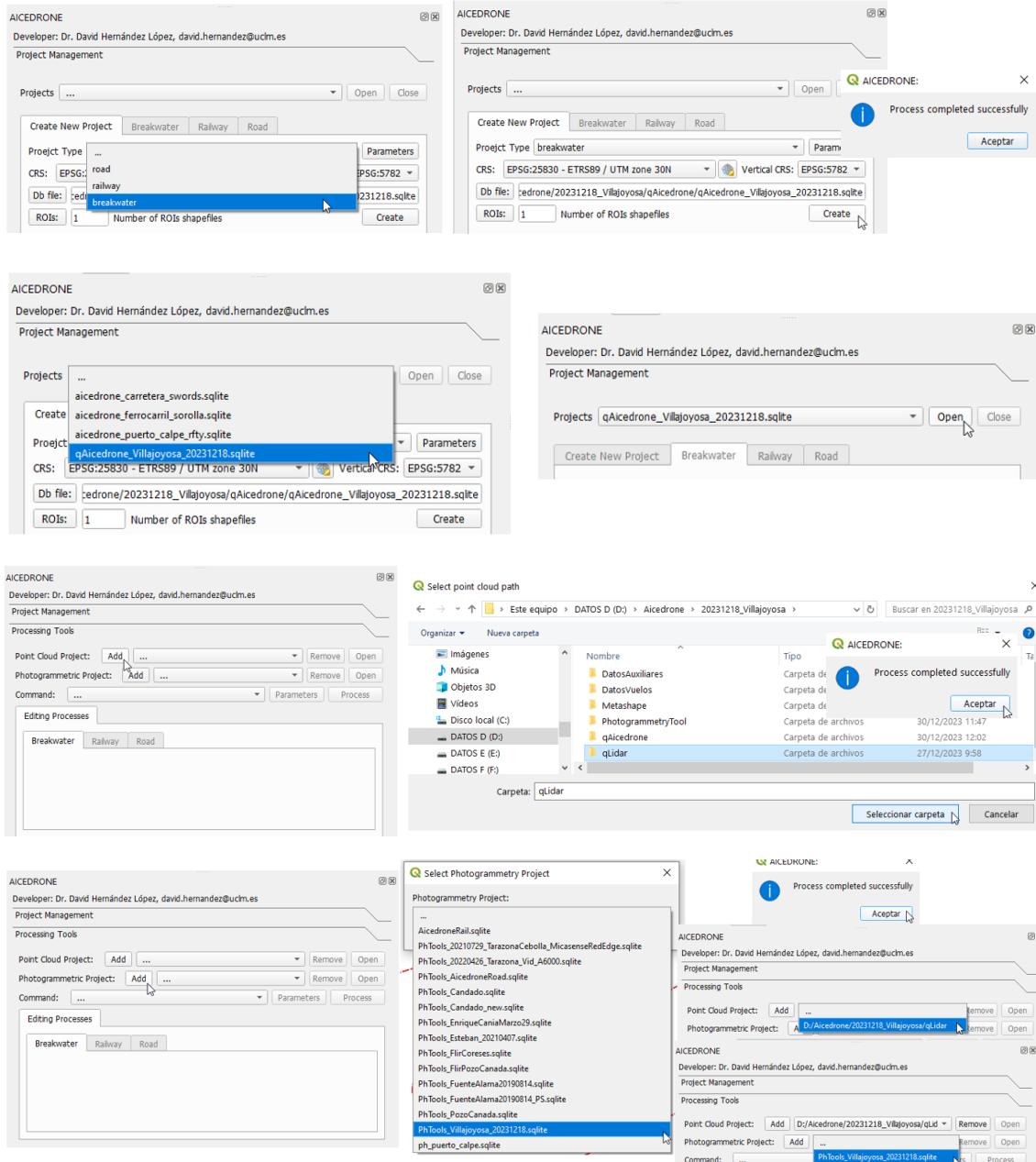
https://github.com/UCLM-PAFyC/aicedrone_cc

es poder usar herramientas de 3D integradas en CloudCompare que serán de utilidad para tareas de visualización y edición.

6.4.1 Creación del proyecto de qAicedrone de QGIS

A continuación, se incluye una relación de capturas de pantalla con los pasos seguidos hasta la finalización de creación completa del proyecto de este complemento para este escenario, y que se resumen en: la creación del fichero del proyecto, la apertura del proyecto y la vinculación de los proyectos de los complementos previamente creados: qLidar y PhotogrammetryTool. Las siguientes capturas de pantalla ilustran el proceso.





6.4.2 Uso del complemento de qAicedroneTools de CloudCompare

A continuación, se incluye una relación de capturas de pantalla con los pasos seguidos que explican el uso del complemento en este escenario, y que se resumen en la vinculación del proyecto del complemento qLidar, el proyecto del complemento qAicedrone y la selección del ortomosaico. Las siguientes capturas de pantalla ilustran el proceso. Desde este complemento también se podría crear un proyecto similar al de qLidar pero no es necesario al haberlo creado previamente.

CloudCompare v2.13.alpha [64-bit] - [3D View 1]

File Edit Tools Display Plugins 3D Views Help

DB AICEDRONE: Point Cloud Tiles File

Project Management

Add ...

Add existing project from its folder Files Exports and Results

Project Type: generic Tile Size (m): ... Parameters

CRS: EPSG:25830 Vertical CRS: EPSG:5782

Path:

ROIs: 0 Number of ROIs shapefiles Create

Temp Path: E:/dev/depends/CloudCompare/debug/CloudCompare/plugins/temp

Output Path: E:/dev/depends/CloudCompare/debug/CloudCompare/plugins/output

Editing and Classification Processes

Processing Tools

Select Project path to add

Este equipo > DATOS D (D) > Aicedrone > 20231218_Villajoyosa >

Organizar Nueva carpeta

Nombre	Tipo	Fecha de modificación
DatosAuxiliares	Carpeta de archivos	30/12/2023 11:08
Datosvuelos	Carpeta de archivos	27/12/2023 11:18
Metashape	Carpeta de archivos	30/12/2023 10:34
PhotogrammetryTool	Carpeta de archivos	30/12/2023 11:47
qAicedrone	Carpeta de archivos	30/12/2023 12:12
qlidar	Carpeta de archivos	27/12/2023 9:58

Carpeta: qlidar Seleccionar carpeta

Project Management

Add D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/qlidar Open Close Remove

Create New Project Add Point Cloud Files Exports and Results Open selected project

Project Type: generic Tile Size (m): ... Parameters

CRS: EPSG:25830 Vertical CRS: EPSG:5782

Path:

ROIs: 0 Number of ROIs shapefiles Create

Temp Path: E:/dev/depends/CloudCompare/debug/CloudCompare/plugins/temp

Output Path: E:/dev/depends/CloudCompare/debug/CloudCompare/plugins/output

Editing and Classification Processes

Processing Tools

Global shift/scale

Coordinates are too big (original precision may be lost)! ?

Do you wish to translate/rescale the entity?

shift/scale information is stored and used to restore the original coordinates at export time

Point in original coordinate system (on disk)

x = 742357.000000
y = 4265551.000000
z = -1.000000

Suggested

+ Shift: -742000.00
-4265000.00
0.00

x Scale: 1.000000

Point in local coordinate system

x = 357.000000
y = 551.000000
z = -1.000000

shift/scale information is stored and used to restore the original coordinates at export time

Point in original coordinate system (on disk)

x = 742357.000000
y = 4265551.000000
z = -1.000000

Previous input

+ Shift: -742000.00
-4265000.00
0.00

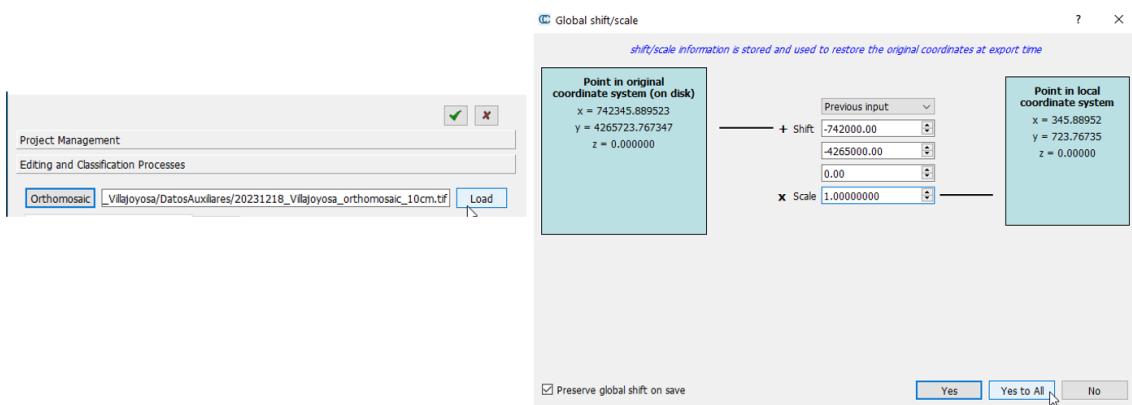
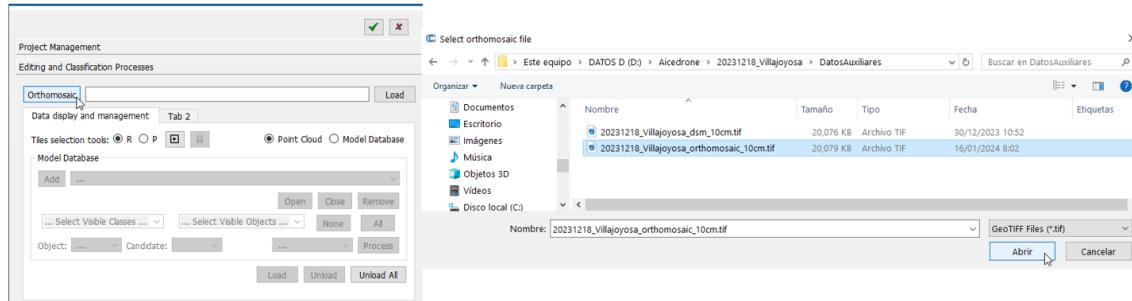
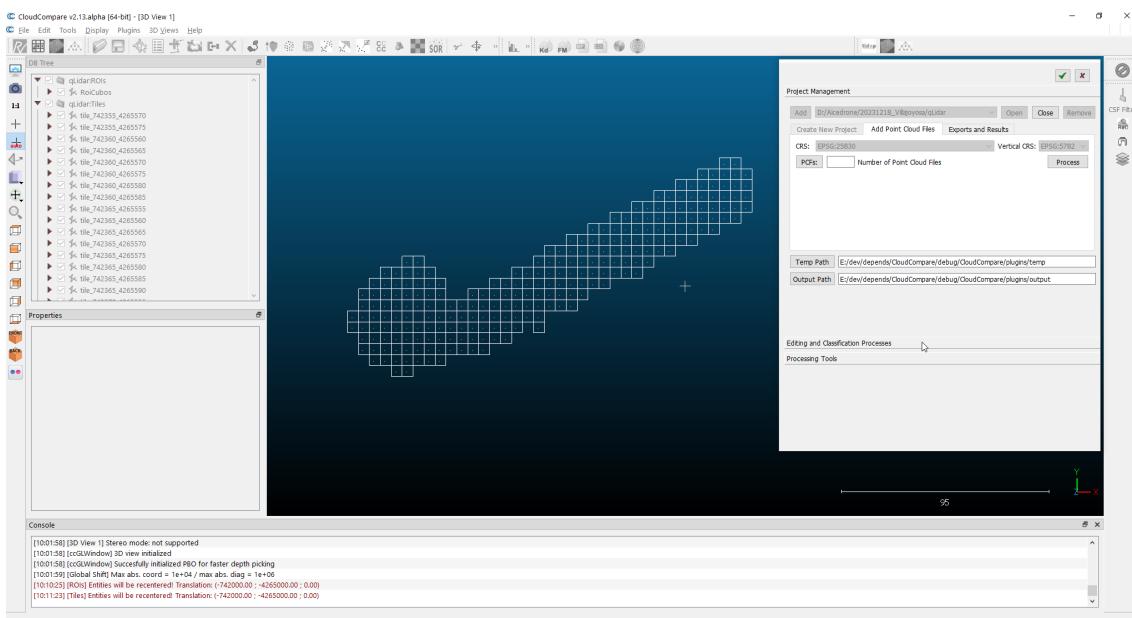
x Scale: 1.000000

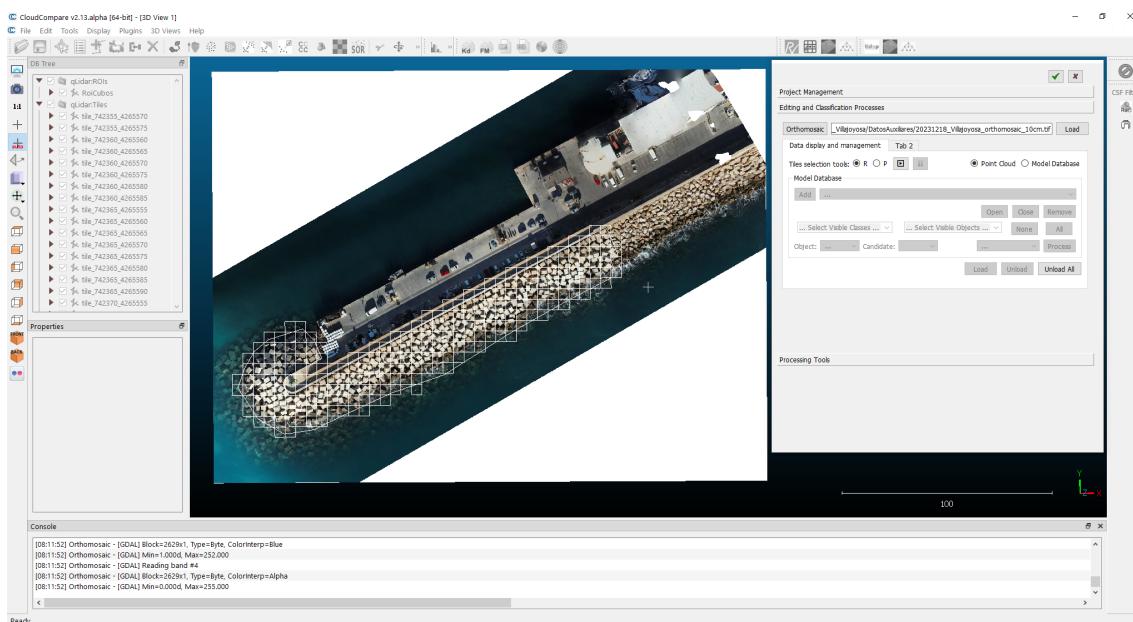
Point in local coordinate system

x = 357.000000
y = 551.000000
z = -1.000000

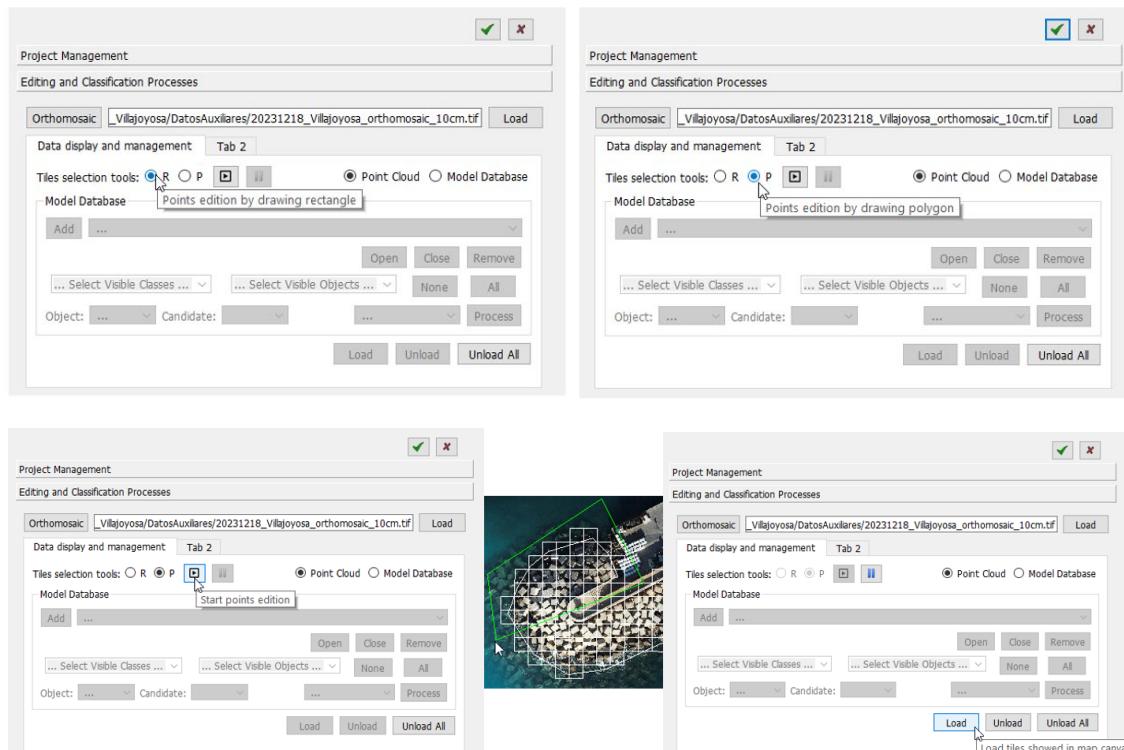
Preserve global shift on save Yes Yes to All No

