

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

***Entregable 4.1.3. Protocolo de trabajo para extracción
automática de marcas de viales de señalización en carretera***



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.....	¡Error! Marcador no definido.
5	PROTOCOLO DE PROCESAMIENTO	10
6	PROTOCOLO DE MODELIZACIÓN	12
6.1	Creación de productos auxiliares.....	12
6.1.1	Creación del recinto de interés en QGIS	12
6.1.2	Optimización de los productos geomáticos obtenidos con Metashape: ortomosaico y modelo digital del terreno (MDT)	13
6.2	Proyecto del complemento PhotogrammetryTool de QGIS.....	14
6.3	Detección de calzada de carretera y marcas viales en la calzada con técnicas de IA en imágenes del vuelo.....	22
6.3.1	Creación de imágenes tileadas.....	22
6.3.2	Segmentación de roads y paints en las imágenes tileadas	24
6.4	Proyecto del complemento qAicedrone de QGIS.....	27
6.4.1	Creación del proyecto de qAicedrone de QGIS	27
6.4.2	Importación del catálogo de marcas viales	30
6.4.3	Importación de los resultados de IA.....	31
6.4.4	Preprocesamiento de los resultados de IA.....	36
6.4.5	Obtención de resultados mejorados con técnicas de Visión Computacional y Fotogrametría Multivista	37
6.4.6	Unión de marcas viales.....	42
6.4.7	Mejora de los resultados con edición asistida	44

7	PROTOCOLO DE PUBLICACIÓN EN AICEDRONE_SDI	54
8	EXPLORACIÓN DE RESULTADOS	66

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 vías ferroviarias. 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 marcas viales de señalización horizontal en carreteras.

El caso de ejemplo empleado en este manual corresponde a la carretera de circunvalación a la ciudad de Puerto del Rosario, capital de Fuerteventura. El CRS compuesto es el oficial de código EPSG: 4083+9396, planimetría referida REGCAN95 en coordenadas UTM Huso 28 y altimetría en altitudes ortométricas.

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

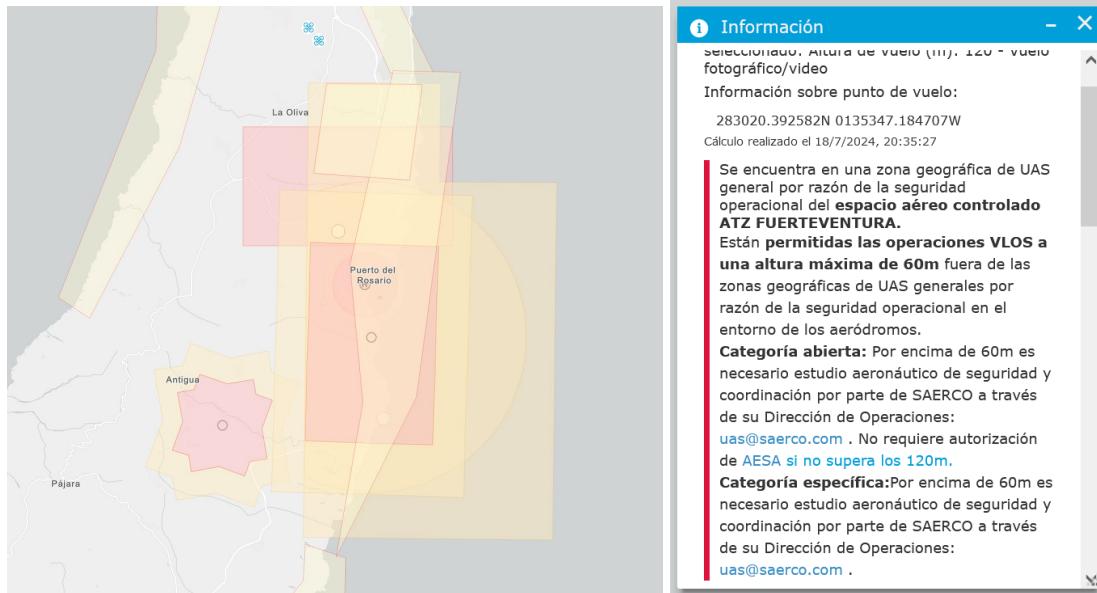
<https://drive.google.com/drive/folders/1yeHesf6uUz9slvNLFAubJifrRikset3q?usp=sharing>

3 PROTOCOLO DE PLANIFICACIÓN

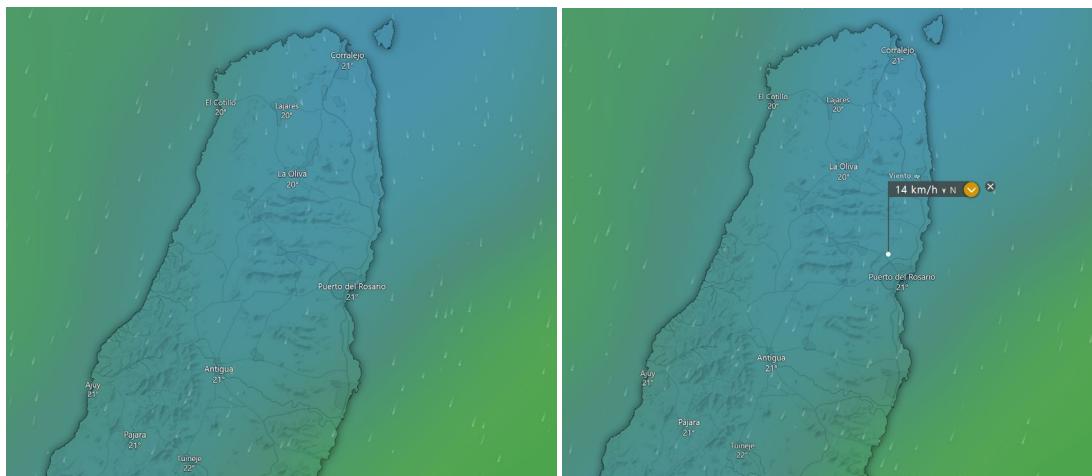
3.1 Recopilación de información previa

El procedimiento seguido en este caso es similar al descrito en el apartado 3.1 del Entregable_4_1_1, recopilándose la información previa referida a normativa y meteorología.

La siguiente captura ilustra el resultado de un ejemplo de la consulta realizada en la web <https://drones.enaire.es/> acerca de la restricción existente en la zona de interés de este caso de uso obtenida para la fecha de la consulta.



De igual forma, la siguiente captura muestra un ejemplo del resultado de la consulta en la web www.windy.com acerca de la temperatura y viento en la zona de interés para una fecha y hora.

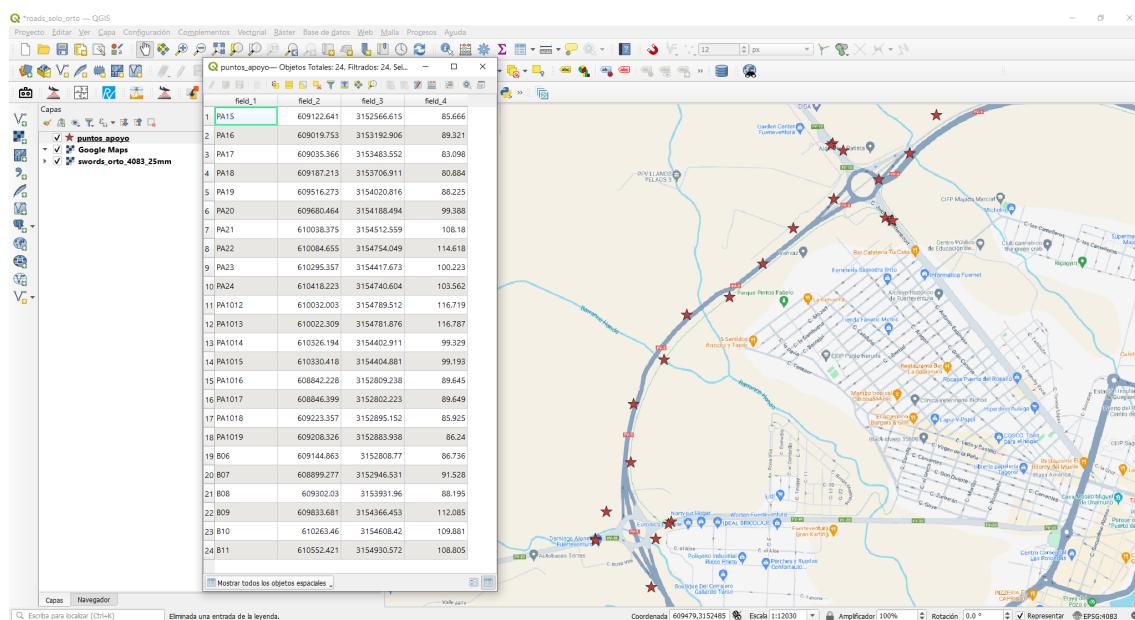


Finalmente, también forma parte de esta fase la especificación los siguientes requisitos:

- 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 0.02 m.
 - La elección del equipamiento de vuelo, del vehículo aéreo no tripulado.
 - 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 20 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. Este caso, al igual que el caso del ferrocarril, la región de interés presenta un carácter lineal, con unos 2800 m en la mayor dimensión frente a 200 m, lo que se traduce en que es posible la aparición de pérdida de precisión en la orientación directa GNSS-INS, resultando aconsejable planificar una configuración de puntos de apoyo integrada por 24 puntos, tal y como muestra la siguiente figura para este caso.

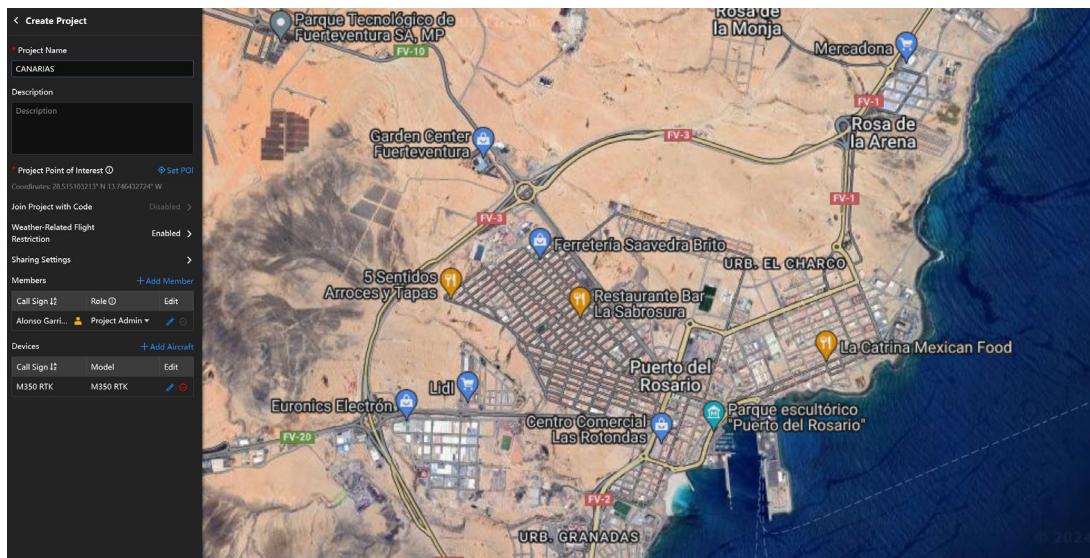


3.2 Planificación de la captura de datos

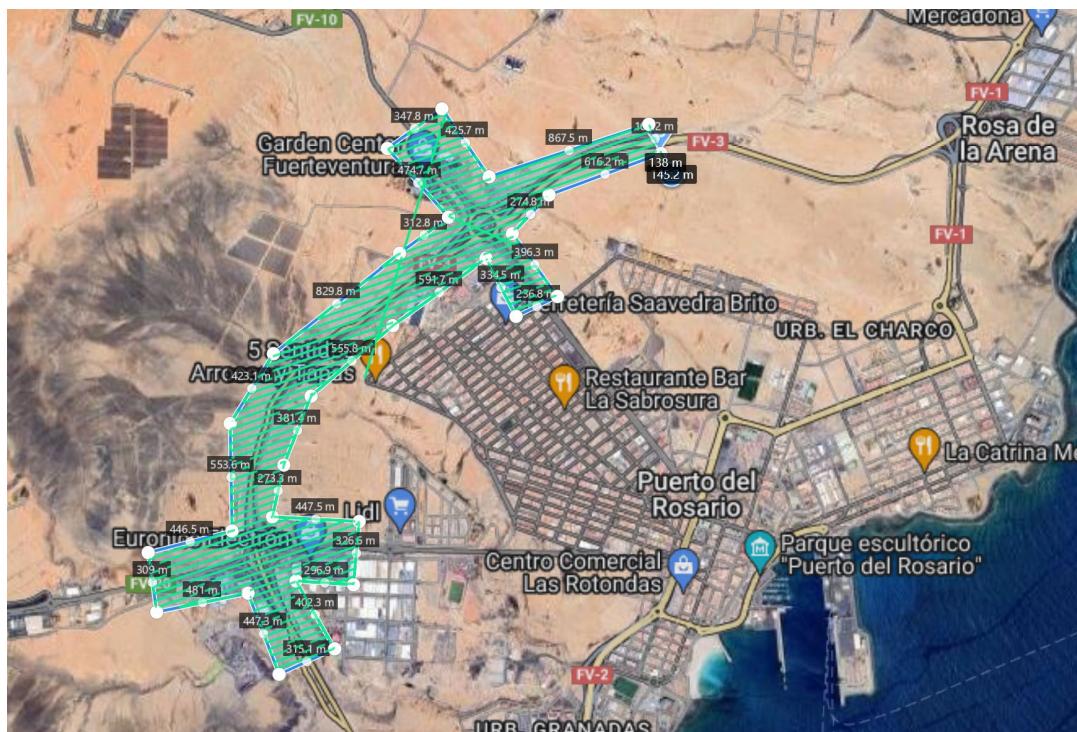
Para este proyecto se ha utilizado la plataforma FlightHub de DJI, por ser esta propietaria del fabricante del equipo, de libre acceso y uso para equipos de la plataforma dados de alta en ella.