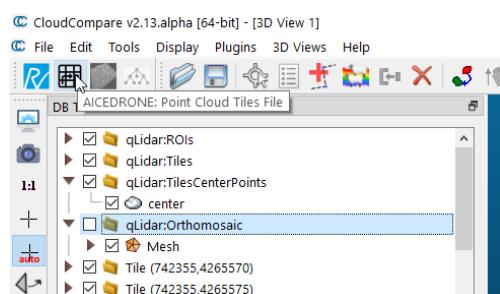
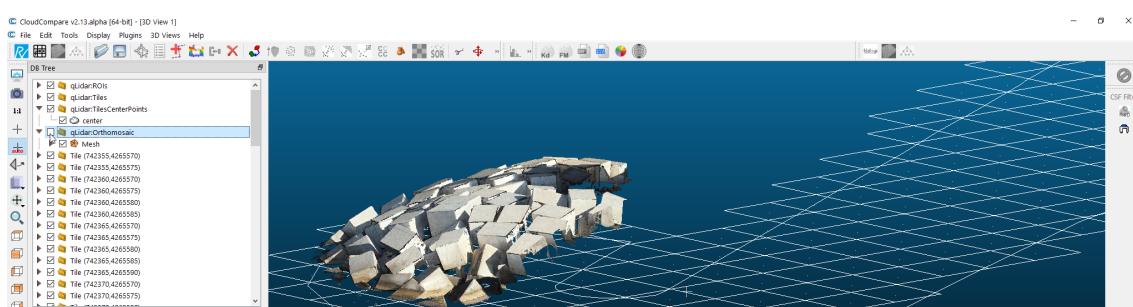
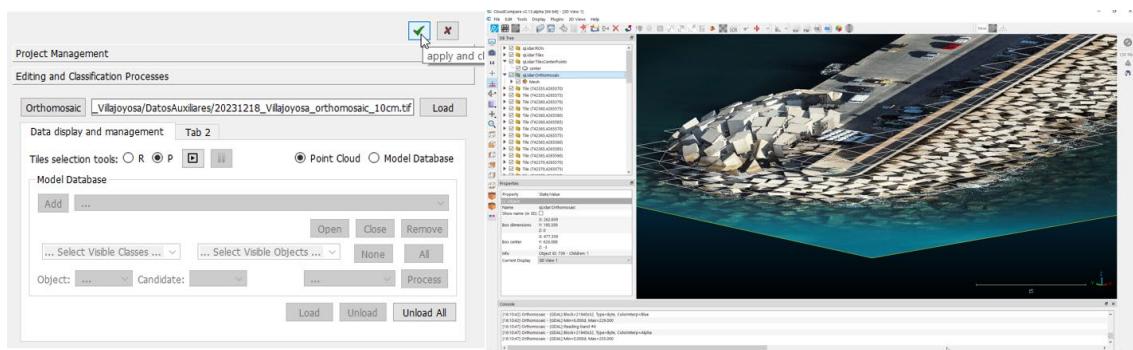
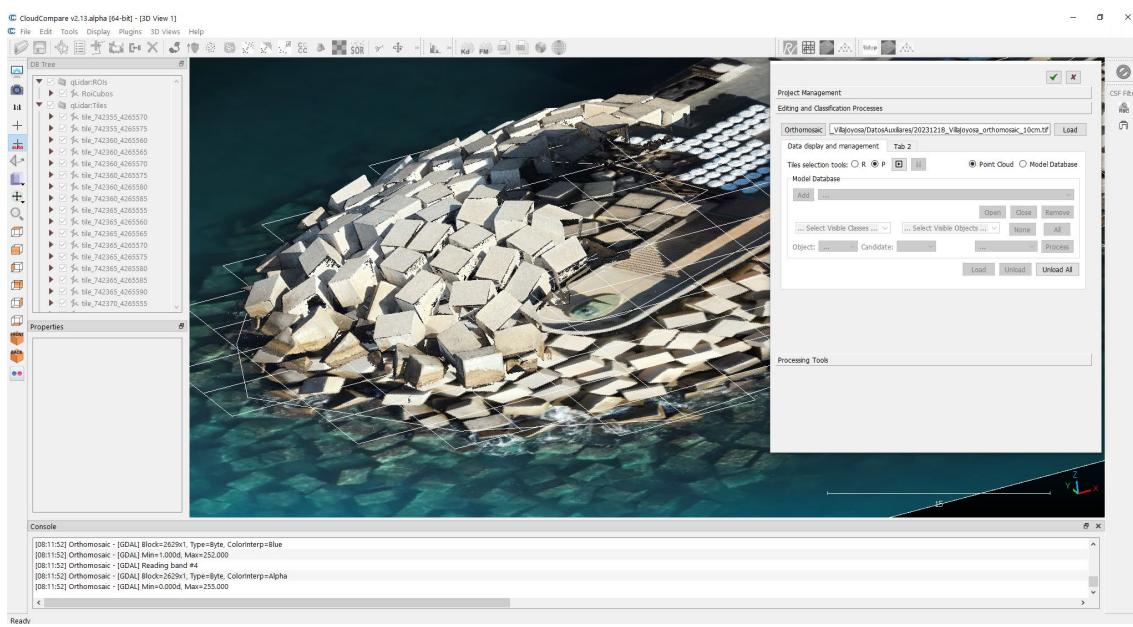
Preserve global shift on save Yes Yes to All No

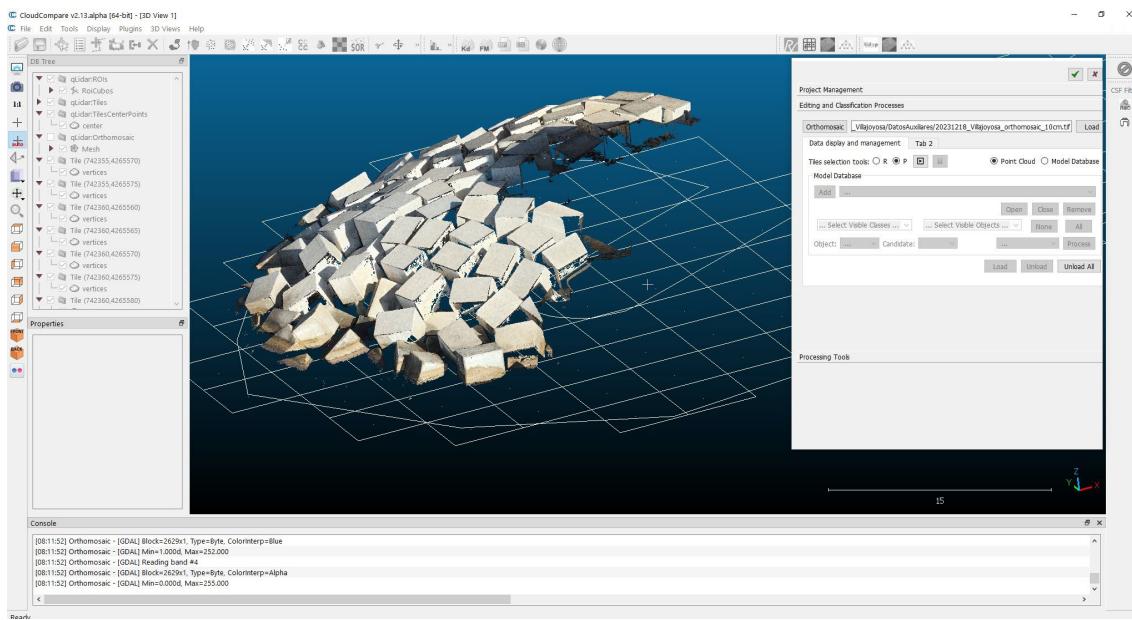




En este estado del procesamiento del complemento qAicedrone de QGIS únicamente se podría usar el complemento qAicedroneTools de CloudCompare para cargar una parte de la nube de puntos del proyecto del complemento qLidar de QGIS, tal y como ilustran las siguientes capturas.



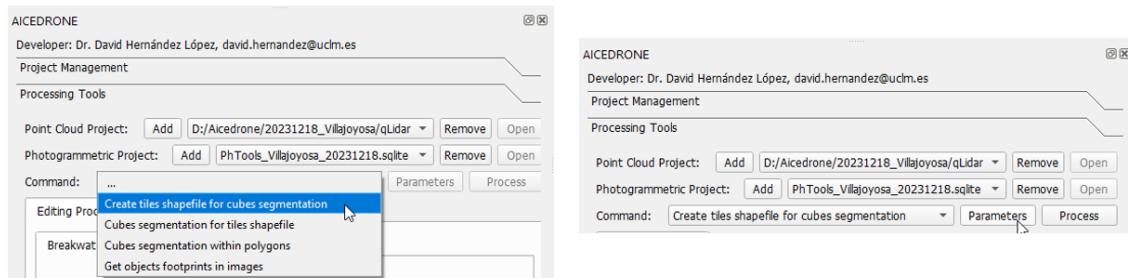




Una vez que se hayan modelizado algunos cubos en el complemento qAicedrone de QGIS se recuperará el complemento qAicedroneTools de CloudCompare para ver su utilidad para la visualización 3D y edición de los cubos.

6.4.3 Creación de shapefile de tiles para segmentación de cubos

El objetivo de este paso es dividir toda la región donde se localizan los cubos en una estructura tileada, recintos cuadrados, con un lado tal que sea superior a la mayor diagonal de un lado de los cubos, que en este caso sería de 3.5 m para cubos de dimensiones, en metros, del orden de 2.8 x 2.0 x 2.0 o 2.6 x 1.9 x 1.9. Para esto se utilizará un comando en el complemento qAicedrone de QGIS, tal y como ilustran las siguientes capturas.



Parameters manager for command: Create tiles shapefile for cubes segmentation

	Code	Enabled	Value	Description
1	CTSHPCD_CubesDimensions	Yes	2.8,2.0,2.0,2.6,1.9,1.9	Three dimension by cube separated by ',' and cubes separated by ';'.
2	CTSHPCD_MaximumDimensionCube	Yes	3.500	Maximum dimension of a cube (in meters)
3	CTSHPCD_RoiShapefile	Yes	D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/DatosAuxiliares/RoiCubos.shp	Region of interest input shapefile, same CRS as project.
4	CTSHPCD_TilesShapefile	Yes	D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/DatosAuxiliares/TilesCubesSegmentation.shp	Tiles output shapefile

AICEDRONE: Proceso completado correctamente

DATOS D (D:) > Aicedrone > 20231218_Villajoyosa > DatosAuxiliares

Nombre	Tipo	Tamaño
TilesCubesSegmentation.dbf	Archivo DBF	16 KB
TilesCubesSegmentation.prj	Archivo PRJ	1 KB
TilesCubesSegmentation.shp	Archivo SHP	22 KB
TilesCubesSegmentation.shx	Archivo SHX	2 KB

Acceptar

QGIS: *Proyecto sin título — QGS

Project Management: AICEDRONE (Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es)

Processing Tools: Command: Create tiles shapefile for cubes segmentation

Editing Processes: Breakwater, Ralway, Road

Identificación hecha.

Resultados de la identificación:

- Objeto inicial: TilesCubesSegmentation [2]
- cubes_dims: 2.8,2.0,2.0,2.6,1.9,1.9
- cubes_id: 73
- cubes_dims: 2.8,2.0,2.0,2.6,1.9,1.9
- cubes_id: 90
- cubes_dims: 2.8,2.0,2.0,2.6,1.9,1.9
- cubes_id: 90

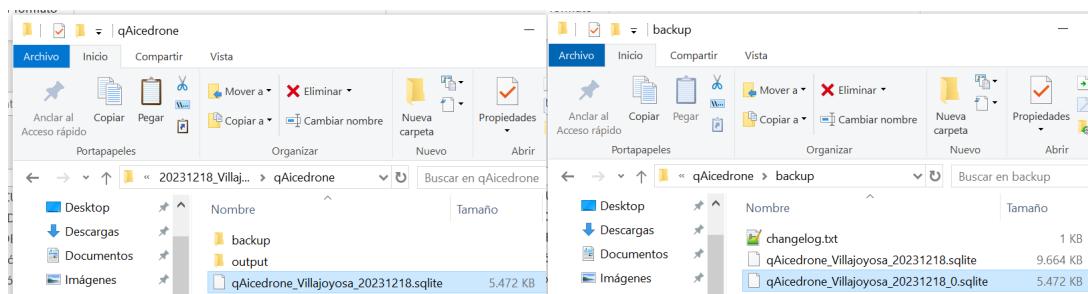
En el modelo de datos del shapefile se incluye un atributo enabled de tipo entero que indicará si se debe o no procesar ese tile en un proceso posterior de segmentación, según el valor será 1 o 0, respectivamente. Con las herramientas de QGIS se pueden seleccionar los tiles deseados, por criterio espacial u otro tipo de consulta, y se puede establecer el valor a 1 o a 0. Por defecto todos los tiles tienen asignado el valor de este atributo a 1.

6.5 Detección de aristas de cubos con técnicas de IA en nubes de puntos 3D

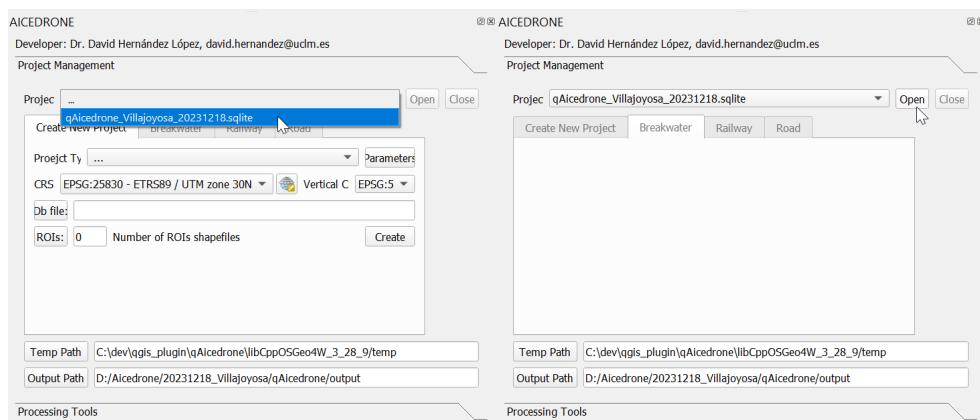
TODO

6.6 Segmentación automática de cubos inicial con el complemento qAicedrone de QGIS

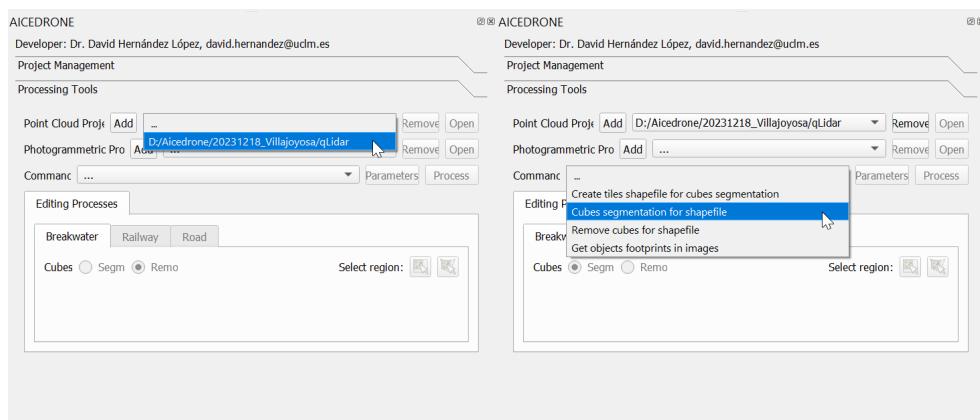
Dado que las operaciones se aplican con distintas herramientas sobre la misma base de datos, se recomienda hacer una copia de seguridad de ésta, antes de lanzar el proceso.



A continuación, será necesario abrir QGis y el complemento qAicedrone, seleccionar el proyecto y pulsar Open:



En la pestaña Processing Tools, se deben seleccionar el proyecto y el comando que muestran las siguientes capturas, seleccionar los parámetros de procesamiento, pulsando en el botón Parameters, y lanzar el procesamiento, pulsando en el botón Process, tal y como se muestra en las siguientes capturas.



Parameters

Code	Enabled	Value
CSSHP_CubesDimensions	Yes	2.8,2.0,2.0,2.6,1.9,1.9
CSSHP_GenerateReports	Yes	true
CSSHP_IgnorePointsCloseToCheckedCubes	Yes	false
CSSHP_KnowSpacingPoints	Yes	0.020
CSSHP_MaxDistanceToPlane	Yes	0.040
CSSHP_MaxNormalAngleDeviation	Yes	15.0000;5.0000
CSSHP_MaximumDimensionCube	Yes	3.500
CSSHP_MaximumDistanceCoincidentCorners	Yes	0.200
CSSHP_MinUVolumeCubesMatch	Yes	0.20
CSSHP_MinNumberOfPointsByPlane	Yes	1000
CSSHP_MinimumDimensionCube	Yes	0.500
CSSHP_OverlookingProbability	Yes	0.0500
CSSHP_PlanesOrthogonalityTolerance	Yes	5.0000
CSSHP_ProcessOnlyEnabledPolygons	Yes	true
CSSHP_SamplingResolution	Yes	0.050
CSSHP_SetCubesDimensionsFromShapefile	Yes	true
CSSHP_Shapefile	Yes	D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/DatosAuxiliares/TilesCubesSegmentation.shp
CSSHP_TolerancePointsCloseCheckedCubes	Yes	0.100

AICEDRONE
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@udcm.es
Project Management
Processing Tools
Point Cloud Proj | Add | D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/qLidar | Remove | Open
Photogrammetric Proj | Add | ... | Remove | Open
Command: Cubes segmentation for shapefile | Parameters | Process
Editing Processes
Breakwater | Railway | Road
Cubes Segm Remo Select region:

Process information dialog

Cubes segmentation in breakwater
Main process: Main process information
Process information:
Processing feature id: 1, 1/161
Processing feature id: 2, 2/161
Processing feature id: 3, 3/161

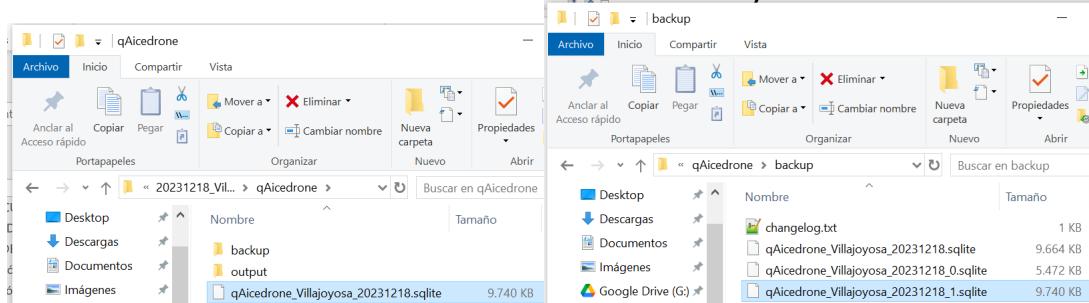
Subprocess number 1: Sub process information
1. Computing orthogonal planes tuples
2. Computing planes tuples corners
3. Computing cubes
4. Computing cubes, cube for planes: (1,20,39)
5. Computing cubes, cube for planes: (2,20,39)
6. Computing cubes, cube for planes: (3,17,28)
7. Computing cubes, cube for planes: (3,17,34)
8. Computing cubes, cube for planes: (3,28,37)
9. Computing cubes, cube for planes: (3,34,37)

AICEDRONE:
Process completed successfully
- Process time:
- Start time of the process: 2024/02/08 - 11/02/31.035
- End time of the process: 2024/02/08 - 15/54/56.730
- Number of total seconds: 17545.000
- Number of days: 0
- Number of hours: 4
- Number of minutes: 52
- Number of seconds: 25.000
Aceptar

El tiempo de proceso depende de las dimensiones del problema y de las características del hardware empleado. Una vez terminado el proceso, es necesario cerrar y volver a abrir QGIS para visualizar los resultados en la vista 2D del área del mapa de QGIS.



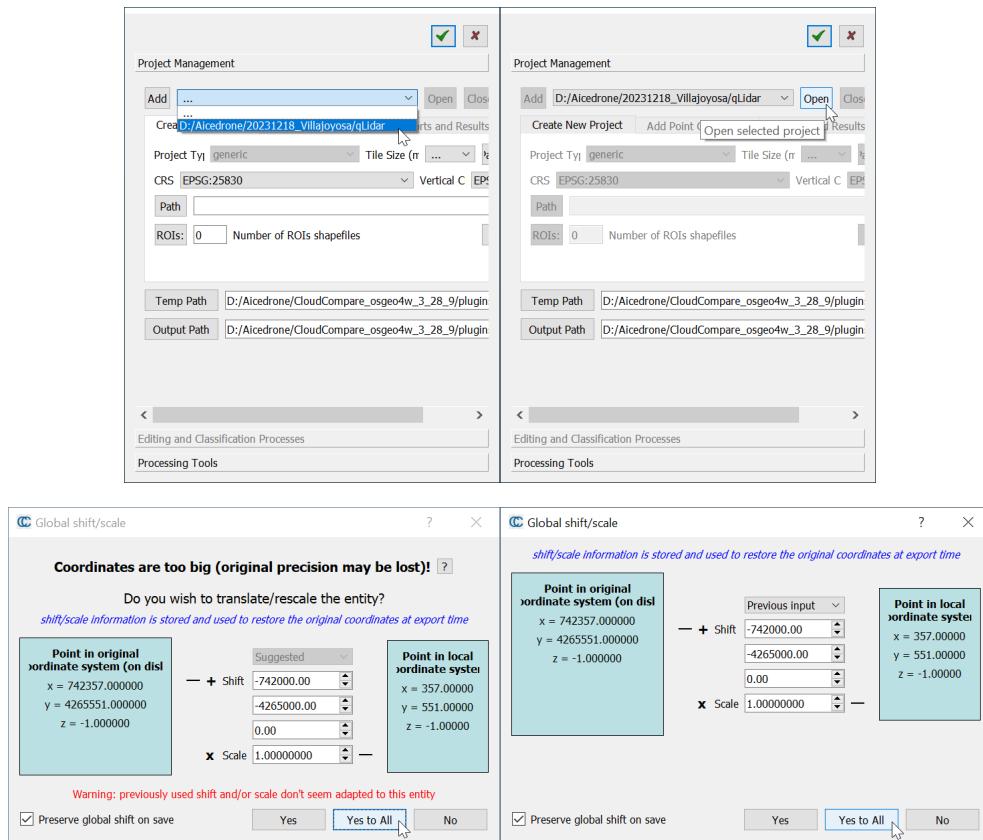
Se recomienda hacer una nueva copia de seguridad de la base de datos:



6.7 Edición de cubos segmentados automáticamente con el complemento qAicedroneTools de CloudCompare

Si no existe una copia de seguridad de la base de datos como se indica en el apartado anterior, se recomienda hacerla antes de cualquier edición manual de la misma.

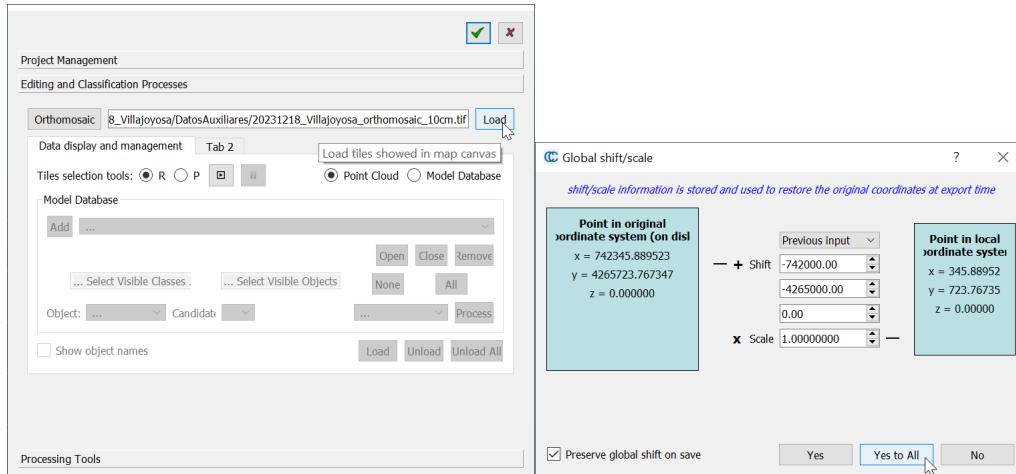
Al abrir el complemento qAicedroneTools de CloudCompare, es necesario seleccionar el proyecto del complemento qLidar y aceptar los cambios de coordenadas propuestos.



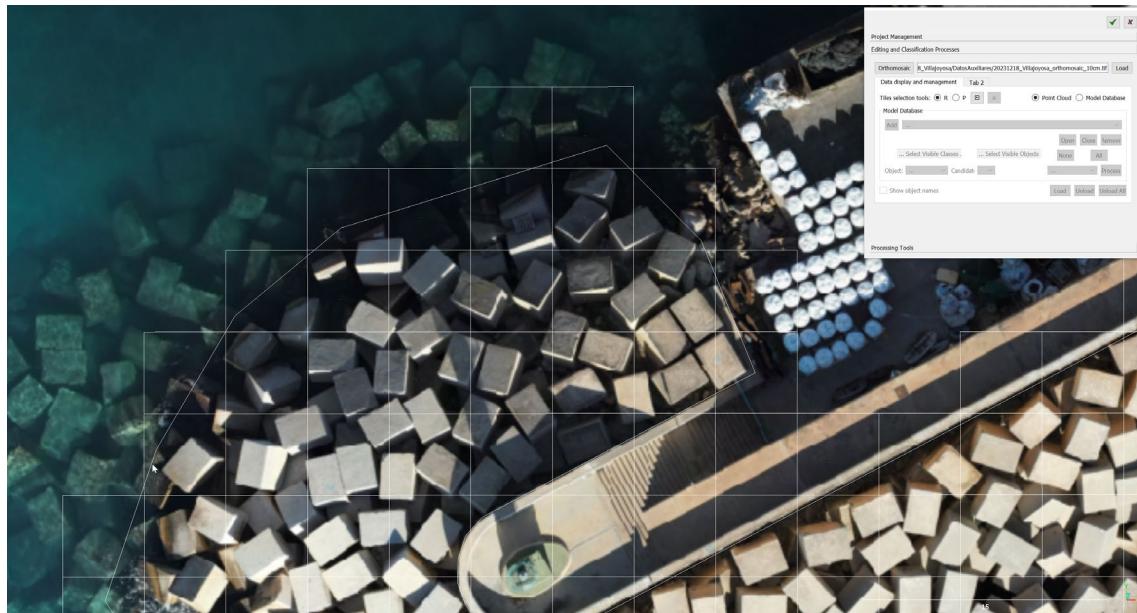
Una vez abierto, se debe seleccionar la base de datos y pulsar en el botón *Open*:

La forma de edición de los cubos generados de forma automática en el proceso anterior consiste en la carga de la nube de puntos (Point Cloud) y/o de la ortoimagen (Orthomosaic), junto a los cubos (Model Database) para la comprobación de cada uno de ellos.

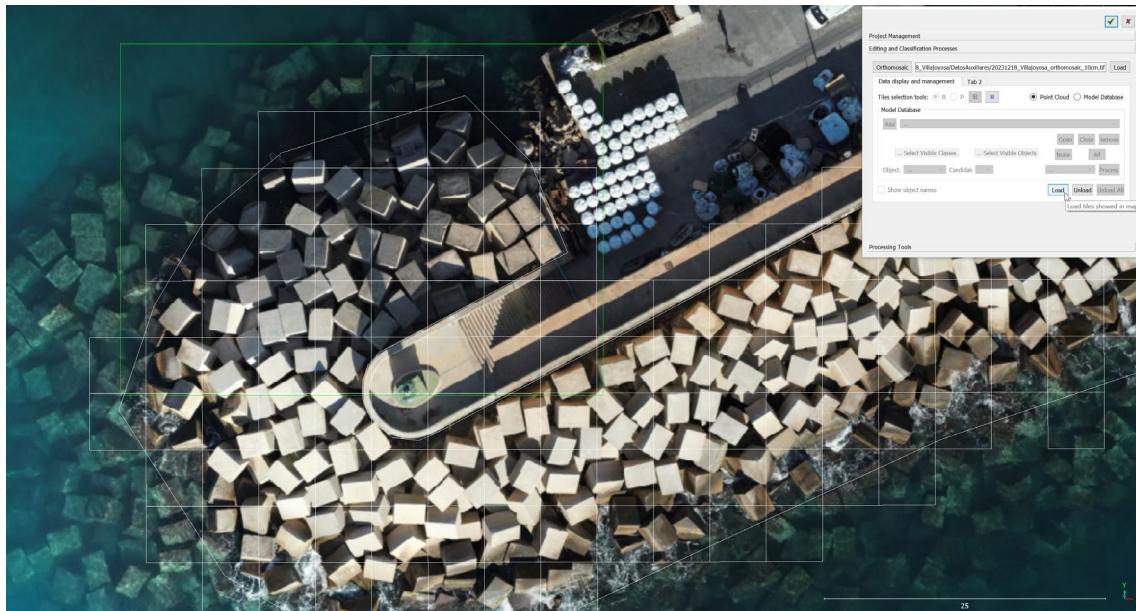
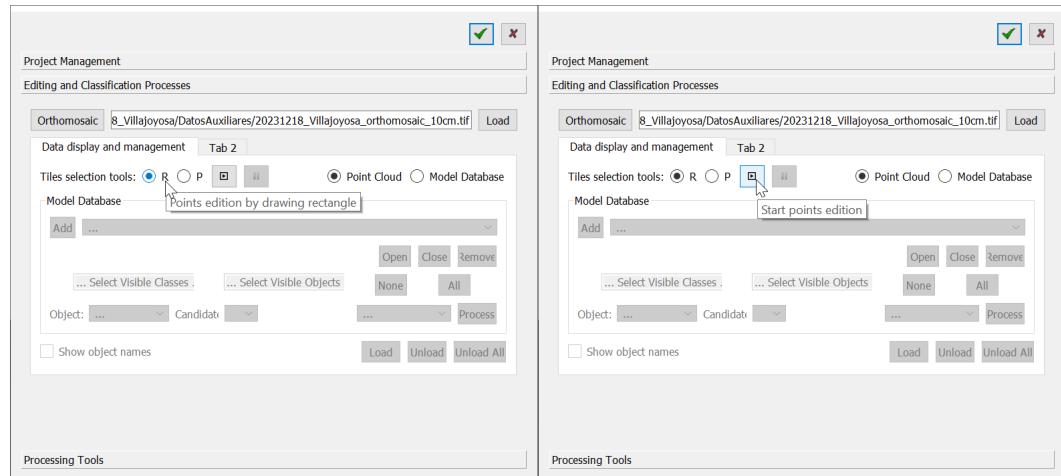
La pestaña *Editing and Classification Processes* contiene todos los botones para cargar los tres tipos de elementos. La ortoimagen se puede cargar pulsando el botón *Orthomosaic*, navegando hasta el archivo, pulsando el botón *Load* y aceptando el cambio de coordenadas propuesto, para evitar solicitar al usuario esta operación cada vez que quiera cargar el ortomosaico, la herramienta propone la última seleccionada en cada nueva ejecución del complemento.



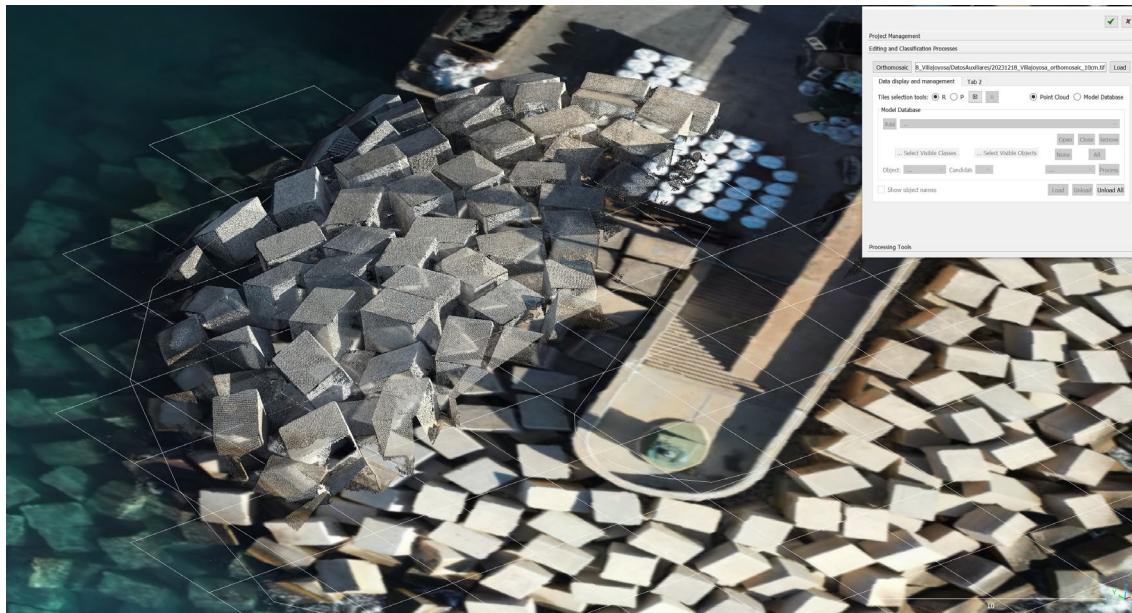
Al mover levemente la vista 3D, pulsando en el área de vista 3D con el botón izquierdo del ratón y arrastrando, se muestra la ortoimagen:



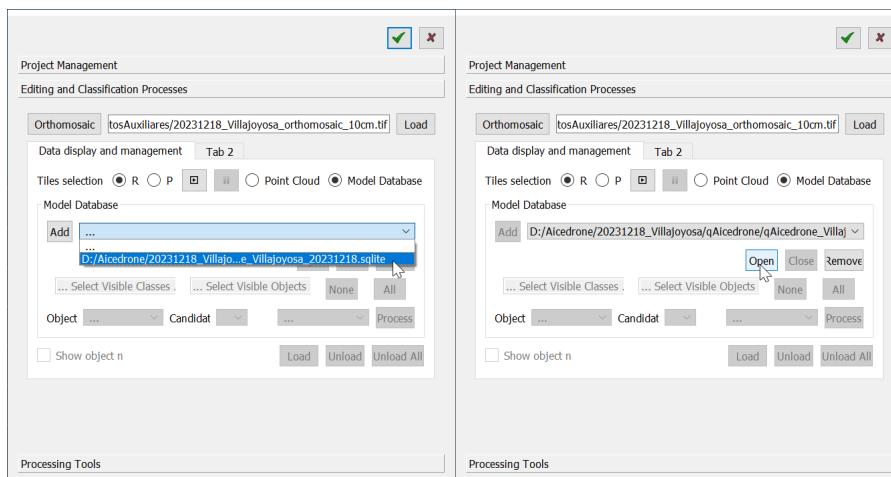
Para la carga parcial de la nube de puntos se debe elegir la opción *Point Cloud*, pulsando en el widget tipo radio button, y seleccionar o bien la opción *Points Edition by drawing rectangle (R)*, o bien *Points Edition by drawing polygon (P)*. A continuación, se debe pulsar el botón *Start points edition* para dibujar el recinto de interés, rectángulo o polígono (finalizando con botón derecho tras pulsar el último punto), pulsar el botón *Load*:



La nube de puntos será cargada sobre el área seleccionada como muestra la siguiente figura, observándose al girar la vista 3D que el ortomosaico queda por debajo ya que se ha programado de forma que se pone a la altitud mínima de la zona.