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

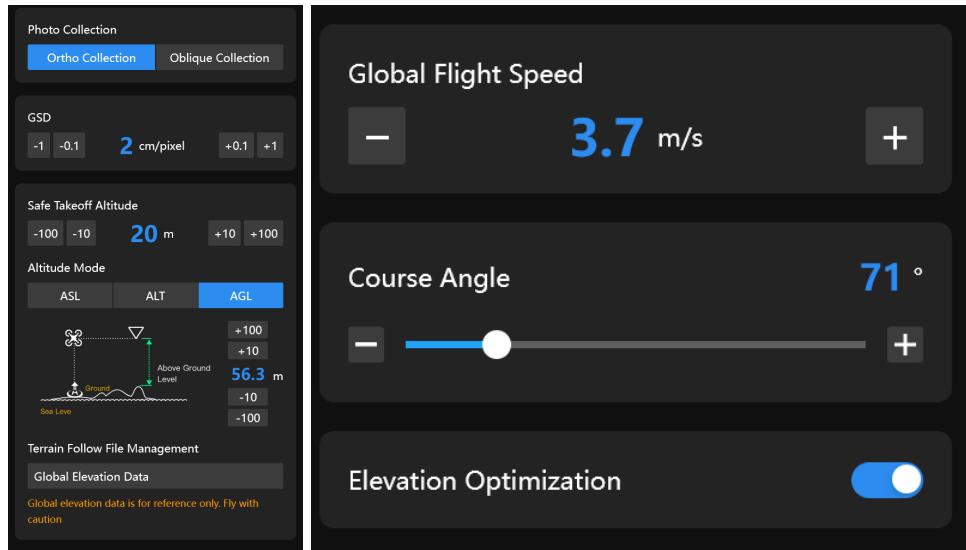
1. **Acceder a DJI FlightHub:** Se inicia sesión en la cuenta de DJI FlightHub desde un navegador web compatible.
2. **Crear un nuevo vuelo:** Una vez dentro de la plataforma, se selecciona la opción para crear un nuevo vuelo o misión.



3. **Seleccionar el área de interés:** Utilizando las herramientas de la plataforma se debe delimitar el área que se desea cubrir con el vuelo del DJI M300. Además de hacerlo manualmente también se puede hacer utilizando coordenadas GPS o cargar un archivo KML con la zona delimitada.



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.



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. 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 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 señalizaron con dianas aquellos puntos de apoyo que carecían de monumentación tipo pilar topográfico de obra para que aparecieran 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 oficial obteniendo las coordenadas en los CRSs oficiales (EPSG:4083 en planimetría y EPSG:9396 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):
 - 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, 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 conectaría 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

5.1 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 y modelo digital del terreno MDT/DTM, 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.

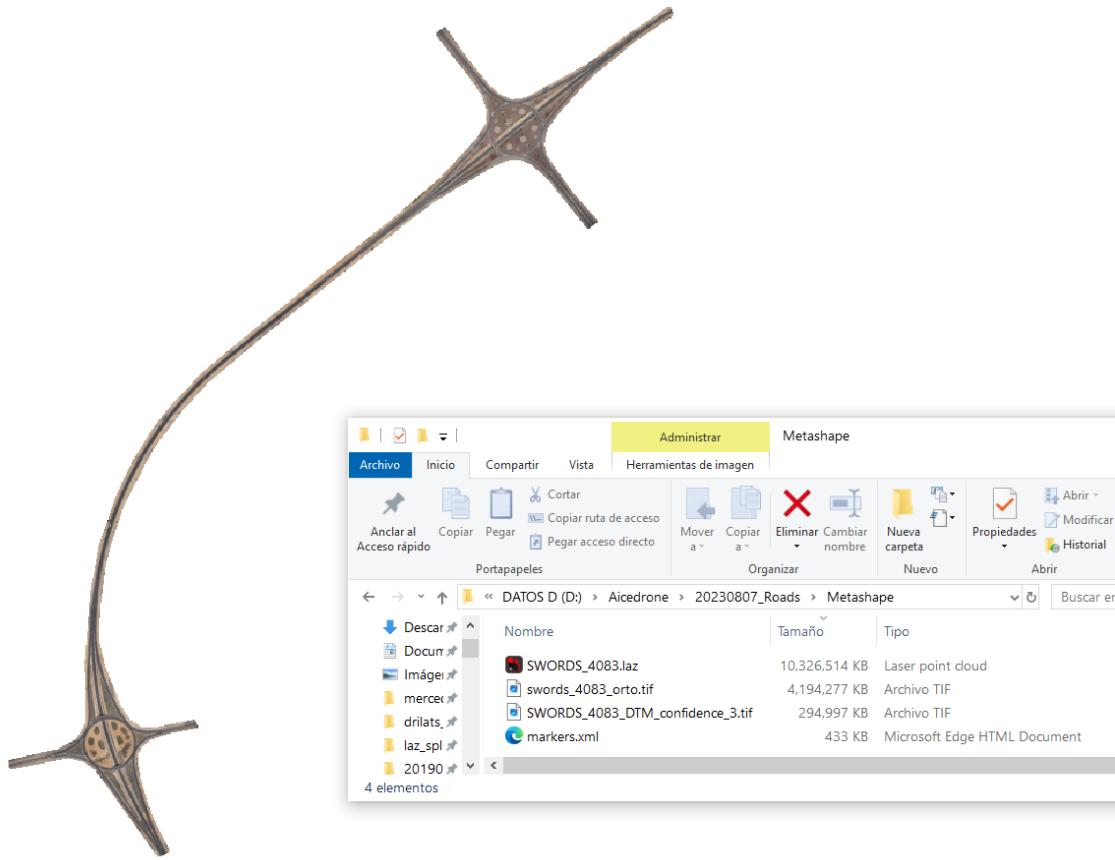
El procesamiento con Metashape realizado sigue el método convencional para este tipo de trabajos. Los pasos de este proceso han sido similares a los descritos en el documento 4.1.2 dado que se trata del proceso clásico de este tipo de aplicaciones en el caso de contar con puntos de apoyo.

La siguiente figura ilustra las precisiones conseguidas en la aerotriangulación tras la introducción de los puntos de apoyo.

Markers		Easting (m)	Northing (m)	Altitude (m)	Accuracy (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
<input checked="" type="checkbox"/>	PA06	609144.863000	3152808.770000	86.736000	0.020000	0.016905	6	0.303
<input type="checkbox"/>	PA07	608899.277000	3152946.531000	91.528000	0.020000		1	3.441
<input checked="" type="checkbox"/>	PA08	609302.030000	3153931.960000	88.195000	0.020000	0.003398	4	0.163
<input checked="" type="checkbox"/>	PA09	609833.681000	3154366.453000	112.085000	0.020000	0.013246	4	0.184
<input checked="" type="checkbox"/>	PA10	610263.460000	3154608.420000	109.881000	0.020000	0.015335	10	0.320
<input checked="" type="checkbox"/>	PA11	610552.421000	3154930.572000	108.805000	0.020000	0.000440	4	0.258
<input checked="" type="checkbox"/>	PA15	609122.641000	3152566.615000	85.666000	0.020000	0.002138	6	0.326
<input checked="" type="checkbox"/>	PA16	609019.753000	3153192.906000	89.321000	0.020000	0.007815	5	0.249
<input checked="" type="checkbox"/>	PA17	609035.366000	3153483.552000	83.098000	0.020000	0.002840	4	0.136
<input checked="" type="checkbox"/>	PA18	609187.213000	3153706.911000	80.884000	0.020000	0.003742	4	0.142
<input checked="" type="checkbox"/>	PA19	609516.273000	3154020.816000	88.225000	0.020000	0.004641	5	0.177
<input checked="" type="checkbox"/>	PA20	609680.464000	3154188.494000	99.388000	0.020000	0.005445	4	0.229
<input checked="" type="checkbox"/>	PA21	610038.375000	3154512.559000	108.180000	0.020000	0.020311	12	0.260
<input checked="" type="checkbox"/>	PA22	610084.655000	3154754.049000	114.618000	0.020000	0.035740	8	0.353
<input checked="" type="checkbox"/>	PA23	610295.357000	3154417.673000	100.223000	0.020000	0.010773	12	0.364
<input checked="" type="checkbox"/>	PA24	610418.223000	3154740.604000	103.562000	0.020000	0.005529	7	0.271
<input checked="" type="checkbox"/>	PA1012	610032.003000	3154789.512000	116.719000	0.020000	0.022228	9	0.455
<input checked="" type="checkbox"/>	PA1013	610022.309000	3154781.876000	116.787000	0.020000	0.004153	9	0.412
<input checked="" type="checkbox"/>	PA1014	610326.194000	3154402.911000	99.329000	0.020000	0.011059	9	0.267
<input checked="" type="checkbox"/>	PA1015	610330.418000	3154404.881000	99.193000	0.020000	0.016341	9	0.386
<input checked="" type="checkbox"/>	PA1016	608842.228000	3152809.238000	89.645000	0.020000	0.007422	7	0.346
<input checked="" type="checkbox"/>	PA1017	608846.399000	3152802.223000	89.649000	0.020000	0.010005	6	0.329
<input checked="" type="checkbox"/>	PA1018	609223.357000	3152895.152000	85.925000	0.020000	0.007275	5	0.295
<input checked="" type="checkbox"/>	PA1019	609208.326000	3152883.938000	86.240000	0.020000	0.012823	7	0.460
Total Error								
Control points							0.013116	0.323
Check points								3.441

En este proyecto se generan un modelo digital de elevación, el modelo digital del terreno MDT/DTM, que únicamente incluye puntos sobre el terreno. Como paso previo a la generación del modelo se debe realizar un proceso de clasificación para determinar qué puntos son del terreno, comenzando por una determinación automática incluida en el programa que puede ser mejorada de forma manual si fuera necesario, lo que no ha sucedido en este proyecto.

A continuación, se incluye una captura del mosaico de ortoimágenes resultante y de los ficheros exportados.



6 PROTOCOLO DE MODELIZACIÓN

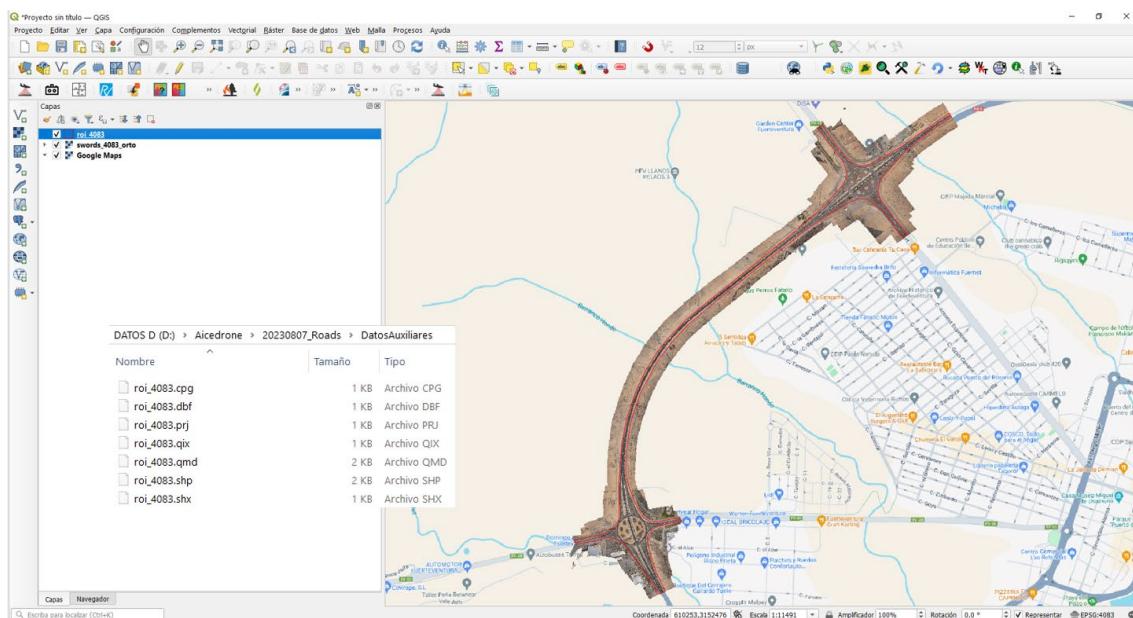
En este apartado se describen todos los pasos a realizar para obtener la información de modelización a partir de los productos geomáticos resultantes del procesamiento de los vuelos.

6.1 Creación de productos auxiliares

6.1.1 Creación del recinto de interés en QGIS

El objetivo de este paso es definir la geometría de la envolvente de la región de interés para recortar aquella parte de la información que forma parte de los resultados del procesamiento fotogramétrico pero que no tiene interés para el procesamiento en este proyecto.

La región de interés se crea como un fichero vectorial en formato shapefile siguiendo en QGIS un procedimiento similar al empleado para generar la región de interés en el escenario de cubos en puertos, apartado 6.1. del entregable 4_1_1.

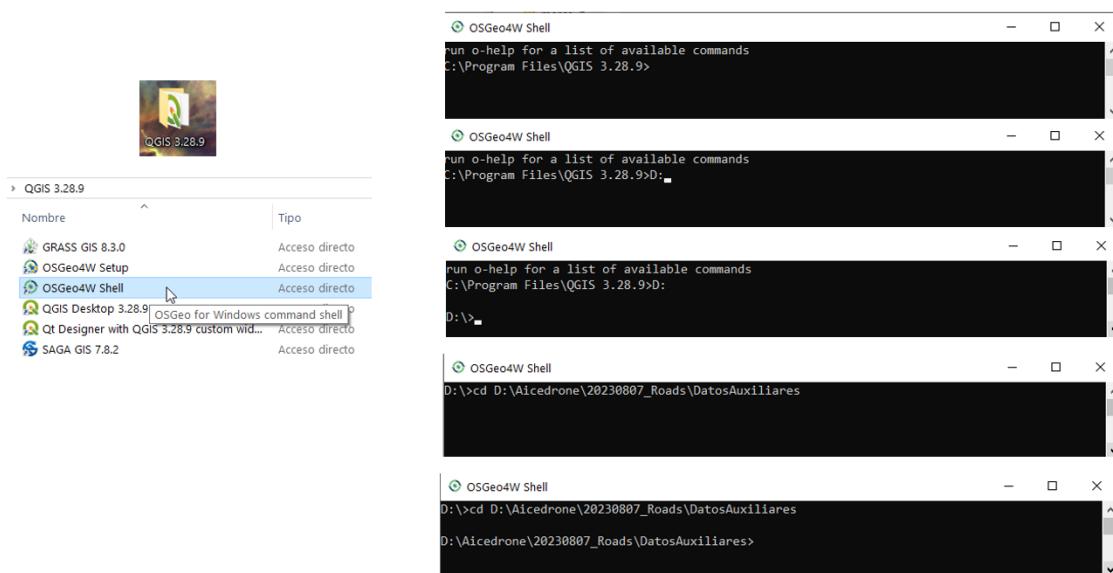


6.1.2 Optimización de los productos geomáticos obtenidos con Metashape: ortomosaico y modelo digital del terreno (MDT)

Como resultado del procesamiento con Metashape se obtienen unos productos geomáticos que se pueden optimizar para su uso en el proyecto con el objetivo de reducir su tamaño aplicándoles varias operaciones: cambio en el tamaño del píxel sobre el terreno (GSD), recorte a la región de interés y aplicación de algoritmo de compresión.

Las operaciones se podrían aplicar con la interfaz gráfica de QGIS, de forma similar a cómo se ha realizado en los otros dos escenarios descritos anteriormente. En este caso se va a utilizar *gdalwarp* mediante llamadas desde consola OSGeo4W de la versión de QGIS 3.28.9, tal y como se explica con las siguientes capturas de pantalla, y que se resume en los siguientes pasos:

1. Abrir la consola de OSGeo4W



2. Lanzar el comando para la optimización del ortomosaico:

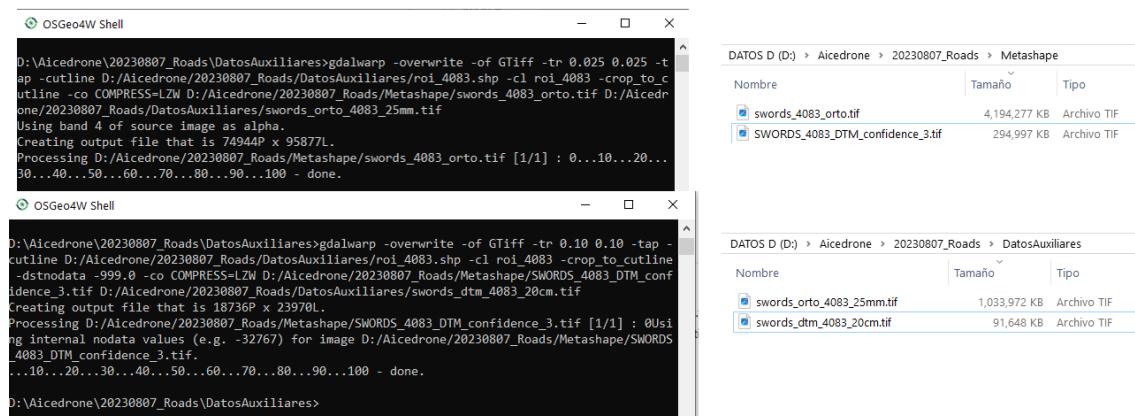
```
gdalwarp -overwrite -of GTiff -tr 0.025 0.025 -tap -cutline
D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/roi_4083.shp -cl roi_4083 -crop_to_cutline -co
COMPRESS=LZW D:/Aicedrone/20230807_Roads/Metashape/swords_4083_ortho.tif
D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/swords_ortho_4083_25mm.tif
```

La optimización del ortomosaico consiste en el recorte a la región de interés definida por el recinto incluido en el fichero shapefile de la ROI, el cambio al GSD de 2.5 cm y la compresión LZW

3. Lanzar el comando para la optimización del DTM:

```
gdalwarp -overwrite -of GTiff -tr 0.10 0.10 -tap -cutline
D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/roi_4083.shp -cl roi_4083 -crop_to_cutline -
dstnodata -999.0 -co COMPRESS=LZW
D:/Aicedrone/20230807_Roads/Metashape/SWORDS_4083_DTM_confidence_3.tif
D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/swords_dtm_4083_20cm.tif
```

La optimización del MDT consiste en el recorte a la región de interés definida por el recinto incluido en el fichero shapefile de la ROI, el cambio al GSD de 20 cm, la asignación de valor sin datos a -999.0 y la compresión LZW



En la figura anterior se puede observar la gran reducción en el tamaño de los ficheros optimizados.

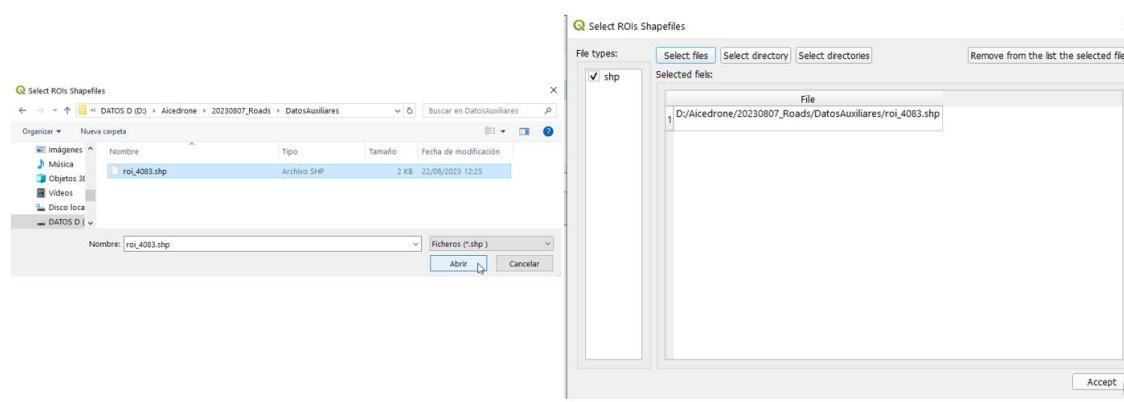
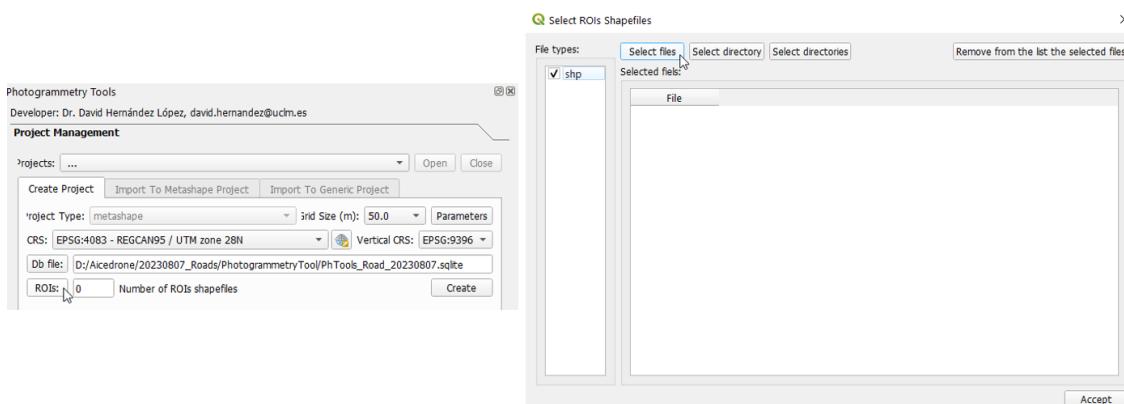
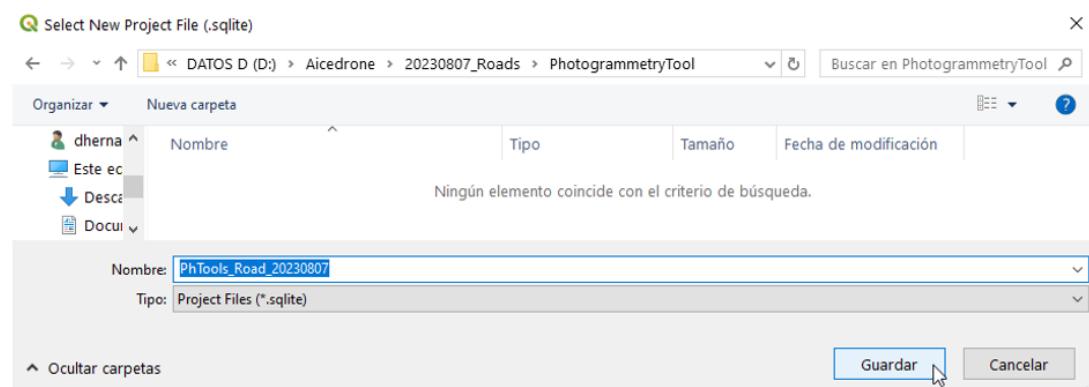
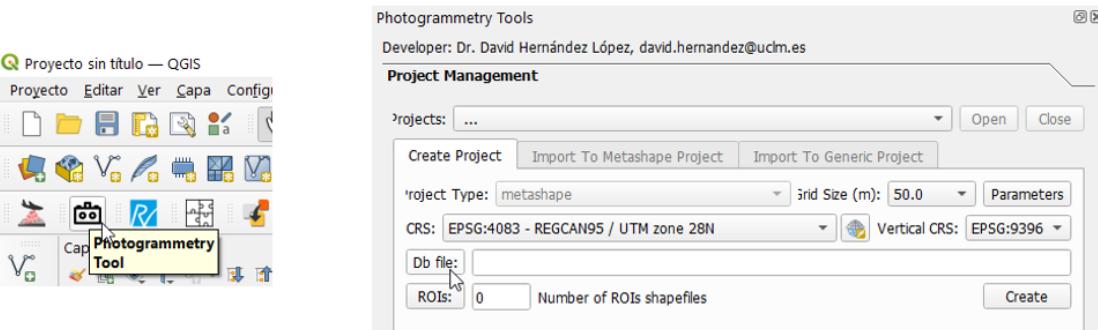
6.2 Proyecto del complemento PhotogrammetryTool de QGIS