Para la carga de los cubos, se debe abrir la base de datos y replicar el procedimiento anterior, seleccionando la opción *Model Database* en lugar de *Point Cloud*:

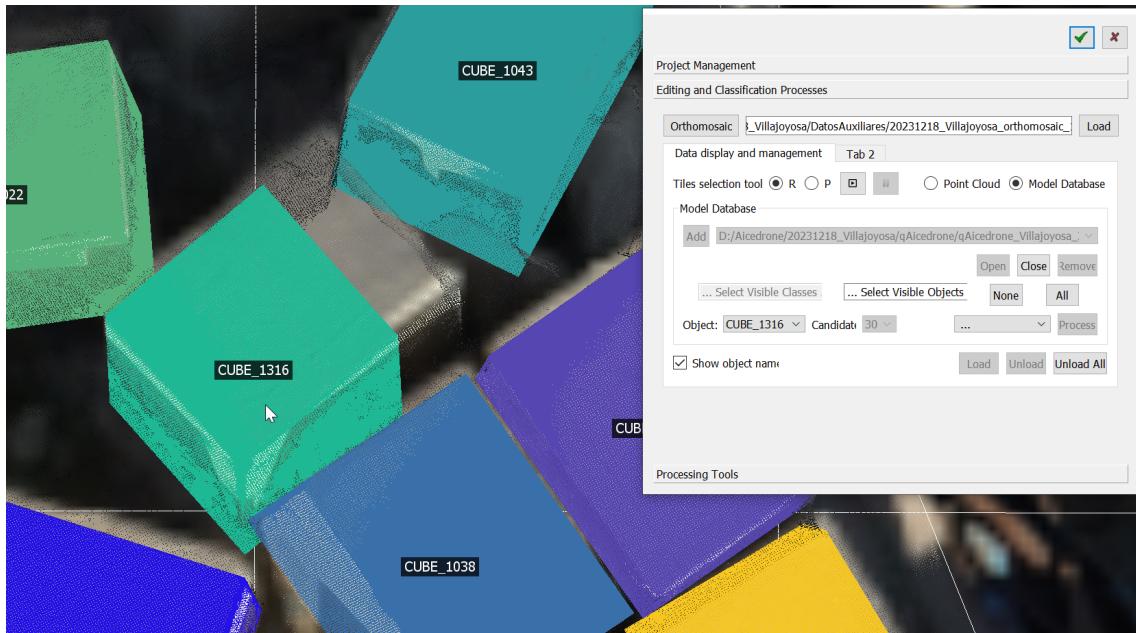




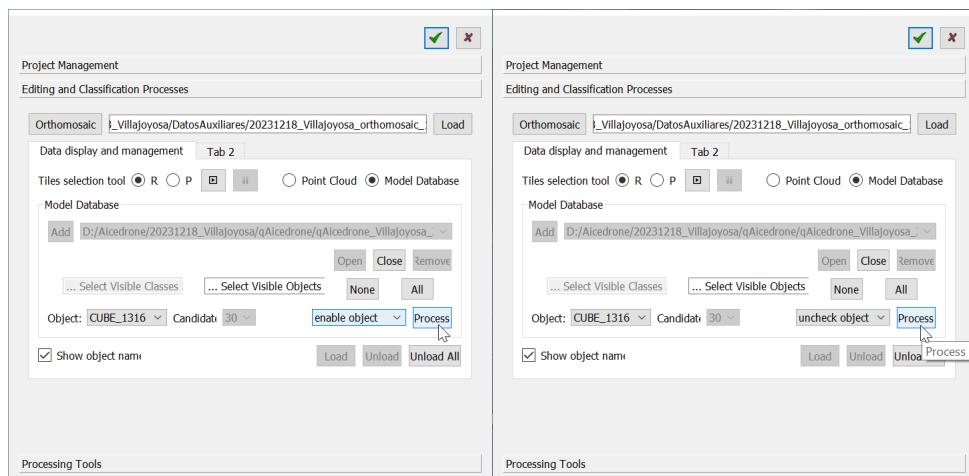
Como resultado, se muestra los cubos modelizados en el área seleccionada:



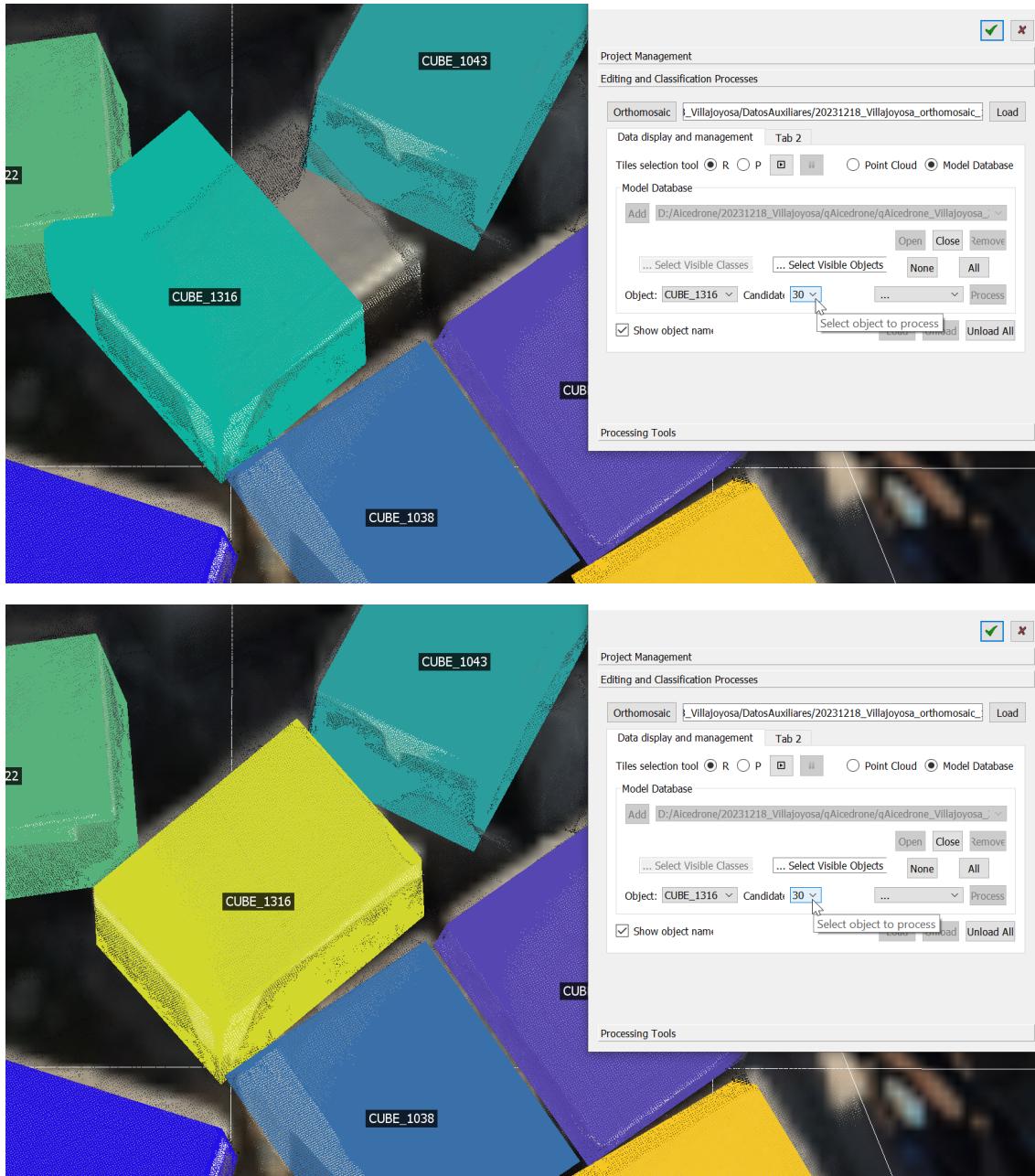
Para facilitar la identificación de los cubos para los que se ha obtenido una geometría mal orientada se pueden mostrar los nombres de los cubos, activando el widget tipo check box *Show object label*. A modo de ejemplo, la siguiente figura muestra este problema para el CUBE_1316:

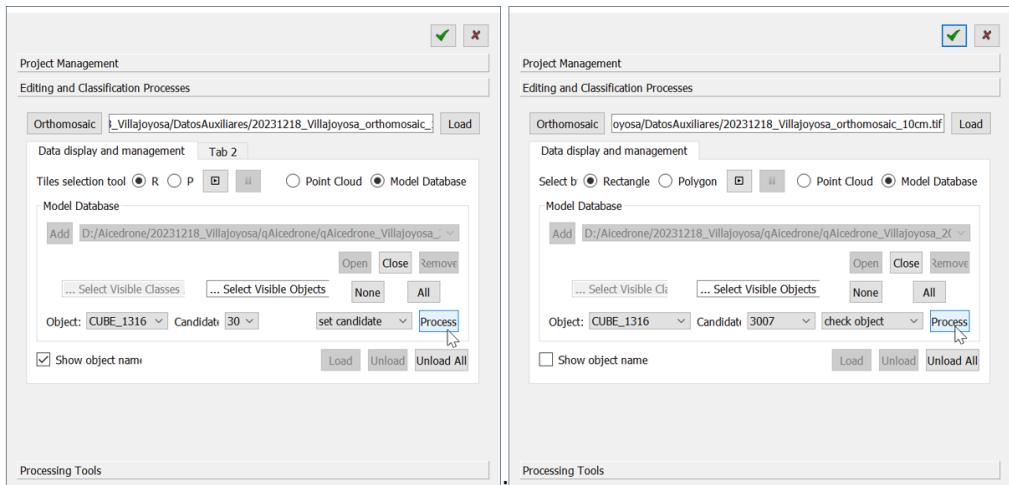


El programa ha generado seis posibles candidatos para cada cubo y ha propuesto uno como candidato, el que se visualiza, pero el algoritmo puede no haber propuesto la solución correcta debido a la calidad de la nube de puntos empleada. Para modificar la solución de un cubo se debe seleccionar en primer lugar en la lista de selección *Object*. En el caso de que para un cubo se hayan podido detectar cuatro caras se dispone de más garantías para considerar que la solución encontrada por el algoritmo es la correcta y se pone a verdadero un atributo *Checked* para ese cubo en la base de datos. La utilidad del atributo *Checked* es que existe una opción para indicar que no se consideren en un nuevo procesamiento todos aquellos puntos que se encuentren a una distancia inferior a un umbral establecido por el usuario. Para cambiar la modelización candidata de cada cubo, el cubo debe estar *unchecked* y *enabled*. Las acciones sobre cada cubo se lanzan tras elegirlas en el desplegable a la izquierda del botón *Process*. Si se desea actuar sobre un cubo con el atributo *Checked* a verdadero, porque el algoritmo haya fallado, que puede pasar por la calidad de la nube de puntos, se debe cambiar en primer lugar el valor de este atributo a falso, seleccionando la opción correspondiente en la lista de selección indicada y pulsando en el botón *Process*.

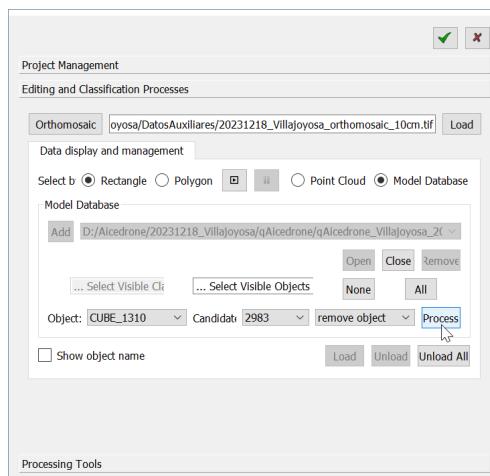


El desplegable *Candidate* se activa para todos aquellos cubos que todavía no han sido validados, su atributo Checked no está establecido a verdadero. Una vez asignado el candidato correcto, se debe aplicar seleccionando la opción *Set candidate* en el desplegable derecho y pulsando *Process*. Tras comprobar o elegir el candidato correcto para cada cubo se debe validar, eligiendo la opción correspondiente en la lista de selección de *Process*. Por último, el atributo *Checked* debe quedar establecido como verdadero.

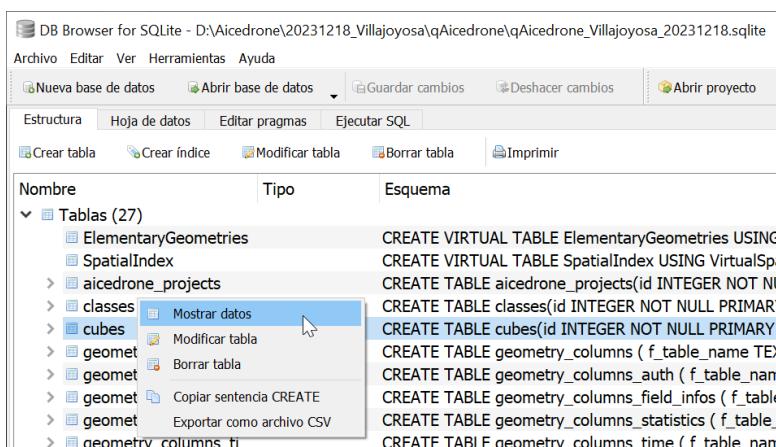




Pues darse el caso de ningún candidato propuesto sea correcto, por lo que sea necesario eliminarlo. Para ello, con el cubo seleccionado en desplegable *Object*, se debe seleccionar la opción Remove object y pulsar *Process*.



Una vez terminada la revisión y edición manual de todos los cubos, como alternativa para cambiar el atributo *checked* de todos los cubos de forma masiva se puede cargar la base de datos en el software DB Browser, y abrir la tabla cubes:



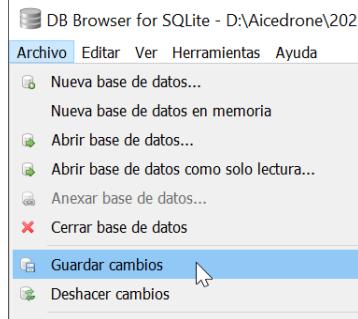
Haciendo un filtro en el campo *checked* se observa que gran parte de los cubos tienen el valor incorrecto 0.

	id	name	type	material	manufacturer	dimension_1	dimension_2	dimension_3	volume	centroid_z	ply	checked *1	enabled	the_geom
1	4 CUBE_9	Unknow	Unknow	Unknow		2.0	2.0	2.8	11.2	5.682	ply...	0	1	BLOB
2	9 CUBE_22	Unknow	Unknow	Unknow		2.0	2.0	2.8	11.2	5.058	ply...	0	1	BLOB
3	11 CUBE_27	Unknow	Unknow	Unknow		2.0	2.0	2.8	11.2	4.711	ply...	0	1	BLOB
4	13 CUBE_33	Unknow	Unknow	Unknow		1.9	1.9	2.6	9.4	5.875	ply...	0	1	BLOB
	14 CUBE_35	Unknow	Unknow	Unknow		1.9	1.9	2.6	9.4	5.886	ply...	0	1	RI/OD

Para editar este campo, será necesario abrir la pestaña Ejecutar SQL, ejecutar el código "UPDATE cubes SET checked = 1" y guardar los cambios a través del menú Archivo / Guardar cambios.