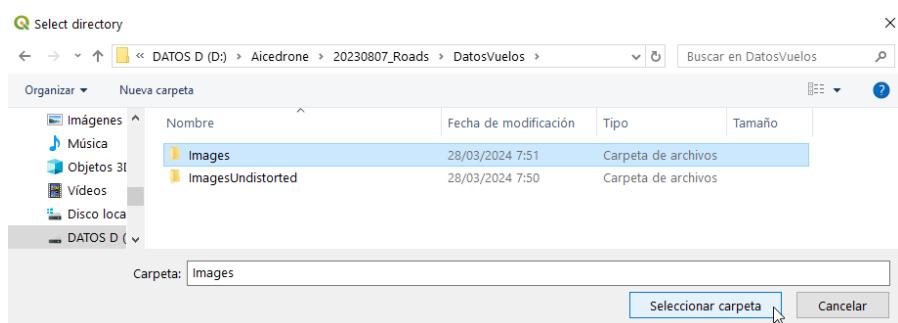
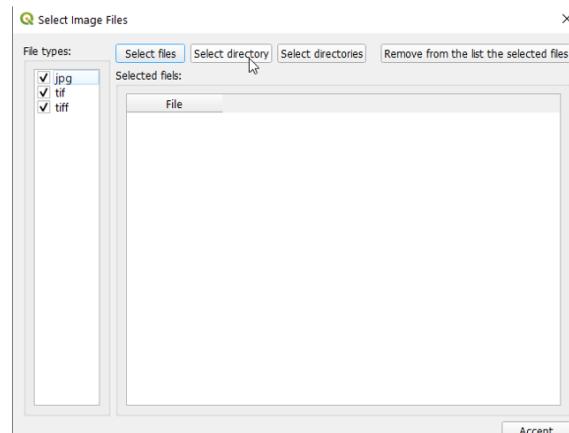
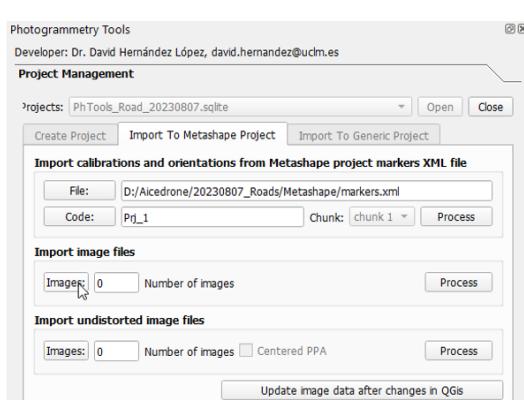
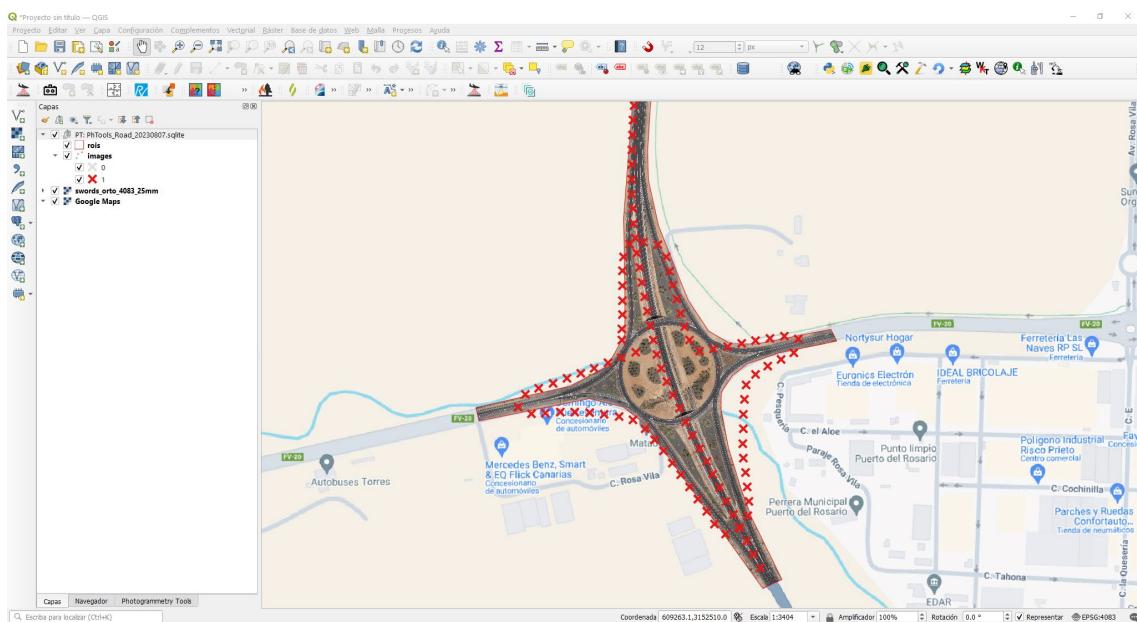
El objetivo del complemento PhotogrammetryTool de QGIS, disponible en:

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 del terreno (MDT). Las siguientes capturas de pantalla ilustran el proceso.





Select Image Files

File types: jpg tif tiff

Selected files:

File
1 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00705g.JPG
2 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00706g.JPG
3 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00707g.JPG
4 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00708g.JPG
5 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00709g.JPG
6 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00710g.JPG
7 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00711g.JPG
8 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00712g.JPG
9 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00713g.JPG
10 D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00714g.JPG

Accept

Photogrammetry Tools
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@uclm.es

Project Management

Projects: PhTools_Road_20230807.sqlite

Import calibrations and orientations from Metashape project markers XML file
File: D:/Aicedrone/20230807_Roads/Metashape/markers.xml
Code: Pj_1 Chunk: chunk 1

Import image files
Images: 293 Number of images

Import undistorted image files
Images: 0 Number of images Centered PPA

Photogrammetry Tools:
Process completed successfully

Select Image Files

File types: jpg tif tiff

Selected files:

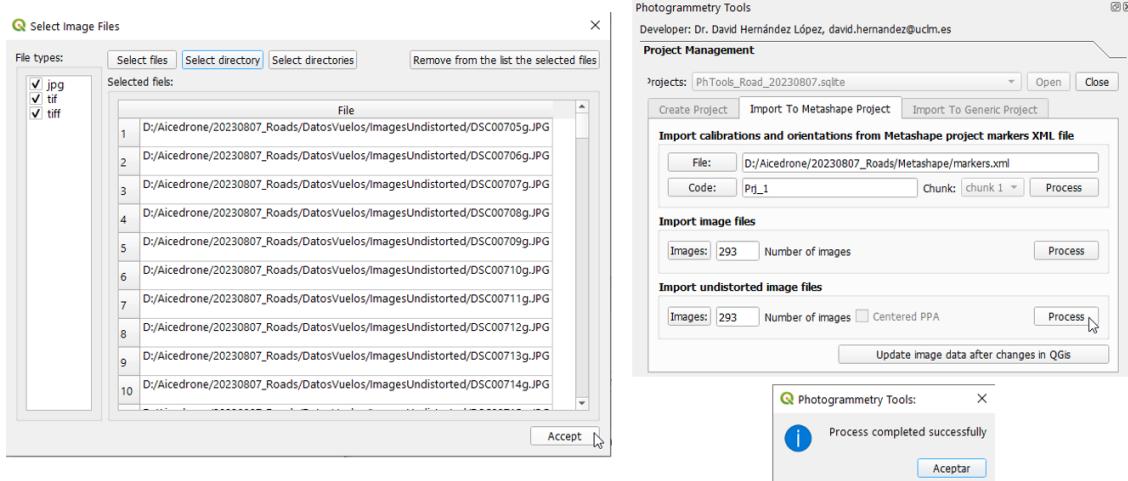
File

Accept

Select directory

DATOS D (D:) > Aicedrone > 20230807_Roads > DatosVuelos >

Carpeta:



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

`D:\Aicedrone\20230807_Roads\PhotogrammetryTool\PhTools_Road_20230807.sqlite`

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

id	label	file	xml_file_id	chunk_label	camera_id	undistorted_file	enabled	string_id	the_geom
1	dsc00705g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\DSC00705g.JPG	1	chunk 1	0	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00705g.JPG	1	#chunk ...	POINT
2	dsc00706g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00706g.JPG	1	chunk 1	1	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00706g.JPG	1	#chunk ...	POINT
3	dsc00707g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00707g.JPG	1	chunk 1	2	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00707g.JPG	1	#chunk ...	POINT
4	dsc00708g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00708g.JPG	1	chunk 1	3	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00708g.JPG	1	#chunk ...	POINT
5	dsc00709g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00709g.JPG	1	chunk 1	4	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00709g.JPG	1	#chunk ...	POINT
6	dsc00710g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00710g.JPG	1	chunk 1	5	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00710g.JPG	1	#chunk ...	POINT
7	dsc00711g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00711g.JPG	1	chunk 1	6	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00711g.JPG	1	#chunk ...	POINT
8	dsc00712g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00712g.JPG	1	chunk 1	7	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00712g.JPG	1	#chunk ...	POINT
9	dsc00713g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00713g.JPG	1	chunk 1	8	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00713g.JPG	1	#chunk ...	POINT
10	dsc00714g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00714g.JPG	1	chunk 1	9	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00714g.JPG	1	#chunk ...	POINT
11	dsc00715g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00715g.JPG	1	chunk 1	10	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00715g.JPG	1	#chunk ...	POINT
12	dsc00716g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00716g.JPG	1	chunk 1	11	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00716g.JPG	1	#chunk ...	POINT
13	dsc00717g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00717g.JPG	1	chunk 1	12	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00717g.JPG	1	#chunk ...	POINT
14	dsc00718g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00718g.JPG	1	chunk 1	13	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00718g.JPG	1	#chunk ...	POINT
15	dsc00719g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00719g.JPG	1	chunk 1	14	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00719g.JPG	1	#chunk ...	POINT
16	dsc00720g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00720g.JPG	1	chunk 1	15	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00720g.JPG	1	#chunk ...	POINT
17	dsc00721g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00721g.JPG	1	chunk 1	16	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00721g.JPG	1	#chunk ...	POINT
18	dsc00722g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00722g.JPG	1	chunk 1	17	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00722g.JPG	1	#chunk ...	POINT
19	dsc00723g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00723g.JPG	1	chunk 1	18	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00723g.JPG	1	#chunk ...	POINT
20	dsc00724g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00724g.JPG	1	chunk 1	19	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00724g.JPG	1	#chunk ...	POINT
21	dsc00725g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00725g.JPG	1	chunk 1	20	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00725g.JPG	1	#chunk ...	POINT
22	dsc00726g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00726g.JPG	1	chunk 1	21	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00726g.JPG	1	#chunk ...	POINT
23	dsc00727g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00727g.JPG	1	chunk 1	22	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00727g.JPG	1	#chunk ...	POINT
24	dsc00728g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00728g.JPG	1	chunk 1	23	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00728g.JPG	1	#chunk ...	POINT
25	dsc00729g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00729g.JPG	1	chunk 1	24	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00729g.JPG	1	#chunk ...	POINT
26	dsc00730g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00730g.JPG	1	chunk 1	25	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00730g.JPG	1	#chunk ...	POINT
27	dsc00731g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00731g.JPG	1	chunk 1	26	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00731g.JPG	1	#chunk ...	POINT
28	dsc00732g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00732g.JPG	1	chunk 1	27	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00732g.JPG	1	#chunk ...	POINT
29	dsc00733g	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00733g.JPG	1	chunk 1	28	D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\Images\undistorted\DSC00733g.JPG	1	#chunk ...	POINT

A continuación, se procede a lanzar un proceso para obtener la huella de las imágenes sobre el modelo digital del terreno (MDT). 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 menos de 4 minutos con el MDT obtenido tras el proceso de optimización con el recorte a la región de interés y la reducción de la resolución espacial a 10 cm.