Ejecuta todo el SQL (o la selección) [Control+Retorno, F5, Control+R]

```
1 UPDATE cubes SET checked = 1
```



La tabla cubes se mostrará entonces con los cambios aplicados como:

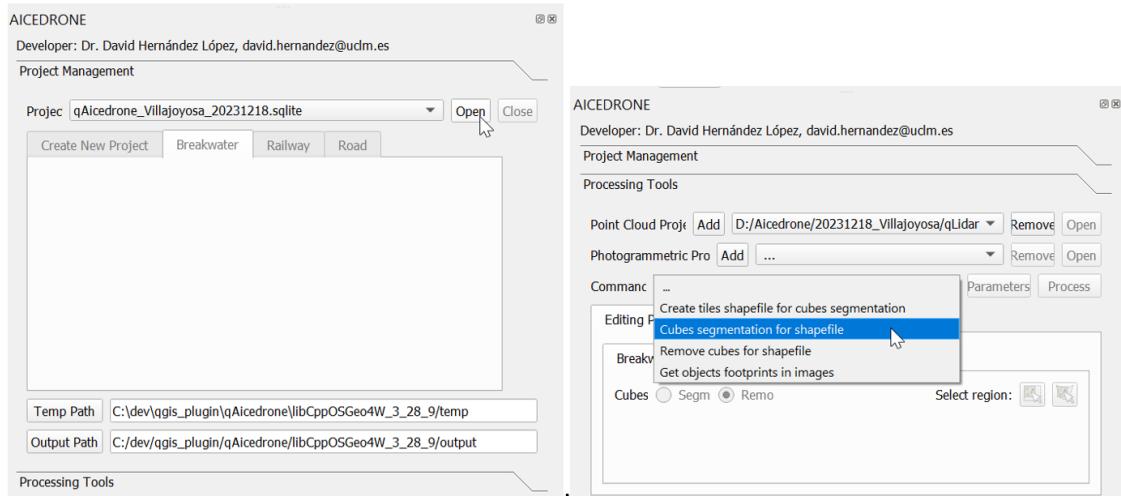
	id	name	type	material	manufacturer	dimension_1	dimension_2	dimension_3	volume	centroid_z	ply	checked *1	enabled	the_geom
1	4 CUBE_9	Unknow	Unknow	Unknow		2.0	2.0	2.8	11.2	5.682	ply...	1	1	BLOB
2	9 CUBE_22	Unknow	Unknow	Unknow		2.0	2.0	2.8	11.2	5.058	ply...	1	1	BLOB
3	11 CUBE_27	Unknow	Unknow	Unknow		2.0	2.0	2.8	11.2	4.711	ply...	1	1	BLOB
4	13 CUBE_33	Unknow	Unknow	Unknow		1.9	1.9	2.6	9.4	5.875	ply...	1	1	BLOB

La revisión manual de los 491 cubos detectados en el proceso automático ha llevado un tiempo de 8 horas, dejando un total de 413 cubos revisados y confirmados.

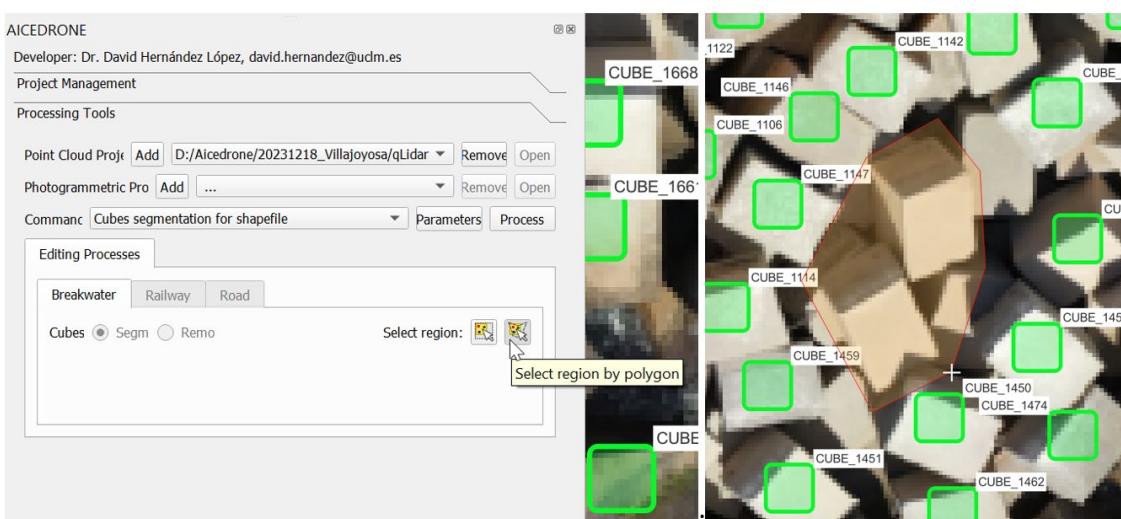
6.8 Segmentación automática de cubos por región de interés con el complemento qAicedrone de QGIS y edición en con el complemento qAicedroneTool de CloudCompare

Se puede dar el caso, en el que la segmentación automática de cubos y la posterior edición manual de los mismos no identifique algún cubo por la influencia de segmentaciones erróneas en su entorno. Para mejorar los resultados en estos casos se ha desarrollado un comando en el complemento de QGIS para realizar la segmentación automática en un recinto espacial definido por el usuario, tal y como se describe a continuación.

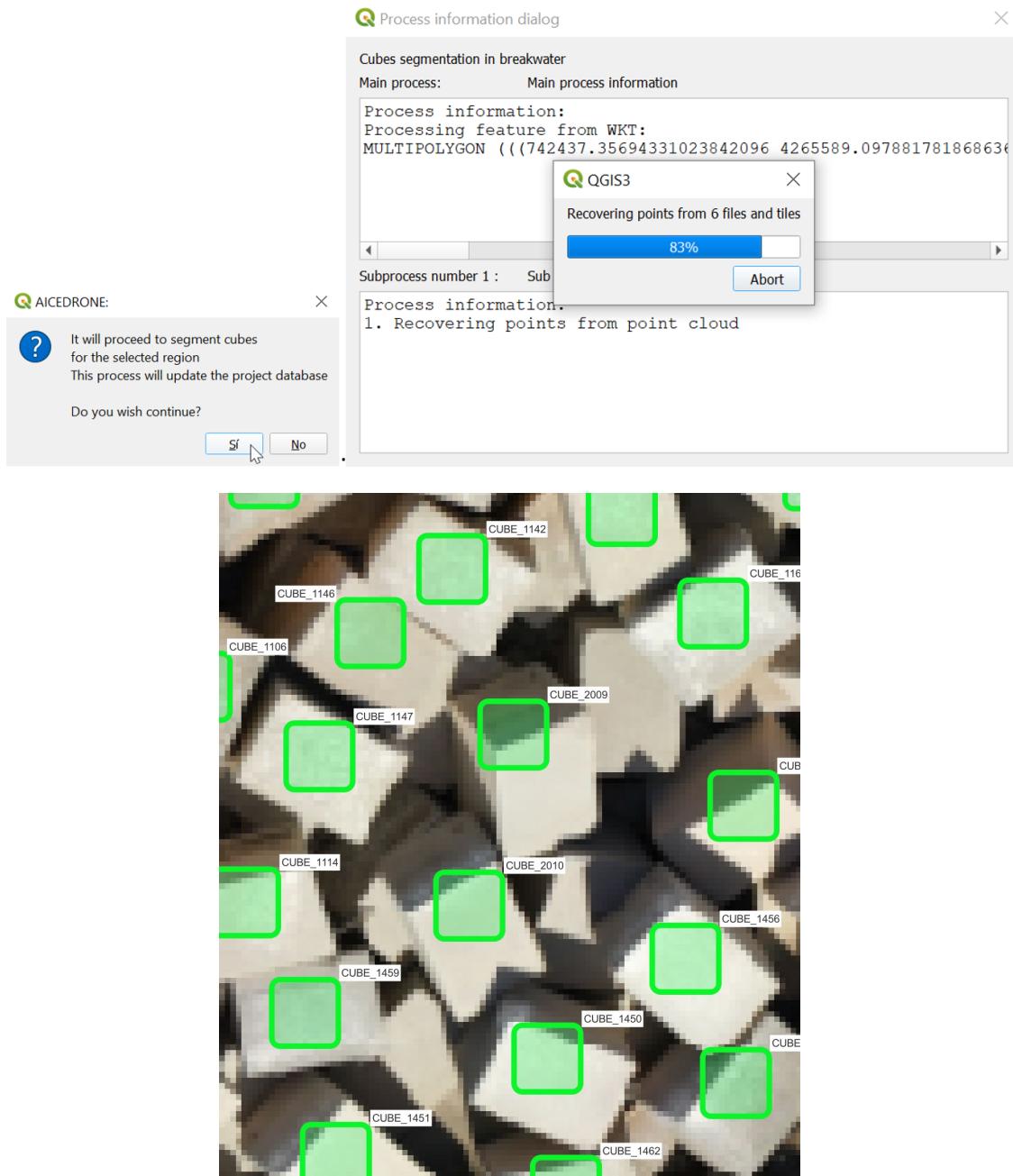
Para comenzar se debe tener cargada la ortoimagen y la base de datos en un proyecto de QGIS con el complemento qAicedrone. En la Pestaña Processing Tools, se debe seleccionar el proyecto de nube de puntos y el comando *Cubes segmentation for shapefile*:



A continuación, se localiza una zona en la que algún cubo no haya sido detectado, y se delimita el área que lo contiene con la herramienta *Select region by polygon*:



El proceso comienza tras aceptar la edición de la base de datos y finaliza con la incorporación de nuevos cubos (2009 y 2010 en este caso) si el algoritmo identifica alguno.



Por último, los cubos añadidos deben ser revisados y editados con el complemento *qAicedroneTools* de *CloudCompare* como se describe en el apartado anterior.

En caso de que un cubo no sea detectado a pesar de tener claramente digitalizadas 3 de las caras que definen uno de sus vértices, se pueden ajustar los parámetros de la herramienta *Cubes segmentation for shapefile* en el botón *Parameters* para intentar obtener su solución.

Parameters manager for command: Cubes segmentation for shapefile

Parameters			
	Code	Enabled	Value
1	CSSHP_CubesDimensions	Yes	2.8,2.0,2.0;2.6,1.9,1.9
2	CSSHP_GenerateReports	Yes	true
3	CSSHP_IgnorePointsCloseToCheckedCubes	Yes	false
4	CSSHP_KnowSpacingPoints	Yes	0.020
5	CSSHP_MaxDistanceToPlane	Yes	0.040
6	CSSHP_MaxNormalAngleDeviation	Yes	15.0000;5.0000
7	CSSHP_MaximumDimensionCube	Yes	3.500
8	CSSHP_MaximumDistanceCoincidentCorners	Yes	0.200
9	CSSHP_MinIoUVolumeCubesMatch	Yes	0.20
10	CSSHP_MinNumberOfPointsByPlane	Yes	1000
11	CSSHP_MinimumDimensionCube	Yes	0.500
12	CSSHP_OutputPath	Yes	D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/qAicedrone/output
13	CSSHP_OverlookingProbability	Yes	0.0500
14	CSSHP_PlanesOrthogonalityTolerance	Yes	5.0000
15	CSSHP_ProcessOnlyEnabledPolygons	Yes	true
16	CSSHP_SamplingResolution	Yes	0.050
17	CSSHP_SetCubesDimensionsFromShapefile	Yes	true
18	CSSHP_Shapefile	Yes	D:/Aicedrone/20231218_Villajoyosa/DatosAuxiliares/TilesCubesSegmentation.shp
19	CSSHP_TolerancePointsCloseCheckedCubes	Yes	0.100

Se recomienda principalmente probar de una en una estas modificaciones de parámetros:

- establecer a false el parámetro CSSHP_IgnorePointsCloseToCheckedCubes
- incrementar CSSHP_KnowSpacingPoints
- incrementar CSSHP_MaximumDistanceCoincidentCorners
- disminuir CSSHP_MinIoUVolumeCubesMatch
- disminuir CSSHP_MinNumberOfPointsByPlane
- incrementar CSSHP_OverlookingProbability
- incrementar CSSHP_PlanesOrthogonalityTolerance
- incrementar CSSHP_SamplingResolution

Como ayuda y consulta de información acerca de la información generada en cada segmentación zonal, en la carpeta de salida se crea un directorio que recoge la información resultante del proceso. Entre otros, los planos identificados en la nube de puntos segmentada (*_plane_*.ply) así como los cubos que no han pasado la comprobación de candidato (*_candidate_*.ply).

2024_03_08_12_27_45

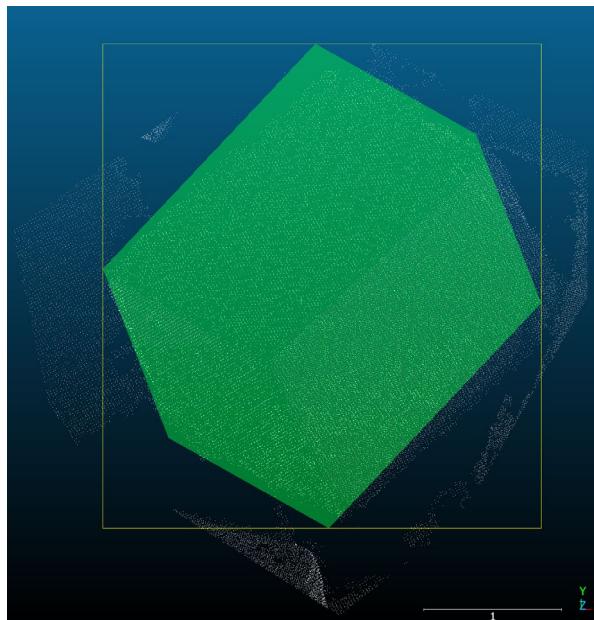
Archivo Inicio Compartir Vista

output > qAicedrone_Villajoyosa_20231218 > 2024_03_08_12_27_45 Buscar en 2024_03_08_12_27_45

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
CGAL_cube_1_3_5_candidate_1.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_1_3_5_candidate_2.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_1_3_5_candidate_3.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_1_3_5_candidate_4_candidate.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_1_3_5_candidate_5.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_1_3_5_candidate_6.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_2_3_5_candidate_1.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_2_3_5_candidate_2.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_2_3_5_candidate_3.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_2_3_5_candidate_4_candidate.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_2_3_5_candidate_5.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_cube_2_3_5_candidate_6.ply	08/03/2024 12:28	3D Object	1 KB
CGAL_NormalEstimation.ply	08/03/2024 12:27	3D Object	5.241 KB
CGAL_NormalEstimation_plane_1.ply	08/03/2024 12:27	3D Object	685 KB
CGAL_NormalEstimation_plane_2.ply	08/03/2024 12:27	3D Object	570 KB
CGAL_NormalEstimation_plane_3.ply	08/03/2024 12:27	3D Object	261 KB
CGAL_NormalEstimation_plane_4.ply	08/03/2024 12:27	3D Object	124 KB
CGAL_NormalEstimation_plane_5.ply	08/03/2024 12:27	3D Object	80 KB

30 elementos | 2 elementos seleccionados 5,11 MB

La carga de ambos tipos de objetos en CloudCompare muestra si las caras detectadas (planos) y los cubos propuestos como candidatos son acertados. Por ejemplo, se muestra en la siguiente figura un caso de éxito:

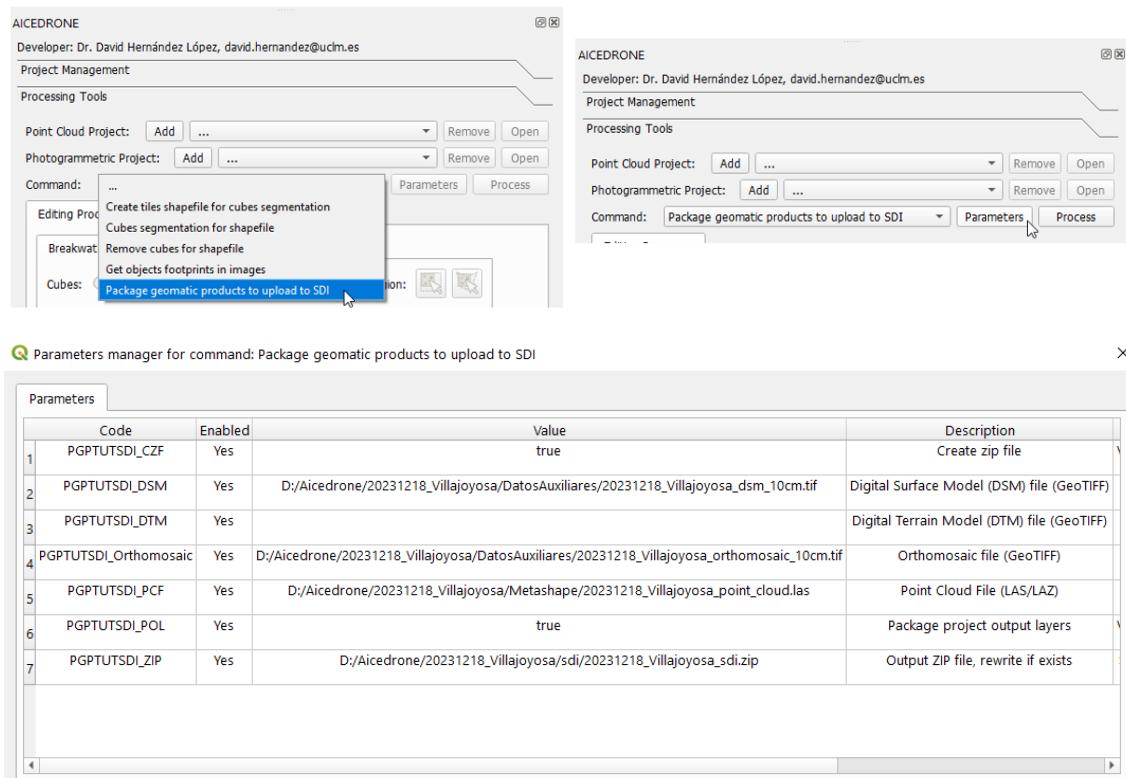


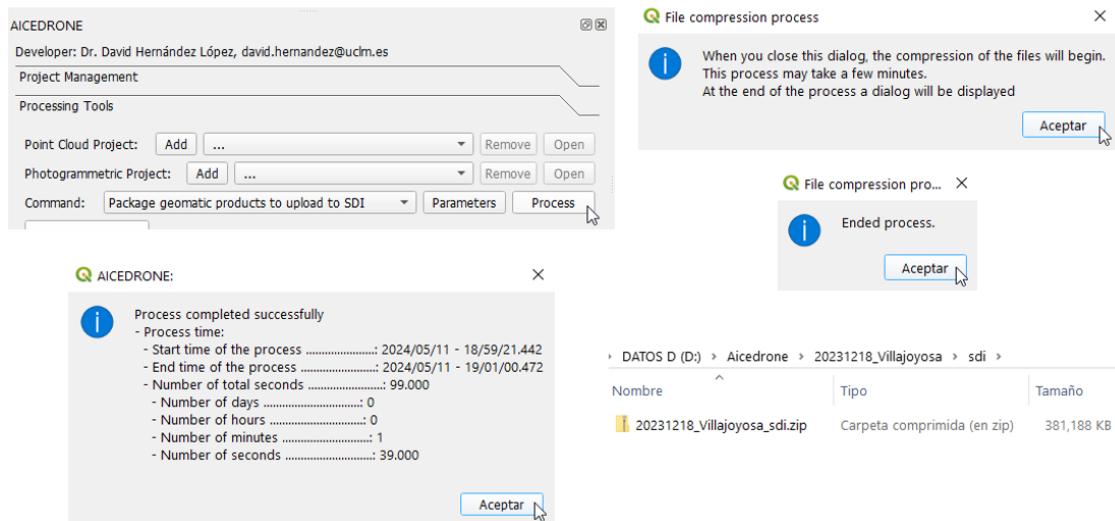
Puesto que se trata de un proceso iterativo de segmentación zonal automática y revisión manual, se recomienda hacer copia de la base de datos tras cada segmentación exitosa de un cubo.

7 PROTOCOLO DE PUBLICACIÓN EN AICEDRONE_SDI

En esta sección se describen los pasos a realizar para utilizar la herramienta AICEDRONE_SDI para la creación de un proyecto de infraestructura de datos espaciales (SDI) para el caso de uso de ferrocarriles.

El primer paso es comprimir en uno o varios ficheros ZIP las capas de información que se desea publicar, para lo que se empleará un comando implementado en el complemento qAicedrone de QGIS. En este caso, las capas que se desea publicar son el mosaico de ortoimágenes, el modelo digital del terreno y la capa resultado de la modelización, *cubes*. Se debe comenzar por abrir el proyecto en QGIS, seleccionar el comando *Package geomatic products to upload to SDI*, elegir los parámetros, creando la carpeta donde se desea obtener el fichero ZIP y lanzar el proceso.





Si el valor del primer parámetro, con descripción *Create zip file* se ha elegido a *true* el proceso habrá constado de los siguientes pasos: creación en la ruta de salida elegida de una carpeta con el nombre del nombre base del fichero zip elegido, copia de todos los ficheros a comprimir a esa carpeta, creación del fichero JSON con la descripción de los productos, creación del fichero comprimido en la ruta de salida elegida y eliminación de la carpeta creada con los ficheros. Este proceso podría tener una larga duración si se eligen ficheros de gran tamaño, como por ejemplo de nubes de puntos.

En el fichero JSON se incluyen campos que definen parámetros de interés de cada una de las capas que serán creadas por importación del fichero ZIP en la SDI. Para modificar estos valores habría que editar este fichero y modificar los valores. Con el propósito de facilitar esta tarea y además permitir reemplazar los ficheros por defecto de simbología que se incluyen automáticamente, el usuario podría elegir establecer a *false* el primer parámetro, con descripción *Create zip file*, de forma que el proceso se detendría tras preparar todos los ficheros en la carpeta creada en la ruta de salida elegida, teniendo que ser el usuario el que creara el fichero ZIP después de modificar lo que considerara conveniente y, finalmente, procediera a eliminar manualmente la carpeta creada. Este tipo de ejecución será más rápida ya que los únicos procesos lentos corresponderían al proceso de copia de los ficheros de productos geomáticos de sus rutas originales a la carpeta creada en la ruta de salida elegida. Las siguientes capturas muestran los ficheros del fichero ZIP y el contenido del fichero JSON.

```

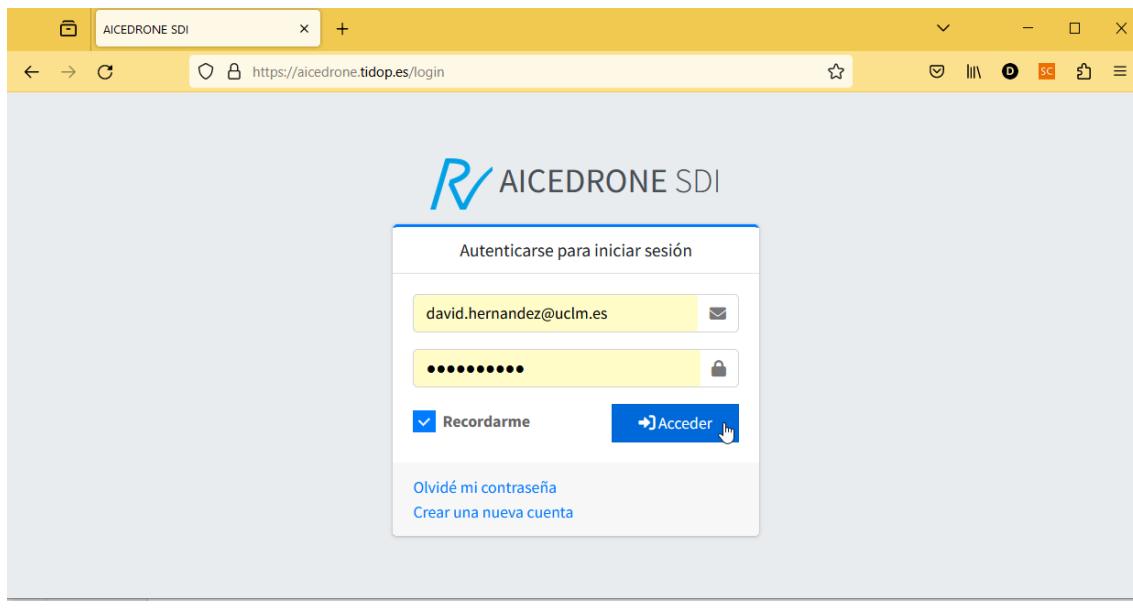
product_descriptor.json
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
},

layer1: {
    "position": "1",
    "name": "Zona del proyecto",
    "filepath": "rois.shp",
    "sld_path": "rois.sld",
    "crs": "25830",
    "visible": "true",
    "attributes": [],
    "links": [],
    "product_date": "2024-05-11",
    "init_date": "2024-05-11",
    "end_date": "2024-05-11",
    "type": "vector_layer",
    "uav": "",
    "sensors": "",
    "description": "Zona del proyecto"
},
layer2: {
    "position": "2",
    "name": "Cubos",
    "filepath": "cubes.shp",
    "sld_path": "cubes.sld",
    "crs": "25830",
    "visible": "true",
    "attributes": ["name"],
    "links": [],
    "product_date": "2024-05-11",
    "init_date": "2024-05-11",
    "end_date": "2024-05-11",
    "type": "vector_layer",
    "uav": "",
    "sensors": "",
    "description": "Cubos"
},
layer3: {
    "position": "3",
    "name": "Ortomosaico",
    "filepath": "20231218_Villajoyosa_orthomosaic_10cm.tif",
    "sld_path": "",
    "crs": "25830",
    "visible": "true",
    "attributes": [],
    "links": [],
    "product_date": "2024-05-11",
    "init_date": "2024-05-11",
    "end_date": "2024-05-11",
    "type": "orthomosaic",
    "uav": "DJI Matrice 300",
    "sensors": "P1",
    "description": "Ortomosaico"
},
layer4: {
    "position": "4",
    "name": "Modelo Digital de Superficie (DSM)",
    "filepath": "20231218_Villajoyosa_dsm_10cm.tif",
    "sld_path": "20231218_Villajoyosa_dsm_10cm.sld",
    "crs": "25830",
    "visible": "true",
    "attributes": [],
    "links": [],
    "product_date": "2024-05-11",
    "init_date": "2024-05-11",
    "end_date": "2024-05-11",
    "type": "dsm",
    "uav": "DJI Matrice 300",
    "sensors": "P1",
    "description": "Modelo Digital de Superficie (DSM)"
},
layer5: {
    "position": "5",
    "name": "Nube de puntos",
    "filepath": "20231218_Villajoyosa_point_cloud.las",
    "sld_path": "",
    "crs": "25830",
    "visible": "true",
    "attributes": [],
    "links": [],
    "product_date": "2024-05-11",
    "init_date": "2024-05-11",
    "end_date": "2024-05-11",
    "type": "point_cloud",
    "uav": "DJI Matrice 300",
    "sensors": "P1",
    "description": "Nube de puntos"
}
}

```

Se podría optar por no incluir todas las capas en un único fichero ZIP, creando tantos ficheros como resultara conveniente siguiendo el mismo procedimiento y eligiendo en cada caso los ficheros oportunos. Esta opción está contemplada ya que se pueden subir e importar a un proyecto de SDI de la herramienta AICEDRONE_SDI tantos ficheros ZIP como sea necesario.

Una vez que ya se dispone de los ficheros ZIP los siguientes pasos consisten en abrir la aplicación web de AICEDRONE_SDI, logarse con un usuario con los permisos adecuados previamente añadido por el usuario administrador de la herramienta, y crear el proyecto, definiendo sobre el mapa de situación el perímetro de la región de interés de forma aproximada, tal y como se ilustra con las siguientes capturas de pantalla.



En este tipo de proyecto la duración no es de interés ya que no tiene una duración determinada en el tiempo.

A continuación, se puede acceder al *Gestor de archivos* del proyecto creado, abrir la carpeta *Productos*, pulsar con el botón derecho del ratón eligiendo la opción *subir archivos*, y subir los ficheros ZIP creados anteriormente, desde los botones de subida que propone el diálogo,

iniciándose un proceso cuya duración dependerá del tamaño de los ficheros y de las velocidades de internet en el servidor y en la conexión del usuario.

ID	Nombre	Inicio	Fin	Configuración	Acciones
56	Villajoyosa	2024-03-20	2025-03-21		
67	20230807_Roads	2024-05-04	2025-05-05		
68	20230125_Rail	2024-05-10	2025-05-11		
69	20231218_Villajoyosa	2024-05-10	2025-05-11		

Mostrando 1 a 4 de 4 registros

AICEDRONE SDI / Proyectos / Gestor de archivos

Subir archivos - Productos

Arrastra o pega enlaces URL aquí

Selección de archivos para subir

Selección de carpeta

Á vacía

Ir elementos

Carga de archivos

Este equipo > DATOS D (D:) > Aicedrone > 20231218_Villajoyosa > sdi >

Nombre: 20231218_Villajoyosa_sdi.zip

Todos los archivos (*.*)

Abrir Cancelar

Subiendo archivos (1)

20231218_Villajoyosa_sd.

20231218_Villajoyosa_sd.

Visor

Usuarios

Gestor de archivos

20231218_Villajoyosa

20231218_Villajoyosa

20231218_Villajoyosa

20231218_Villajoyosa

20231218_Villajoyosa

R

Proyectos

- Seleccione un proyecto
- Seleccione un proyecto
- 20230125_Rail
- 20230807_Roads
- 20231218_Villajoyosa
- Villajoyosa

Capas

- + Mapas Base

David Hernández López

https://aicedrone.tidop.es/visor

R

Proyectos

- Seleccione un proyecto
- Seleccione un proyecto
- 20230125_Rail
- 20230807_Roads
- 20231218_Villajoyosa
- Villajoyosa

Capas

- + Mapas Base

David Hernández López

https://aicedrone.tidop.es/visor

R

Proyectos

- 20231218_Villajoyosa

Añadir producto

WMS WMTS WFS WCS

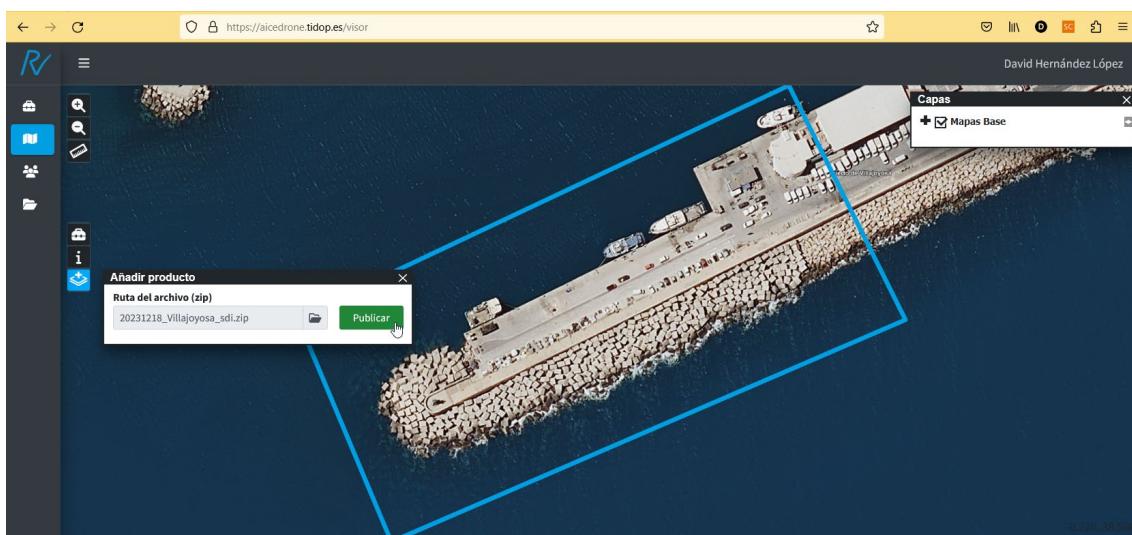
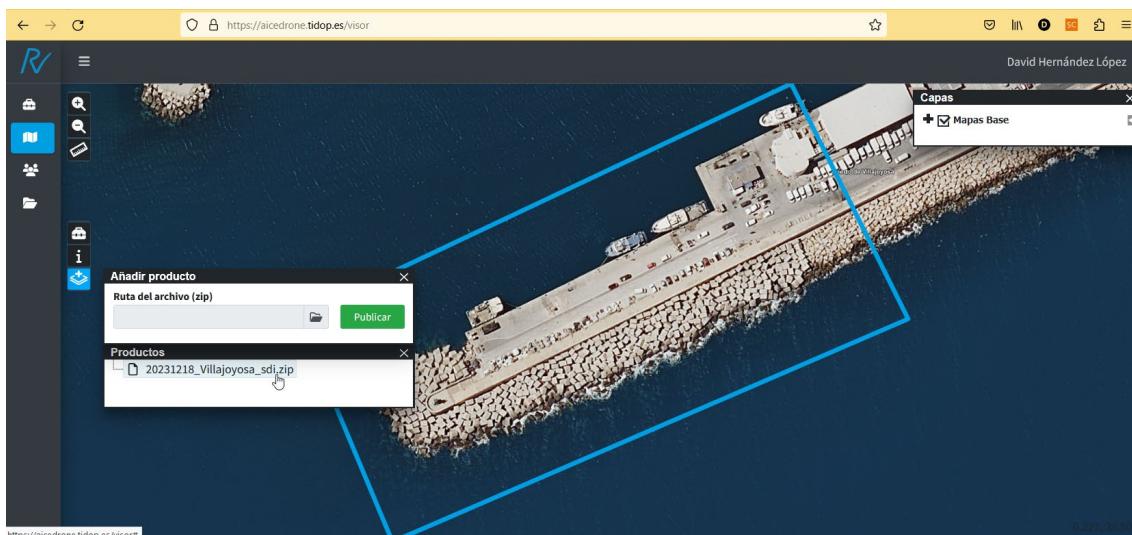
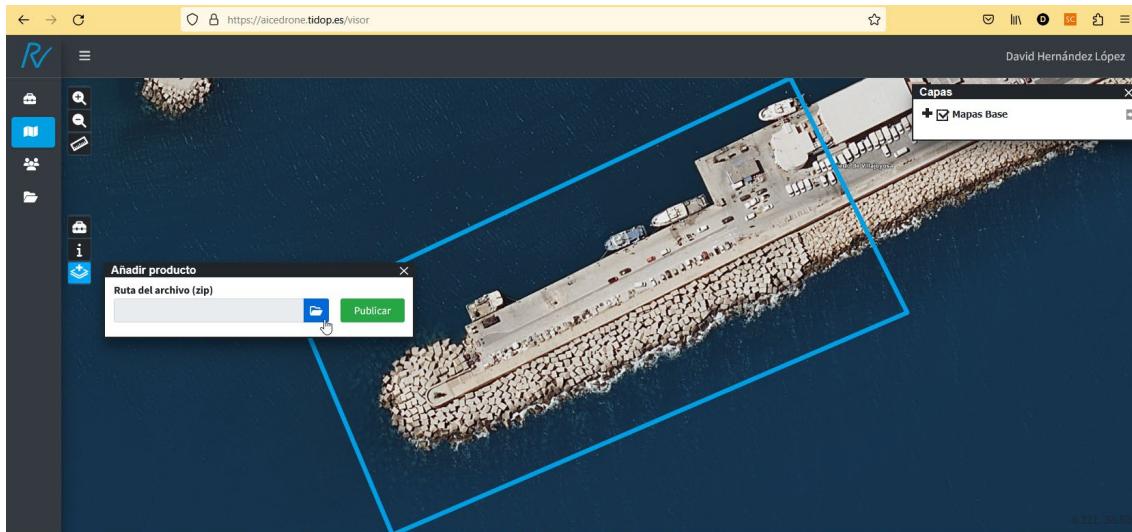
Capas

- + Mapas Base

David Hernández López

https://aicedrone.tidop.es/visor

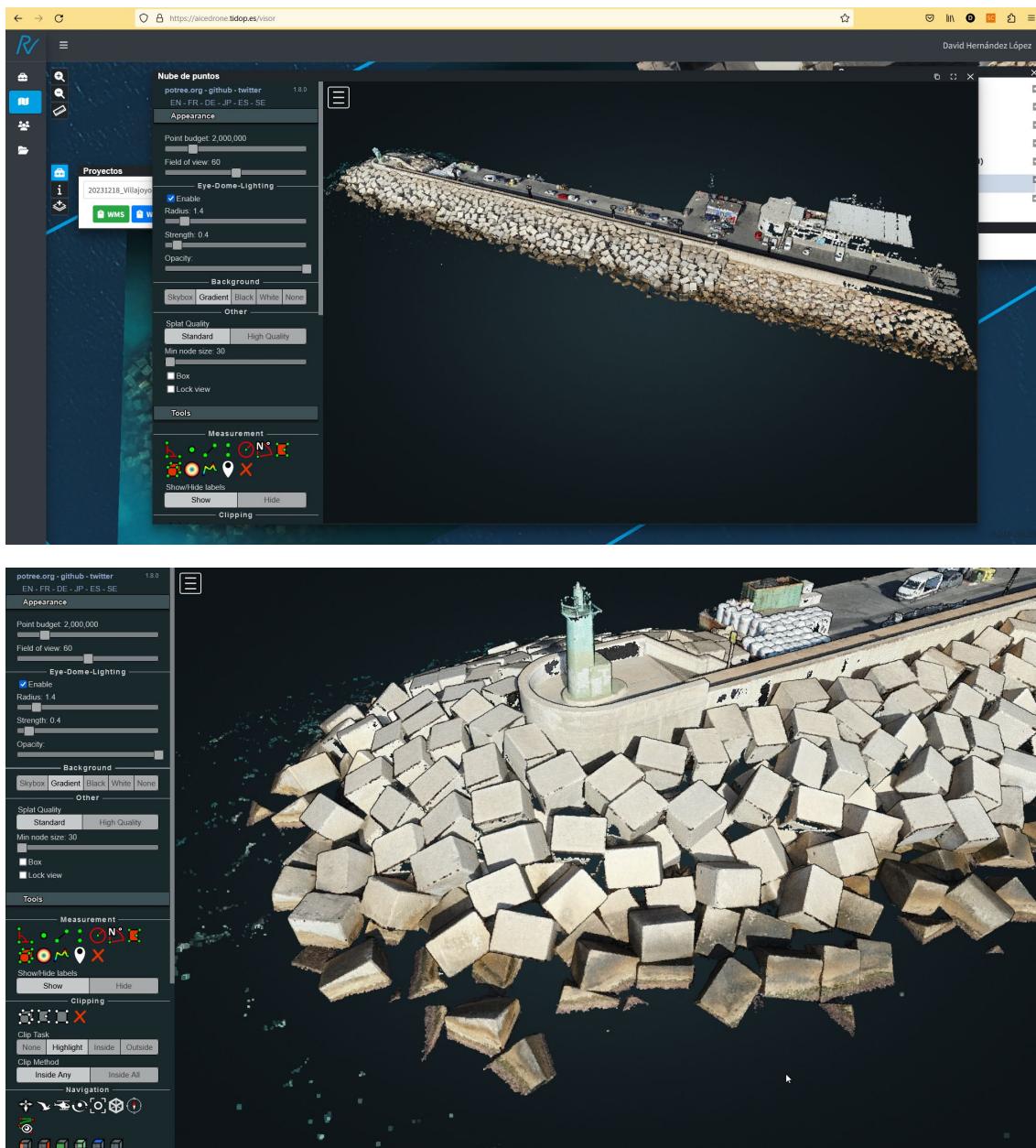
4.777, 36.90



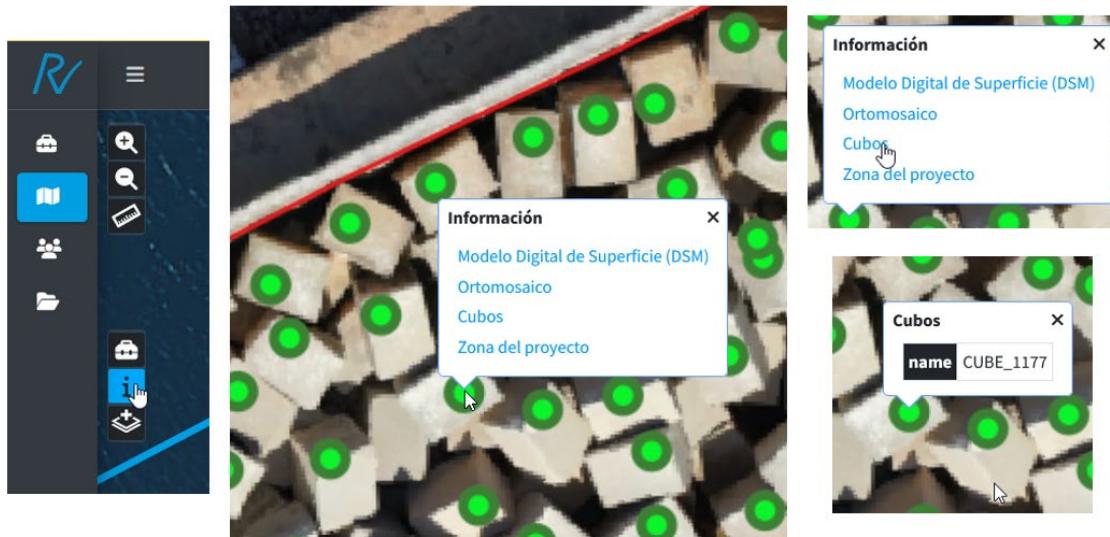
The screenshot shows a 3D point cloud visualization of a port area. The point cloud consists of numerous small green cubes representing individual concrete blocks. A red polygon outlines a specific area of interest along the edge of the port. The interface includes a legend on the left and a layer panel on the right. The layer panel shows several layers checked, including '20231218_Villajoyosa_sdi', 'Zona del proyecto', 'Cubos', 'Ortomosaico', 'Modelo Digital de Superficie (DSM)', and 'Nube de puntos'. A 'Capas' (Layers) button is highlighted.

This screenshot shows the same port area from a different perspective, likely an orthomosaic or digital surface model. The area highlighted by the red polygon is visible as a distinct dark gray shape. The interface elements are identical to the first screenshot, including the legend, layer panel, and the highlighted 'Capas' button.

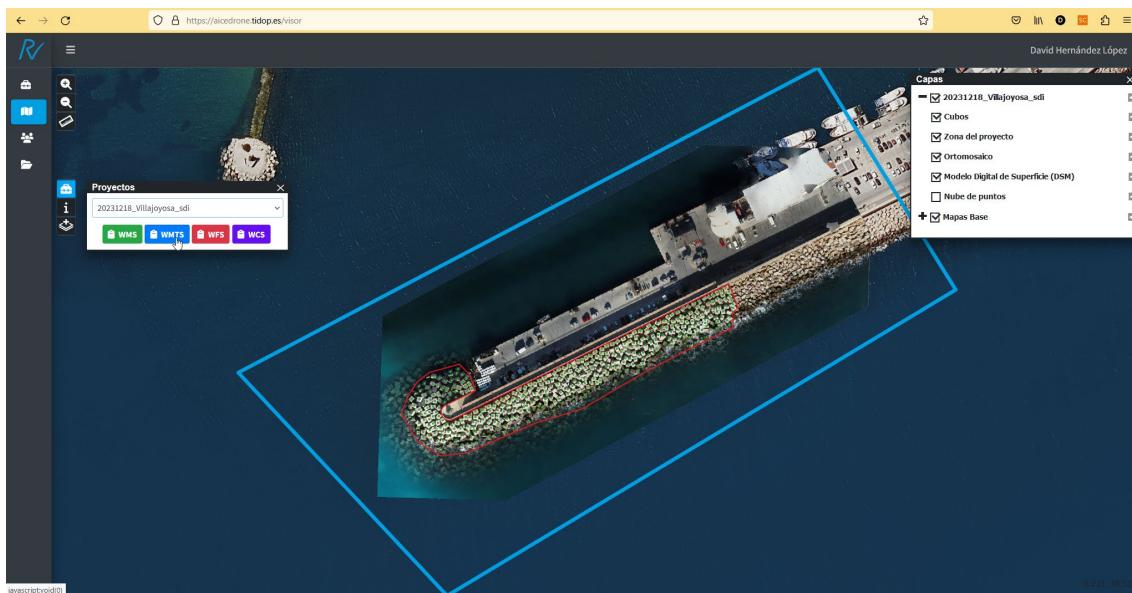
This screenshot shows a detailed view of the layer panel, specifically focusing on the 'Cubos' (Cubes) layer. The 'Cubos' layer is highlighted with a blue selection bar. Other layers listed include 'Zona del proyecto', 'Ortomosaico', 'Modelo Digital de Superficie (DSM)', and 'Nube de puntos'. The 'Capas' button at the bottom is also highlighted.

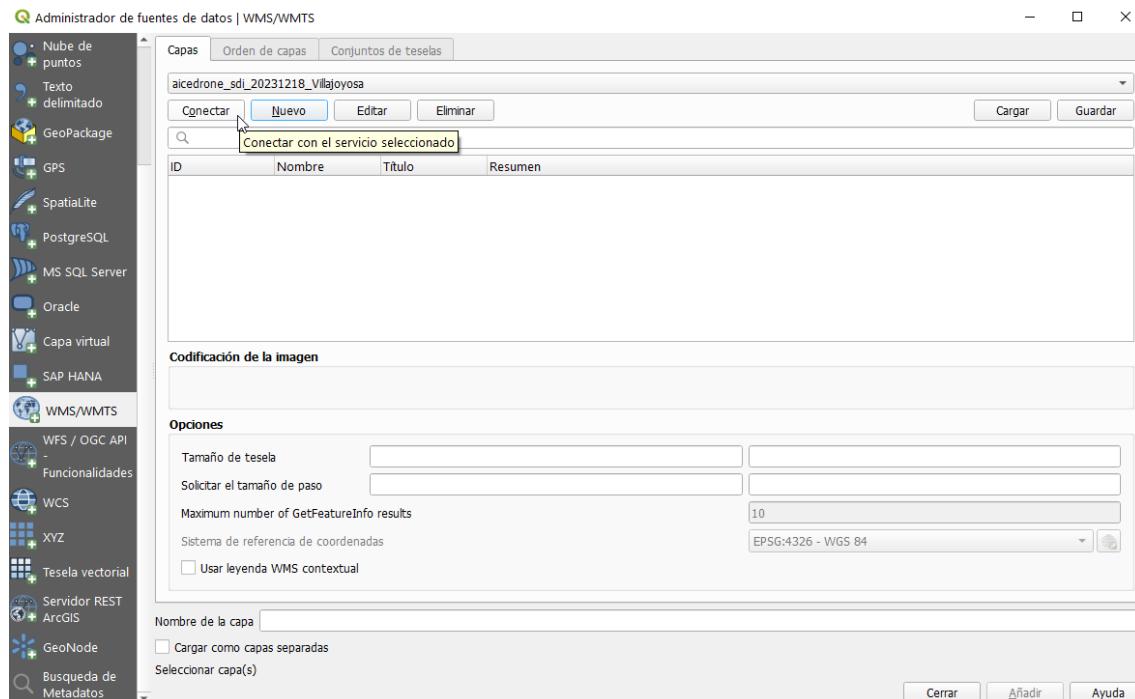
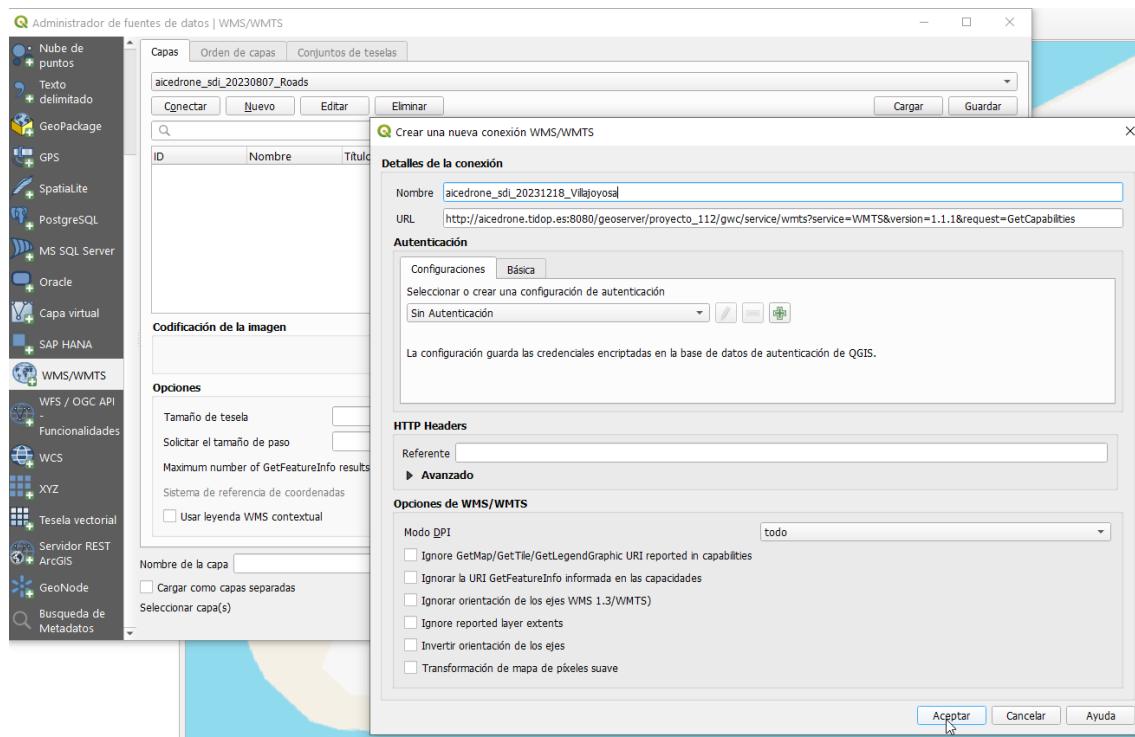