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

Project Management

Projects: PhTools_Road_20230807.sqlite Open Close

Create Project Import To Metashape Project Import To Generic Project

Import calibrations and orientations from Metashape project markers XML file
File: D:/Aicedrone/20230807_Roads/Metashape/markers.xml
Code: Prj_1 Chunk: chunk 1 Process

Import image files
Images: 293 Number of images Process

Import undistorted image files
Images: 293 Number of images Centered PPA Process

Update image data after changes in QGIS

Temp Path: python\qgis3\photogrammetry_tools\libCppOSGeo4W_3_28_9\temp
Output Path: python\qgis3\photogrammetry_tools\libCppOSGeo4W_3_28_9\output

Processing Tools

Command: ... 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 Orthoimage generation Radiometric conversion to reflectance - Micasense RedEdge Radiometric conversion to reflectance - Parrot Sequoia Export_undistorted_to_colmap Normalized Difference Orthoimages generation Multi-View statistics

Chunk: ch Process

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

Project Management

Processing Tools

Command: Get images footprints from DSM Parameters Process

Chunk: chunk 1 Parameters Process

Parameters manager for command: Get images footprints from DSM

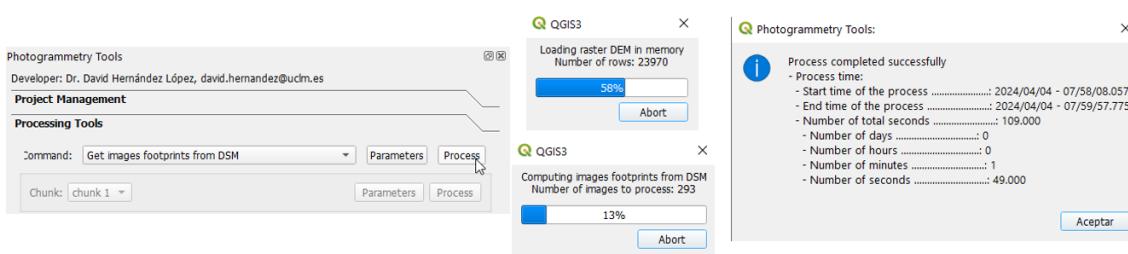
Code	Enabled	Value
GIFDSM_DsmRasterFile	Yes	D:/PhotogrammetryToolsProjects/EnriqueCaniaMarzo29/export/dsm_5cm_32618.tif DSM r
GIFDSM_MultiProcess	Yes	false
GIFDSM_NumberOfPointsBySide	Yes	11
GIFDSM_ProcessOnlyEnabledImages	Yes	true

Select file: D:\DATOS D (D:) \ Aicedrone \ 20230807_Roads \ DatosAuxiliares

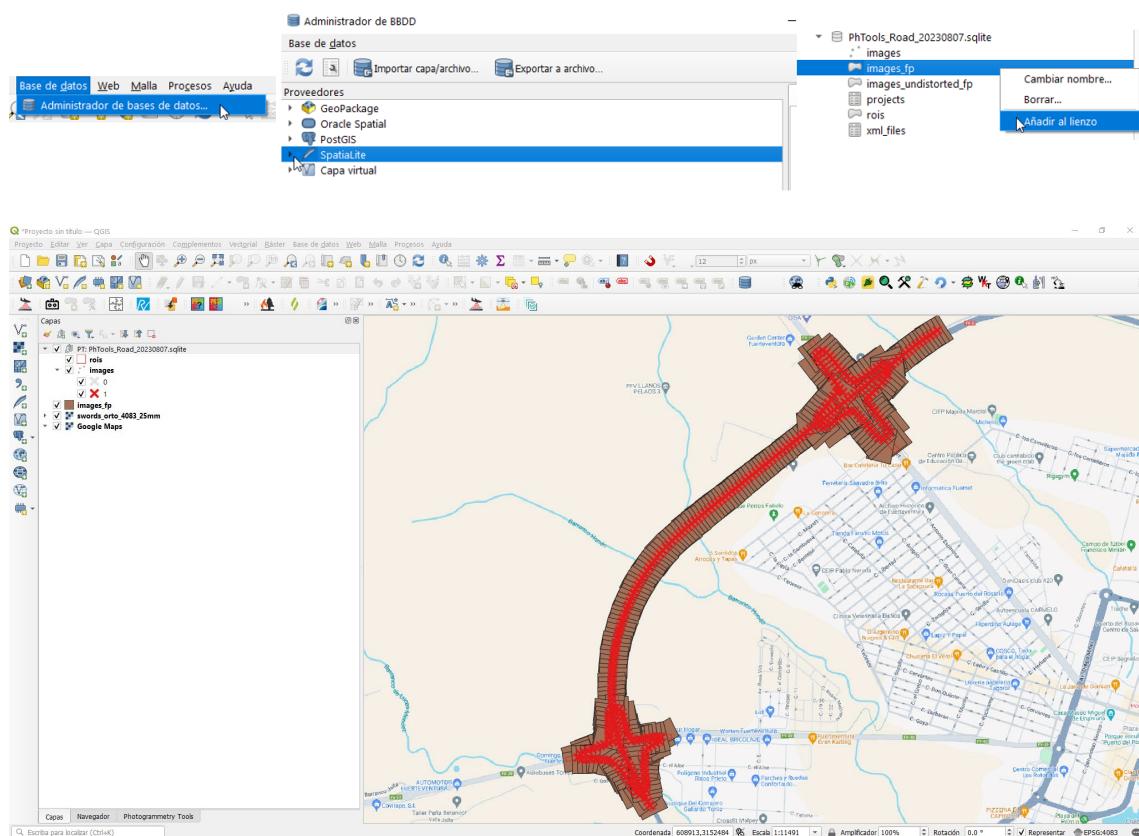
Nombre: swords_dtm_4083_20cm.tif Abrir Cancelar

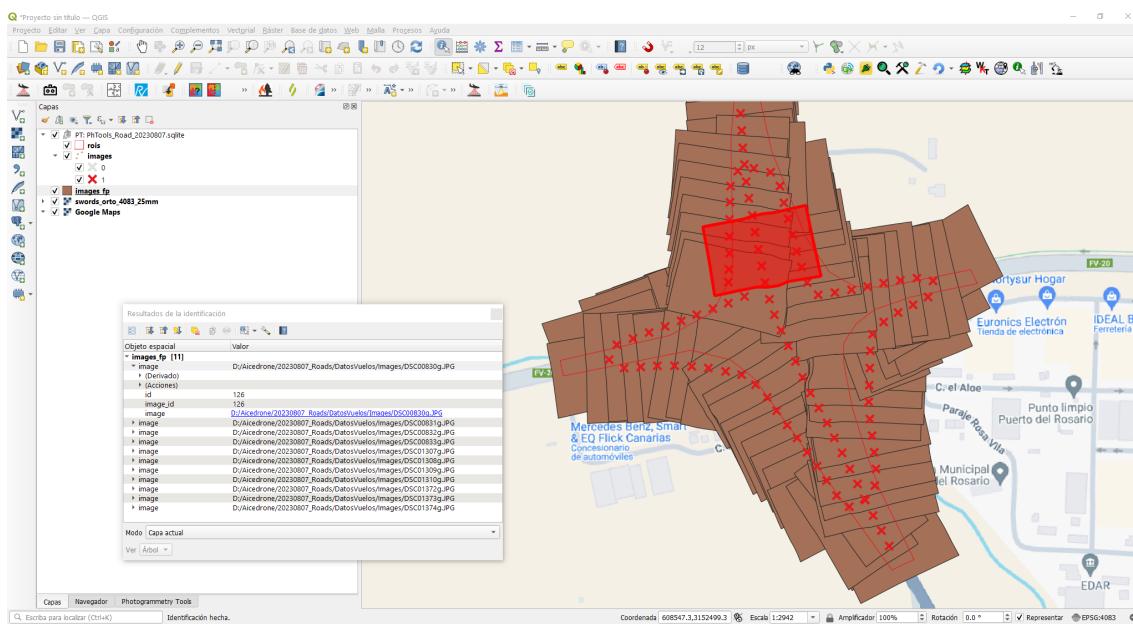
Parameters manager for command: Get images footprints from DSM

Code	Enabled	Value	Description
GIFDSM_DsmRasterFile	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/swords_dtm_4083_20cm.tif	DSM raster file, same CRS as project and with no data value.
GIFDSM_MultiProcess	Yes	false	Use multi process
GIFDSM_NumberOfPointsBySide	Yes	11	Number of points to compute in each side of the footprint
GIFDSM_ProcessOnlyEnabledImages	Yes	true	Process only enabled images



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





6.3 Detección de calzada de carretera y marcas viales en la calzada con técnicas de IA en imágenes del vuelo

En esta sección se describen los pasos a realizar para generar los ficheros con la segmentación en las imágenes del vuelo de calzada de carretera, tipo de objeto que se denominará road, y marcas viales en la calzada, tipo de objeto que se denominará paint.

La descripción de las herramientas de IA se encuentra en el documento 5_1_0.

6.3.1 Creación de imágenes tileadas

El programa de IA realizado para entrenar y predecir los objetos roads y paints en imágenes, tal y como se describe en el documento 5_1_0, requiere que las imágenes sean divididas, o tileadas, en imágenes más pequeñas debido a que su tamaño es excesivo para obtener resultados precisos. Concretamente, cada imagen debe ser dividida en imágenes tiles de 1200 x 1200 píxeles, de manera que al tener las imágenes originales un tamaño de 6000 x 4000 resultarán un total de 20 imágenes tiles por imagen, 5 columnas por cuatro filas, identificadas por el número de fila y columna, empezando en la esquina superior izquierda, de acuerdo con el formato de coordenadas píxel, y las cinco imágenes de la cuarta fila incluirán las últimas 800 sin información. Para realizar esta tarea se ha implementado el programa en Python *CreateImageTiles.py* que forma parte del repositorio de GitHub:

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

About
No description, website, or topics provided.

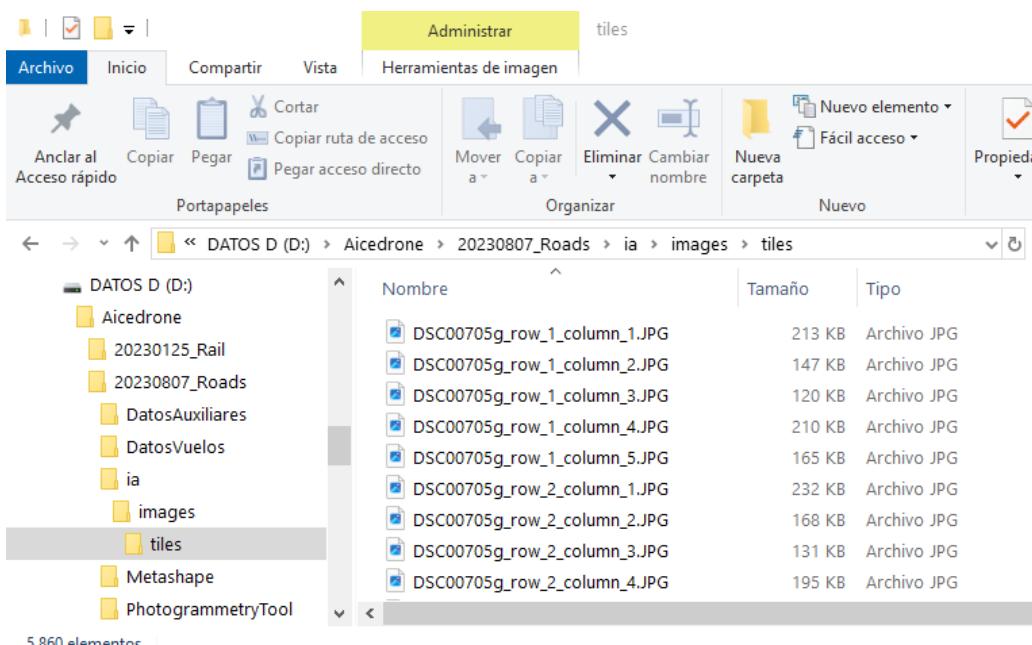
Activity
Custom properties
0 stars
0 watching
0 forks
Report repository

Releases
No releases published
[Create a new release](#)

La ejecución del programa, en la consola de anaconda del entorno *conda yolo8* para este ejemplo se realiza con los siguientes argumentos desde la ruta donde se encuentra el programa:

```
python CreateImageTiles.py --images_path "--images_path
"D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\images" --images_file_extension JPG --
tile_columns 1200 --tile_rows 1200 --output_path
"D:\Aicedrone\20230807_Roads\ia\images\tiles"
```

El resultado es que se crean un total de 5860 imágenes, tal y como ilustra la siguiente figura.



Debido a limitaciones en la memoria de la tarjeta gráfica del ordenador donde se ejecutará la segmentación se debe dividir este conjunto de datos en grupos de mil imágenes, resultando un total de 6 carpetas:

DATOS D (D:) > Aicedrone > 20230807_Roads > ia > images >		
Nombre	Tipo	Tamaño
tiles_1_1000	Carpeta de archivos	
tiles_1001_2000	Carpeta de archivos	
tiles_2001_3000	Carpeta de archivos	
tiles_3001_4000	Carpeta de archivos	
tiles_4001_5000	Carpeta de archivos	
tiles_5001_end	Carpeta de archivos	

6.3.2 Segmentación de roads y paints en las imágenes tileadas

En esta sección se describe el procedimiento de segmentación realizado con dos herramientas.

En primer lugar, tal y como se explica en el documento 5.1.0, consiste en usar un comando en un contenedor Docker en el que se ha instalado *TensorFlow*, utilizando el modelo resultante del entrenamiento descrito en este apartado. El procedimiento a seguir consta de los siguientes pasos:

1. Abrir Docker Desktop
2. Abrir una consola de PowerShell en modo administrador
3. Ir a la ruta donde está el programa de predicción y el modelo de entrenamiento, ficheros *predict.py* y *UNet-Road.h5*, respectivamente, en nuestro caso:
D:\Aicedrone\ia\roads
4. Crear las carpetas para almacenar los resultados de las detecciones:
D:\Aicedrone\20230807_Roads\ia\predictions_roads
D:\Aicedrone\20230807_Roads\ia\predictions_paints
5. Ejecutar un comando para la segmentación de objetos de tipo *road* de cada una de las carpetas de imágenes tiles:

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads /data/images/tiles_1_1000/ /data/predictions_roads/ UNet-Road.h5
```

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads /data/images/tiles_1001_2000/ /data/predictions_roads/ UNet-Road.h5
```

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads /data/images/tiles_2001_3000/ /data/predictions_roads/ UNet-Road.h5
```

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads /data/images/tiles_3001_4000/ /data/predictions_roads/ UNet-Road.h5
```

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads  
/data/images/tiles_4001_5000/ /data/predictions_roads/ UNet-Road.h5
```

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads  
/data/images/tiles_5001_end/ /data/predictions_roads/ UNet-Road.h5
```

A continuación, a modo de ejemplo, se incluyen capturas de imágenes de la primera ejecución.

```
Windows PowerShell  
PS C:\Users\DHHL> d:  
PS D:\> cd D:\aicedrone\ia\roads  
PS D:\aicedrone\ia\roads> docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads  
/data/images/tiles_1_1000/ /data/predictions_roads/ UNet-Road.h5
```

```
Windows PowerShell  
2024-03-29 10:50:26.261988: W tensorflow/core/common_runtime/bfc_allocator.cc:290] Allocator (GPU_0_bfc  
) ran out of memory trying to allocate 5.05GiB with freed_by_count=0. The caller indicates that this is  
not a failure, but this may mean that there could be performance gains if more memory were available.  
32/32 [=====] - 11s 177ms/step  
PS D:\aicedrone\ia\roads>
```

6. Ejecutar un comando para la segmentación de objetos de tipo *paint* de cada una de las carpetas de imágenes tiles:

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads  
/data/images/tiles_1_1000/ /data/predictions_paints/ UNet-Paint.h5
```

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads  
/data/images/tiles_1001_2000/ /data/predictions_paints/ UNet-Paint.h5
```

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads  
/data/images/tiles_2001_3000/ /data/predictions_paints/ UNet-Paint.h5
```

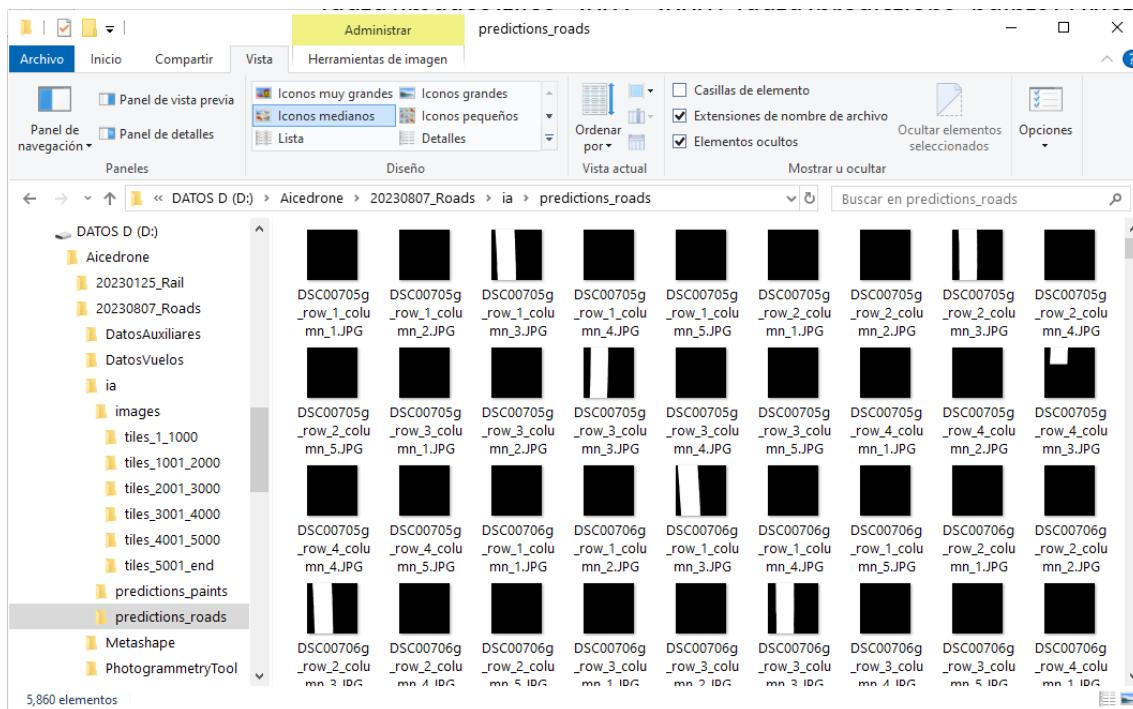
```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads  
/data/images/tiles_3001_4000/ /data/predictions_paints/ UNet-Paint.h5
```

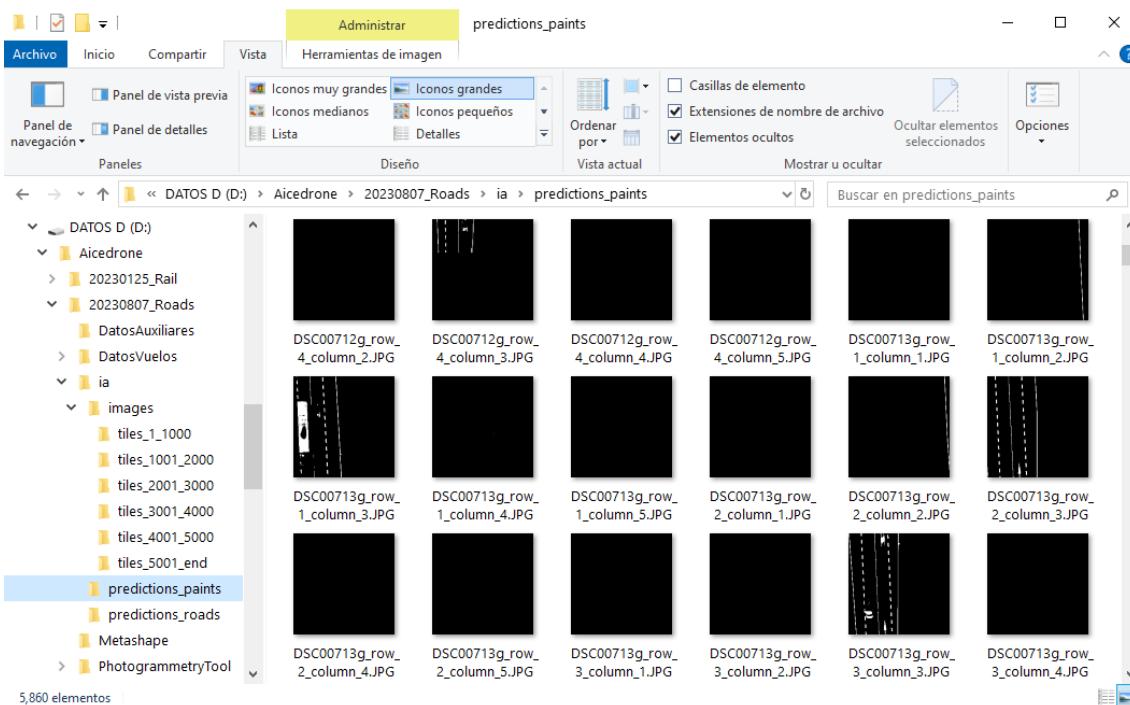
```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads  
/data/images/tiles_4001_5000/ /data/predictions_paints/ UNet-Paint.h5
```