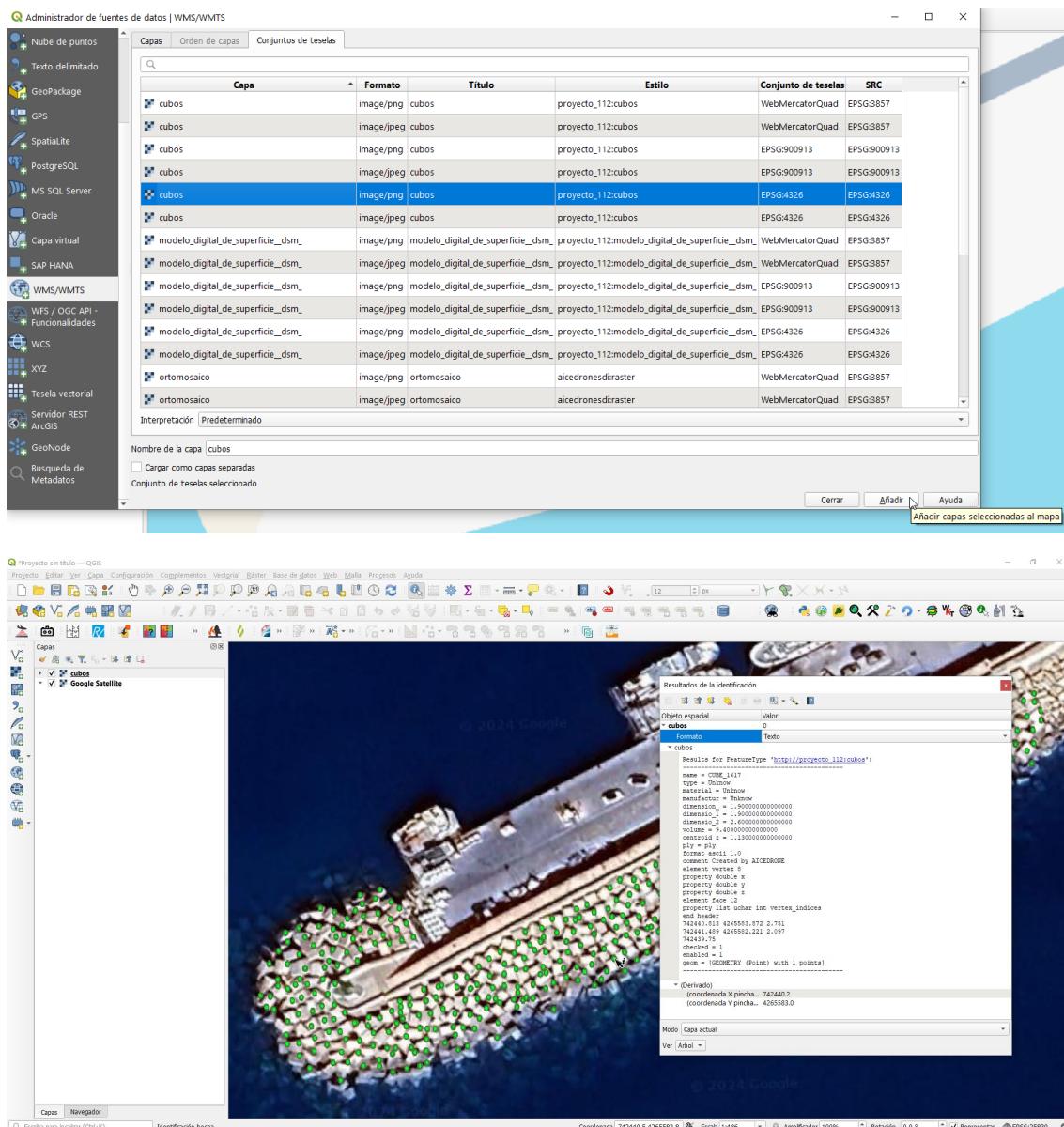
Una vez importados los productos geomáticos se puede usar AICEDRONE_SDI para inspeccionar los resultados utilizando la herramienta de información y pulsando con el botón izquierdo del ratón, accediendo a los valores de los atributos que se ha decidido publicar en el diseño de la publicación, tal y como se ilustra con la siguiente figura.



Además, al tratarse de una SDI, se están publicando los GeoServicios estándar, de forma que se puede acceder a la url del GeoServicio (WMTS/WMS, WFS, WCS) desde la propia SDI y cargarlo en cualquier herramienta que soporte estos estándares, tal y como ilustran las siguientes capturas en el caso de usar QGIS, de manera que se puede acceder a la información de forma deslocalizada con clientes ligeros (aplicación web), aplicación AICEDRONE_SDI, o clientes pesados (aplicación de escritorio), QGIS.

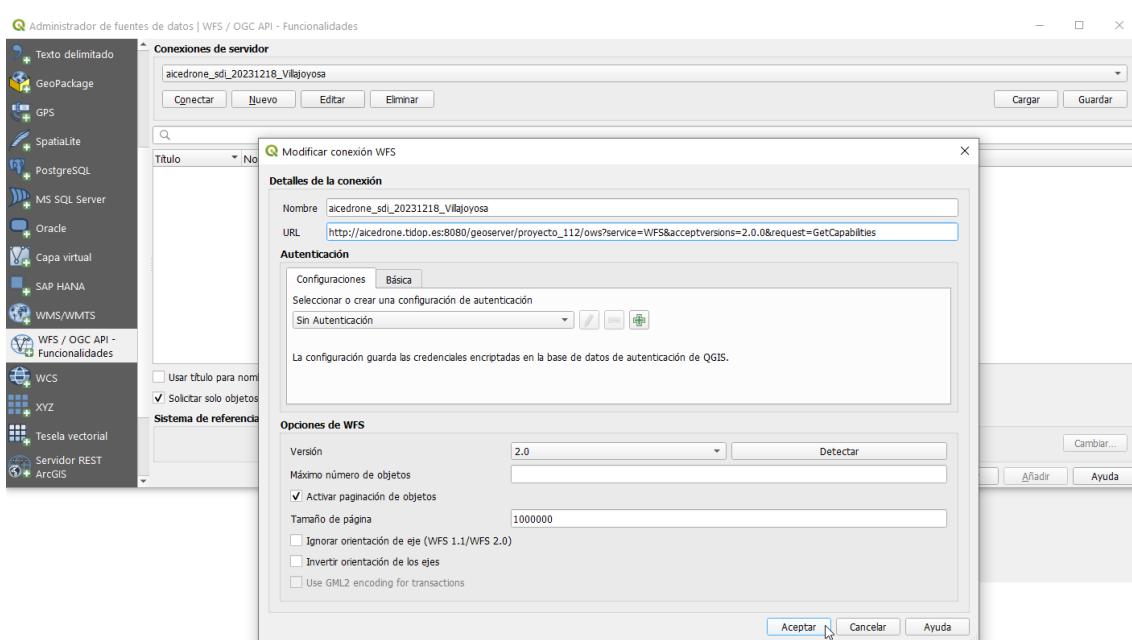
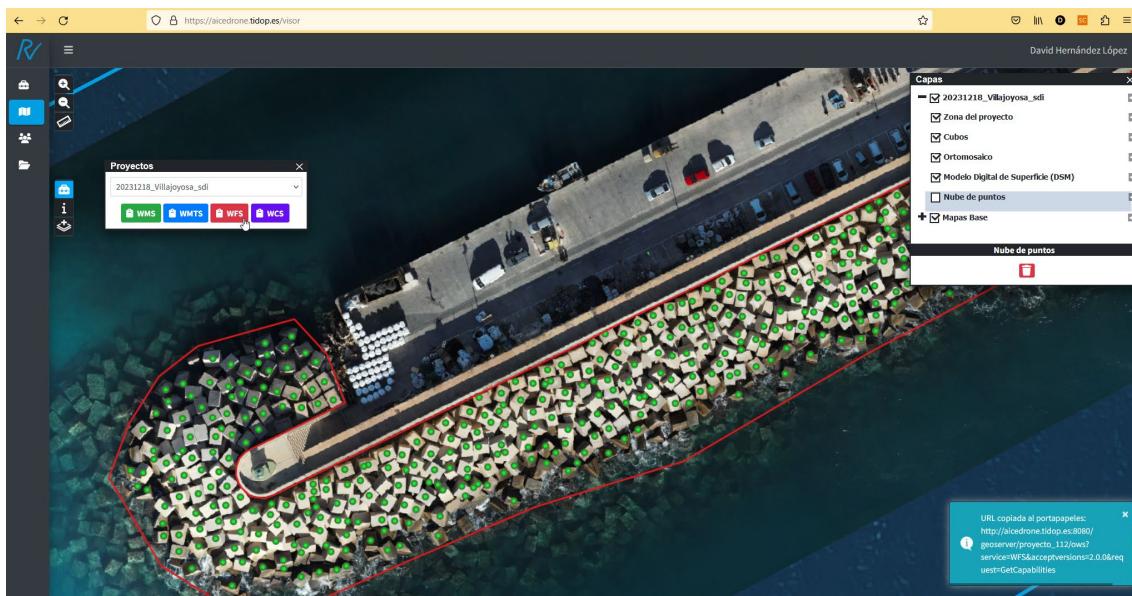


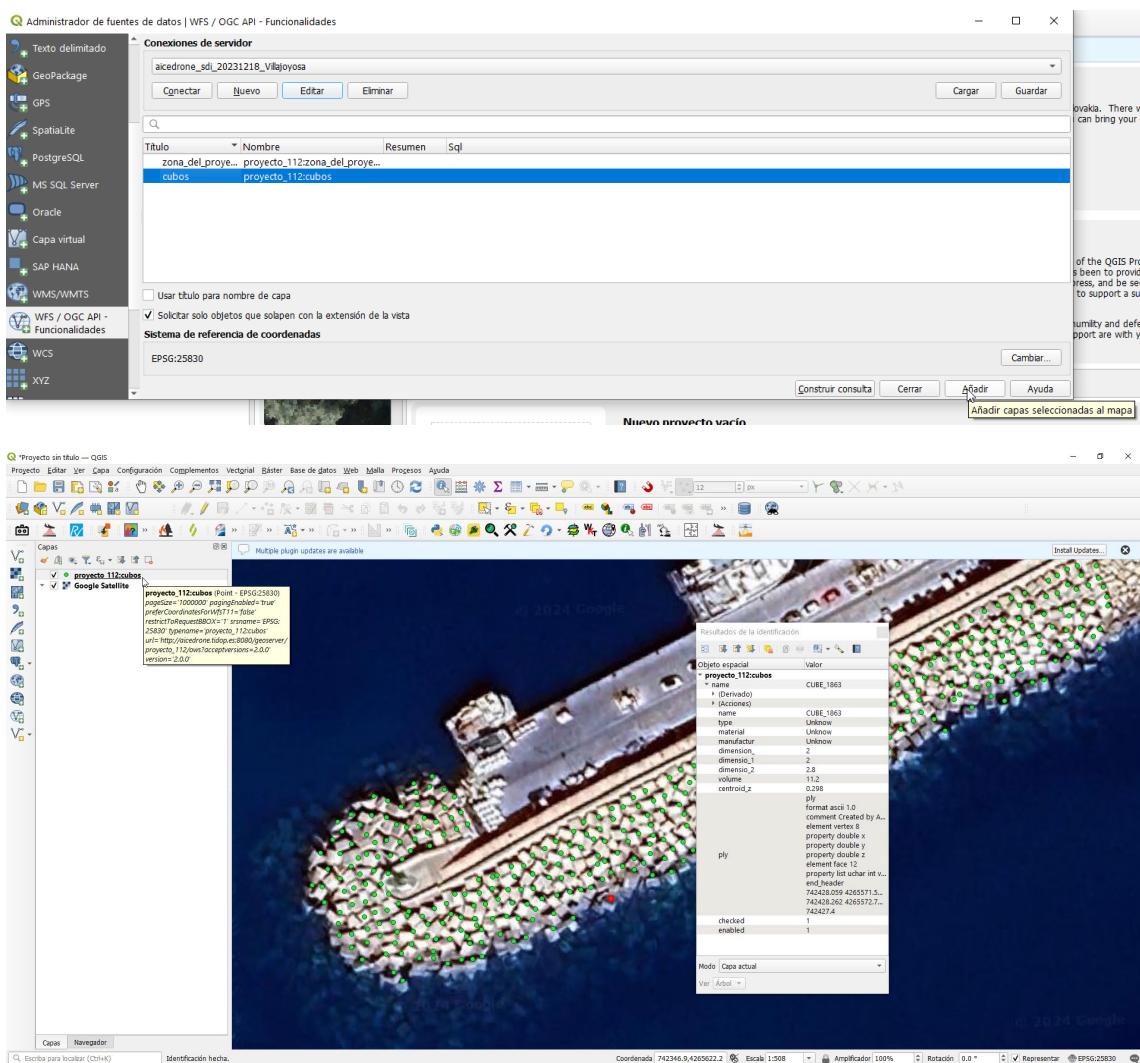




Usando el *GeoServicio WMTS* se accede a los valores de todos los atributos de la capa, no únicamente a los publicados en la SDI.

De igual forma, se puede utilizar el *GeoServicio WFS*, que permitiría acceder a la geometría y atributos de la capa vectorial publicada, tal y como se ilustra con las siguientes figuras.

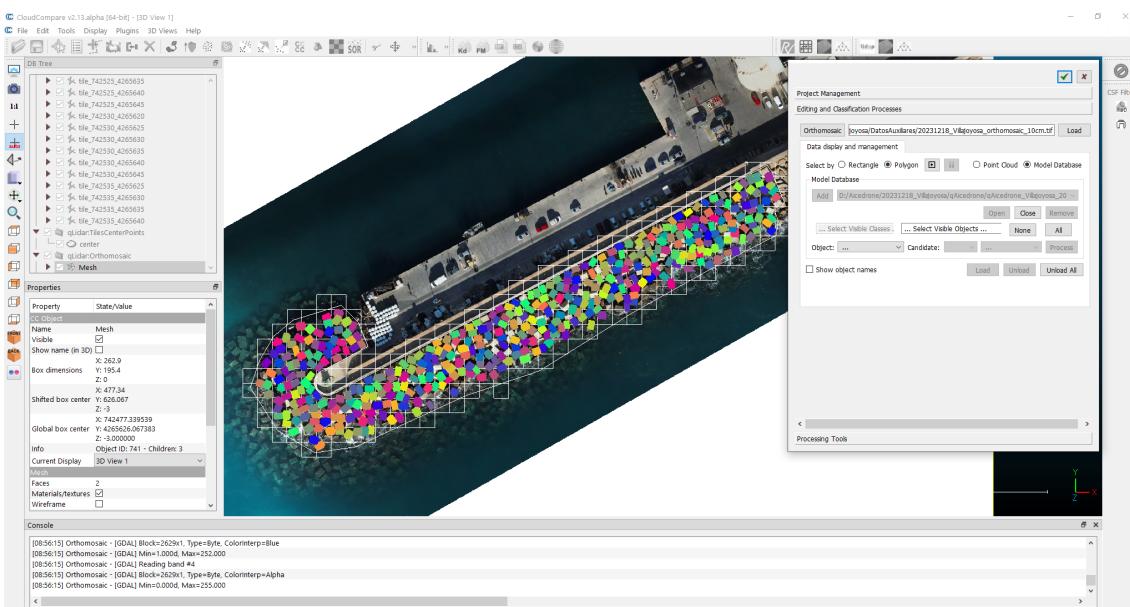




8 EXPLORACIÓN DE RESULTADOS

Como resultado final de todo el proceso se ha obtenido la solución correcta para un total de 423 cubos de los 444 que se podrían obtener en el mejor de los casos, lo que corresponde a un 95%, de los cuales:

- 413 cubos, un 97% de los 423, se han obtenido a partir de la solución automática inicial. De estos, 354, el 84% se han obtenido con el candidato correcto seleccionado automáticamente y para los restantes 44, el 10% de los 423, ha sido necesario cambiar el candidato seleccionado automáticamente.
- 10 cubos, un 2% de los 423, se han obtenido con procesos automáticos en las zonas indicadas modificando los parámetros de procesamiento.



La explotación de los resultados se concreta en las operaciones que se pueden realizar con los dos tipos de despliegue: de escritorio y web.

Por una parte, en lo que se refiere a las posibilidades de uso de los resultados en programas informáticos de escritorio, se debe tener en cuenta que el resultado final de la modelización persiste en una base de datos espacial en formato estándar Spatialite, de manera que puede ser cargada en la mayoría de los sistemas de información geográfica de escritorio, tanto comerciales como de código abierto, gracias a que integran como librería de manejo de información geográfica a la librería GDAL que es un estándar de facto ya que integra drivers para la gran mayoría de los formatos de información geográfica vectorial y ráster. Además, si fuera necesario utilizar la totalidad o parte de la información en una herramienta que no soportara el formato Spatialite la solución sería sencilla siempre que permitiera cargar cualquier otro formato al que se pudiera exportar a ese formato desde QGIS, usando GDAL. Se recomienda el uso de QGIS porque es de código abierto, es el software SIG con mayor comunidad de usuarios e integra funcionalidad integrada en su núcleo y en librerías o complementos de terceros, como los propios complementos desarrollados en este proyecto. QGIS ofrece grandes posibilidades de explotación de consulta, edición y análisis tanto de los propios resultados de la modelización como de su integración con cualesquiera otras fuentes de información geográfica pública o generada exprofeso. Además, tal y como se ha descrito en este documento, para explotar la información de los modelos 3D de los cubos se ha implementado un complemento en CloudCompare que permite su visualización y edición.

Por otra parte, la infraestructura de datos espaciales desarrollada, AICEDRONE_SDI, permite explotación desde dos puntos de vista: en operaciones de fotointerpretación y consulta utilizando el visor cartográfico, en operaciones SIG convencionales utilizando los GeoServicios estándar publicados en la mayoría de los programas informáticos SIG, comerciales y de código abierto, tal y como se ha mostrado en el caso de QGIS. Además, en este tipo de escenario 3D tiene especial interés el uso del visor 3D integrado en AICEDRONE_SDI.

La evaluación del movimiento de los cubos no se podrá realizar hasta contar con la modelización obtenida a partir del procesamiento de un nuevo vuelo cuya previsión de realización se ha estimado después de transcurrir dos años desde la captura inicial, o tras un evento singular de mareas que lo aconseje. A la vista de los resultados de la primera evaluación de movimientos se revisará el intervalo entre épocas de observación para intentar adaptarlo a la existencia de cambios.