```
docker run -it --rm --gpus all -v d:/aicedrone/20230807_Roads/ia:/data roads
/data/images/tiles_5001_end /data/predictions_paints/ UNet-Paint.h5
```

El proceso completo es muy rápido ya que requiere menos de un minuto por tipo de objeto y carpeta de tiles de imágenes, completándose todo el proceso en menos de quince minutos.

Como resultado se obtienen las imágenes con la segmentación en las dos carpetas indicadas en los comandos. Se crean imágenes sin información para aquellas imágenes tiles en las que no se detecta ningún objeto, lo que será tratado convenientemente en el proceso de importación de estos resultados.





6.4 Proyecto del complemento qAicedrone de QGIS

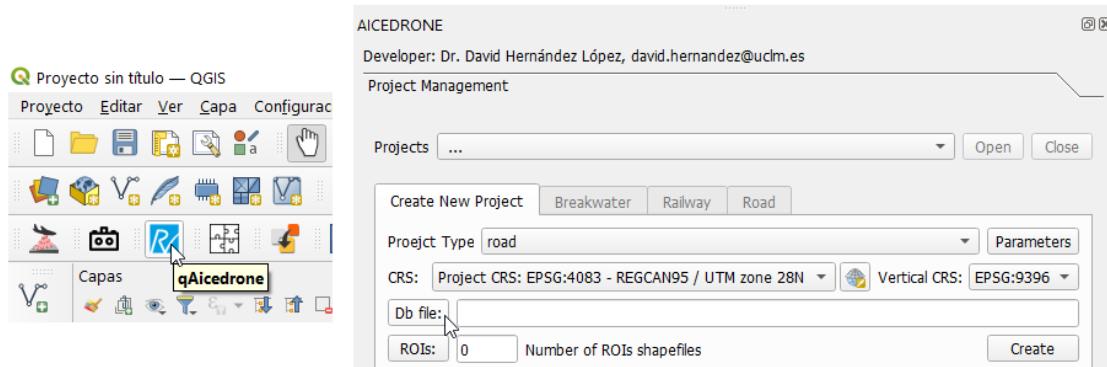
El objetivo del complemento qAicedrone de QGIS, disponible en:

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

es la gestión y uso de un proyecto para resolver las tareas de modelización en este proyecto. En este apartado se describen brevemente los pasos a realizar para conseguir los resultados de la modelización.

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 la 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 del proyecto del complemento PhotogrammetryTool previamente creado. Las siguientes capturas de pantalla ilustran el proceso.



Select New Project File (.sqlite)

Organizar Nueva carpeta

Nombre: qAicedrone_road_20230807.sqlite
Tipo: Project Files (*.sqlite)

Ocultar carpetas Guardar Cancelar

AICEDRONE
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@uclm.es
Project Management

Projects ... Open Close

Create New Project Breakwater Railway Road
Project Type road
CRS: Project CRS: EPSG:4083 - REGCAN95 / UTM zone 28N Vertical CRS: EPSG:9396
Db file: D:/Aicedrone/20230807_Roads/qAicedrone/qAicedrone_road_20230807.sqlite
ROIs: 0 Number of ROIs shapefiles Create

Select ROIs Shapefiles

File types: Select files Select directory Select directories Remove from the list the selected files
Selected files: File

Accept

Select ROIs Shapefiles

File types: Select files Select directory Select directories Remove from the list the selected files
Selected files: File
D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/roi_4083.shp

Accept

AICEDRONE
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es

Project Management

Projects ... Open Close

Create New Project Breakwater Railway Road

Project Type road

CRS: Project CRS: EPSG:4083 - REGCAN95 / UTM zone 28N Vertical CRS: EPSG:9396

Db file: D:/Aicedrone/20230807_Roads/qAicedrone/qAicedrone_road_20230807.sqlite.sqlite

ROIs: 1 Number of ROIs shapefiles Create

AICEDRONE: Process completed successfully Aceptar

AICEDRONE
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es

Project Management

Projects aicedrone_carretera_swords.sqlite aicedrone_ferrocarril_scrolla.sqlite aicedrone_puerto_calpe_rfty.sqlite qAicedrone_Rail_20230125.sqlite qAicedrone_Villajoyosa_20231218.sqlite qAicedrone_road_20230807.sqlite.sqlite

Open Close Parameters

CRS: EPSG:9396 Db file qAicedrone_road_20230807.sqlite.sqlite

ROIs: 1 Number of ROIs shapefiles Create

AICEDRONE
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es

Project Management

Projects qAicedrone_road_20230807.sqlite.sqlite

Open Close

Create New Project Breakwater Railway Road

Processing Tools

Point Cloud Project: Add ... Remove Open

Photogrammetric Project: Add ... Remove Open

Command: ...

Editing Processes

Breakwater Railway Road

Remove from database the selected road marks
Save manually edited linear road markings to the database
Save manually edited non linear road markings to the database

Multiple plugin updates are available Install Updates...

Coordinadas: 608753,3152589 Escala: 1:11491 Amplificador: 100% Rotación: 0.0° Representar: EPSG:4083

AICEDRONE
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es

Project Management

Processing Tools

Point Cloud Project: Add ...

Photogrammetric Project: Add ...

Command: ...

Select Photogrammetry Project

Aicedrone.Rail.sqlite PhTools_20210729_TarazonaCebolla_MicasenseRedEdge.sqlite PhTools_20202426_Tarazona_Vid_A6000.sqlite PhTools_AicedroneRoad.sqlite PhTools_Candado.sqlite PhTools_Candado_new.sqlite PhTools_ErnestoCanalMarzo29.sqlite PhTools_Esteban_20210407.sqlite PhTools_FirCoreses.sqlite PhTools_FirPozoCanada.sqlite PhTools_FuenteAlama20190814.sqlite PhTools_FuenteAlama20190814_P5.sqlite PhTools_PozoCanada.sqlite PhTools_Rail_20230125.sqlite PhTools_Road_20230807.sqlite PhTools_Villajoyosa_20231218.sqlite ph_puerto_calpe.sqlite

Select Photogrammetry Project

PhTools_Road_20230807.sqlite

Aceptar Cancelar

AICEDRONE: Process completed successfully Aceptar

AICEDRONE
Developer: Dr. David Hernández López, david.hernandez@ucm.es

Project Management

Processing Tools

Point Cloud Project: Add ...

Photogrammetric Project: Add ...

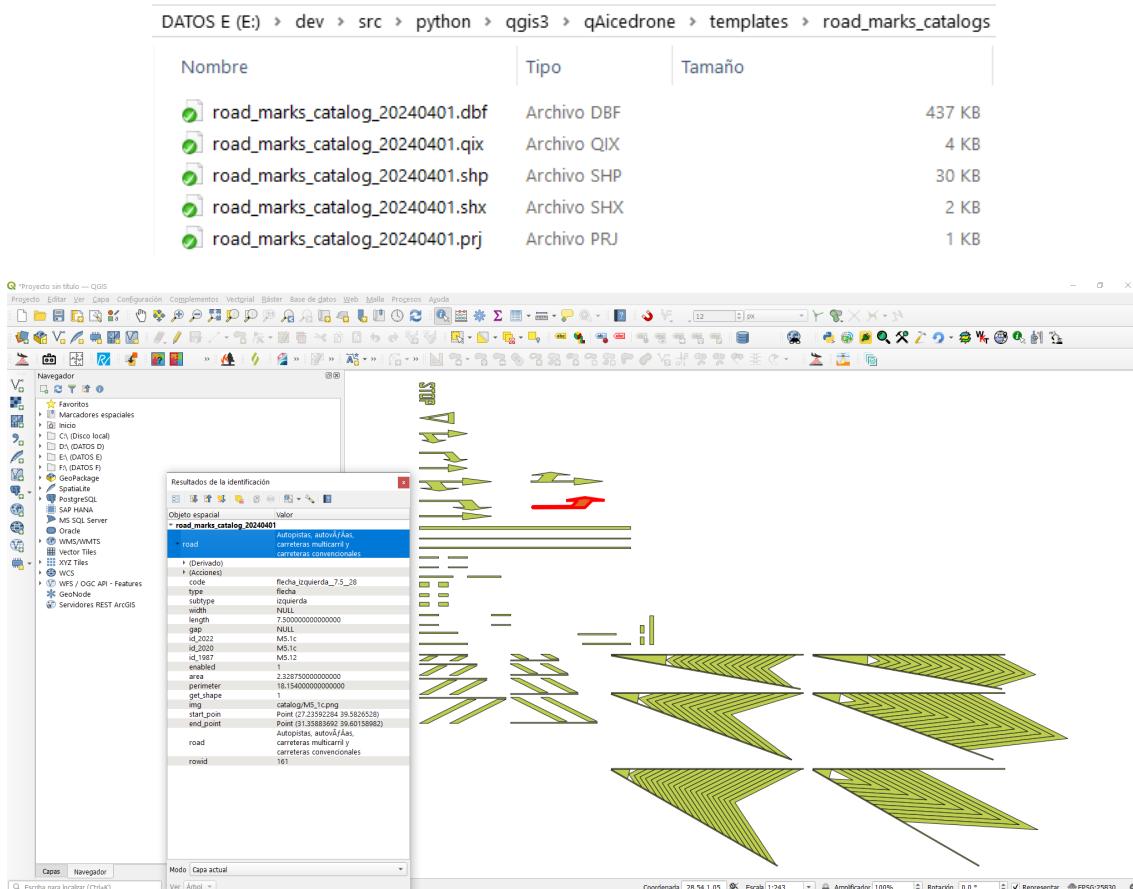
Command: ...

PhTools_Road_20230807.sqlite

6.4.2 Importación del catálogo de marcas viales

Tras crear el proyecto, el primer proceso que se ha de realizar es importar el catálogo de marcas viales que será empleado en procesos posteriores para el uso de sus características geométricas en la correlación con los resultados de las marcas viales detectadas automáticamente y para servir en la mejora final con procedimientos manuales.

El catálogo de marcas viales se ha creado en formato shapefile a partir de la normativa oficial disponible. Este fichero shapefile se encuentra en la propia carpeta del complemento qAicedrone. Se ha elegido el formato shapefile para la expresión del catálogo de marcas viales porque no deja de ser una capa SIG al tener elementos o fenómenos con información geográfica y alfanumérica. Aunque se le asigna un CRS concreto, realmente es una capa vectorial con geometría en un sistema local de coordenadas en metros, con la geometría recogida en polígonos correspondiente a la definición de la normativa. El modelo de datos creado para este catálogo incluye toda la información necesaria para el resto de los procesos del complemento qAicedrone.



Tras abrir el proyecto se debe seleccionar el comando “*O. Import road marks Catalog shapefile*”, elegir el fichero shapefile del Catálogo y lanzar el proceso, finalizando inmediatamente. El resultado es una nueva tabla con geometría en la base de datos del proyecto. Esta estrategia está diseñada para que en un futuro se pueda actualizar el catálogo o crear un nuevo y todos los procesos utilicen la información correcta, lo que hubiera sido un problema si se optara por incluir de partida este modelo en la base de datos inicial. Las siguientes figuras ilustran el proceso.

The screenshot shows the QGIS Processing Tools interface. A context menu is open over the '0. Import road marks catalog shapefile' command, listing steps: 1. Import AI results, 2. Preprocess AI results, 3.1 CV and Photogrammetry solution from AI results, 3.2 Merge road marks, and 4. Save manually edited linear road markings to the database.

Parameters manager for command: 0. Import road marks catalog shapefile

Code	Enabled	Value
IRMCSPH_Shapefile	Yes	E:/dev/src/python/qgis3/qAicedrone/templates/road_marks_catalogs_road_marks_catalog_20240401.shp

AICEDRONE

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

Project Management

Processing Tools

Point Cloud Project: Add ... Remove Open

Photogrammetric Project: Add ... Remove Open

Command: 0. Import road marks catalog shapefile Parameters Process

AICEDRONE:

Process completed successfully

- Start time of the process: 2024/04/23 - 08/01/10.774
- End time of the process: 2024/04/23 - 08/01/10.851
- Number of total seconds: 0.000
- Number of days: 0
- Number of hours: 0
- Number of minutes: 0
- Number of seconds: 0.000

Aceptar

Administrador de BBDD

Base de datos Tabla

Importar capa/archivo... Exportar a archivo...

Proveedores

- pct_sr_pnoa_lidar.gui.sqlite
- pct_tendidos_pnoa_primeras.old...
- ph_cerrocalpe.sqlite
- pw_cuenca_rpas_lidar.sqlite
- pw_old_cuenca_rpas_lidar.sqlite
- pw_pnoa_lidar.sqlite
- pw_pnoa_lidar_new.sqlite
- pw_rpas_lidar.sqlite
- pw_tendidos.sqlite
- qAicedrone_Rail_20230125.sqlite
- qAicedrone_villajoyosa_202312...
- qAicedrone_road_20230807.sqlite
- aicedrone_projects
- classes
- objects
- pct_dbs
- pht_dbs
- rois
- standard road marks

Capa virtual

6.4.3 Importación de los resultados de IA

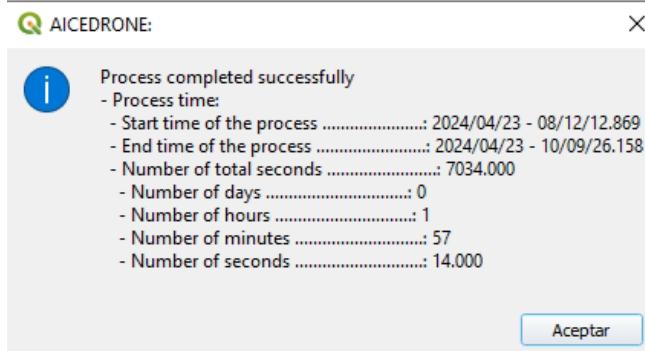
El siguiente paso de procesamiento consiste en la importación de los resultados de IA obtenidos anteriormente, para lo que se debe abrir el proyecto, si no estuviera abierto, activar el apartado de *Processing Tools*, seleccionar el proyecto fotogramétrico que se ha vinculado al proyecto, seleccionar el comando “1. Import AI results”, establecer los parámetros del comando y lanzar el proceso, a cuya finalización se despliega un diálogo informando de la duración (cuatro minutos y medio en este ejemplo) y, una vez cerrado, se cargan automáticamente las tres capas

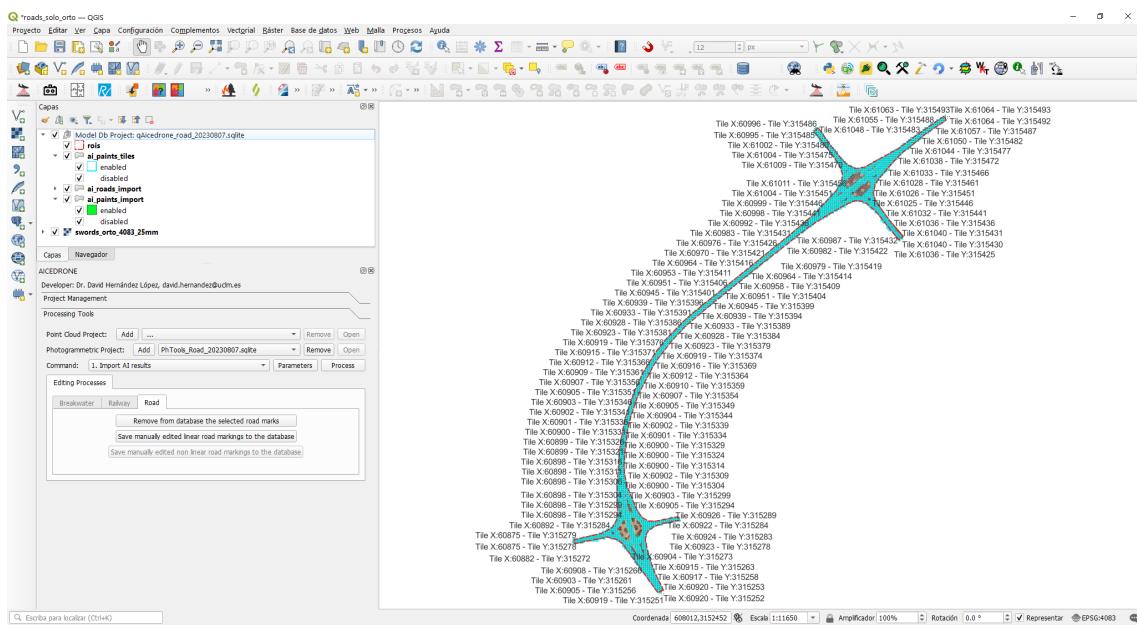
resultantes creadas en la base de datos del proyecto, descritas posteriormente, tal y como ilustra las siguientes capturas de pantalla.



Parameters

Code	Enabled	Value	Description
IAIR_DtmRasterFile	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/swords_dtm_4083_20cm.tif	Dtm raster file, same CRS as project and with no data value.
IAIR_FormatFileFeaturesInImages	Yes	1:MaskTiles	Format of files of features in images
IAIR_IgnoredSensorPercentage	Yes	0.010	Exterior percentage of sensor format ignored.
IAIR_MaskAllImagesDilateKernelSize	Yes	1	Dilate kernel size for mask in IA images, 0 no apply
IAIR_MaskAllImagesMinimumDN	Yes	200	Minimum DN value for mask in IA images
IAIR_OriginalAllImagesTileSize	Yes	1200	Original AI images tile size
IAIR_OutputPath	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/qAicedrone/output_1	Output path for reports
IAIR_PathFilesPaintClassFeaturesInImages	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/ia/predictions_paints	Path to files of paint class features in images
IAIR_PathFilesRoadClassFeaturesInImages	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/ia/predictions_roads	Path to files of road class features in images
IAIR_ProcessOnlyEnabledImages	Yes	true	Process only enabled images
IAIR_TileSize	Yes	10.000	Tile size, in meters. Recommended equal to section length





Finalizado el proceso se cargan automáticamente las capas resultantes, con una simbología definida en un fichero *.qml* en la carpeta *templates* del complemento *qAicedrone*. Las capas son:

- *ai_paints_tiles*, capa de división del espacio en forma de celdas cuadradas de la dimensión elegida como parámetro (10 m en este caso) donde se han proyectado sobre el MDT resultados de IA. Esta capa servirá para optimizar procesos posteriores por tiles en el que se encuentra cada resultado de IA proyectado.

id	tile_x	tile_y	enabled	process	the_geom
1	60874	315277	0	1	POLYGON
2	60874	315278	0	1	POLYGON
3	60875	315278	1	1	POLYGON
4	60875	315279	1	1	POLYGON
5	60876	315278	1	1	POLYGON
6	60876	315279	1	1	POLYGON

- *ai_roads_import*, capa que almacena la proyección sobre el MDT de cada una de las geometrías de los objetos de tipo road segmentados por IA en alguna imagen. En este proceso se determinan como erróneas aquellas que quedan fuera de la capa *ROI* del proyecto, estableciendo su atributo *enabled* a 0.

Administrador de BBDD

Base de datos Tabla

Importar capa/archivo... Exportar a archivo...

Proveedores

- qAicedrone_road_20230807.sqlite
 - ai_paints_import
 - ai_paints_tiles
 - ai_roads_import
 - aicedrone_projects
 - clases
 - objects
 - pct_db
 - pht_db
 - rois
 - standard_road_marks

id	image_file	type	z_mean	z_diff	image_wkt	enabled	the_geom
1	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00705g.JPG	ai	105.49	1.829	POLYGON((2489...	1	POLYGON
2	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00706g.JPG	ai	105.821	1.873	POLYGON((2446...	1	POLYGON
3	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00707g.JPG	ai	106.152	1.376	POLYGON((2306...	1	POLYGON
4	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00708g.JPG	ai	106.34	0.65	POLYGON((2395...	1	POLYGON
5	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00709g.JPG	ai	106.366	0.634	POLYGON((2362...	1	POLYGON

Capas

Model Db Project: qAicedrone_road_20230807.sqlite

- rois
- ai_paints_tiles
- ai_roads_import
- ai_paints_import
- swords_orto_4083_25mm

Resultados de la identificación

Objeto espacial Valor

- ai_roads_import [10]
 - image_file D:/Aicedrone/20230807_Roads/Dat...
 - id 252
 - image_file (Derivado)
 - image_file (Acciones)
 - image_file (Modo Capa actual)
 - image_file (Ver Árbol)

- *ai_paints_import*, capa que almacena la proyección sobre el MDT de cada una de las geometrías de los objetos de tipo Paint segmentados por IA en alguna imagen. En este proceso se determinan como erróneas aquellas que quedan fuera de la capa *ROI* del proyecto, estableciendo su atributo *enabled* a 0. Se almacena la geometría en coordenadas imagen que será utilizada en un proceso posterior de mejora basado en técnicas de visión computacional y fotogrametría. También se almacenan los tiles en que se incluye cada marca de pintura para optimizar procesos posteriores que se lanzan por tiles.

Administrador de BBDD

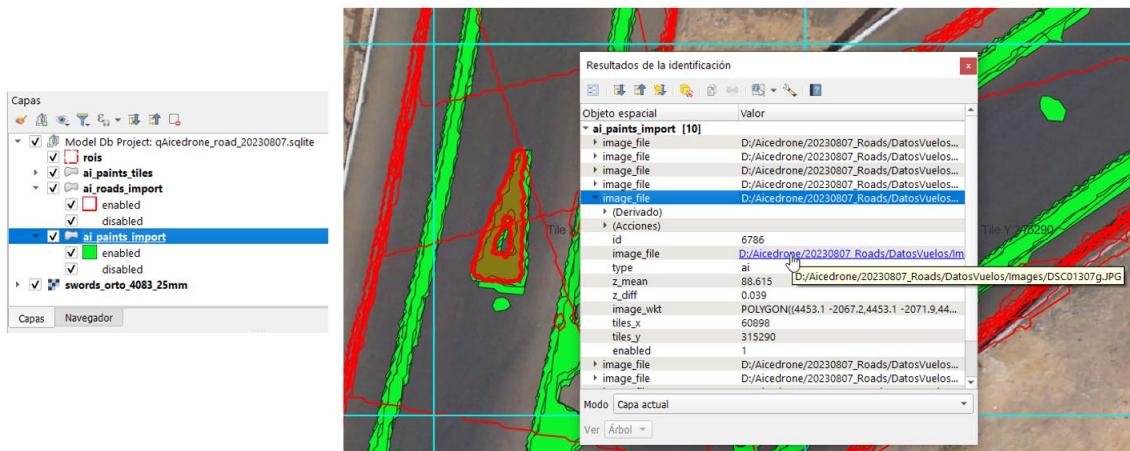
Base de datos Tabla

Importar capa/archivo... Exportar a archivo...

Proveedores

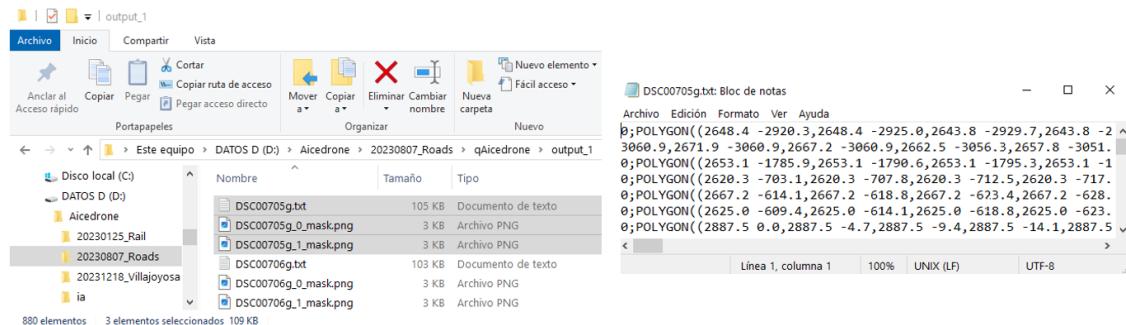
- qAicedrone_road_20230807.sqlite
 - ai_paints_import
 - ai_paints_tiles
 - ai_roads_import
 - aicedrone_projects
 - clases
 - objects
 - pct_db
 - pht_db
 - rois
 - standard_road_marks

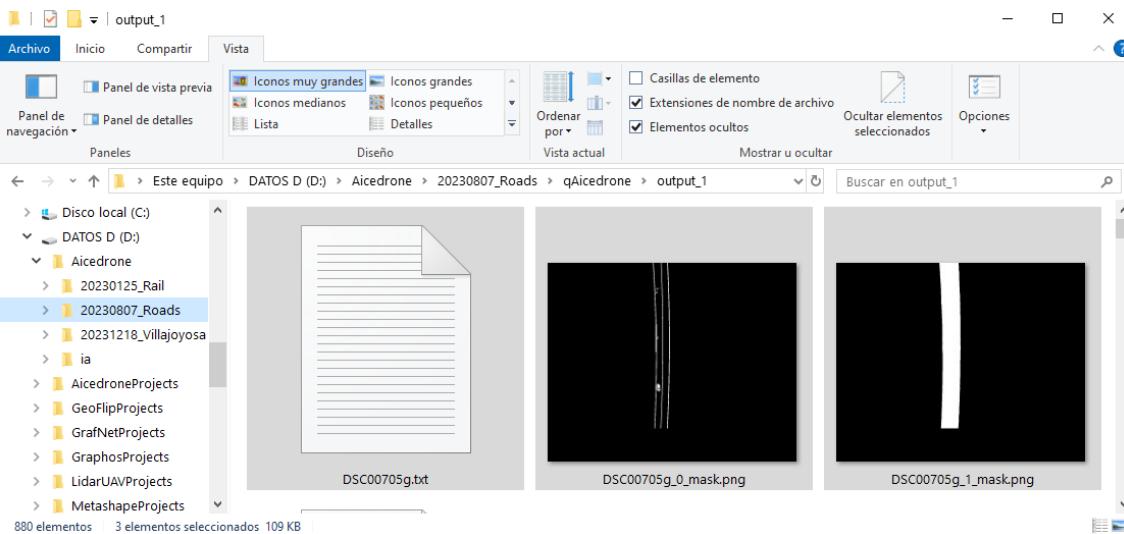
id	image_file	type	z_mean	z_diff	image_wkt	tiles_x	tiles_y	enabled	the_geom
1	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00705g.JPG	ai	104.724	0.029	POLYGON((2648...	61062	315491	1	POLYGON
2	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00705g.JPG	ai	105.529	0.059	POLYGON((2653...	61060;61060	315489;315490	1	POLYGON
3	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00705g.JPG	ai	106.241	0.016	POLYGON((2620...	61058	315488	1	POLYGON
4	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00705g.JPG	ai	106.251	0.007	POLYGON((2667...	61057	315488	1	POLYGON
5	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/Images/DSC00705g.JPG	ai	106.224	0.011	POLYGON((2625...	61057	315488	1	POLYGON



Adviértase, tal y como ilustra la imagen anterior, que cada marca de pintura aparecerá tantas veces como imágenes en que haya sido detectada por IA y con una geometría aproximada resultado de la imprecisión de las técnicas de IA, que incluye la propia detección y el cambio de resolución de la imagen, así como la calidad del MDT y de los parámetros de orientación interna y externa del bloque fotogramétrico. En pasos posteriores se tratará de obtener un único objeto de marca de pintura identificado con el catálogo.

En este proceso se han generado resultados adicionales de utilidad para procesos de depuración: tres ficheros por imagen, correspondiendo a un fichero de texto donde se almacena la geometría de los objetos segmentados en coordenadas imagen, y a dos imágenes máscara, uno para objeto segmentados de tipo *road* (1) y otro para objetos segmentados de tipo *paint* (0), tal y como ilustra la siguiente figura.



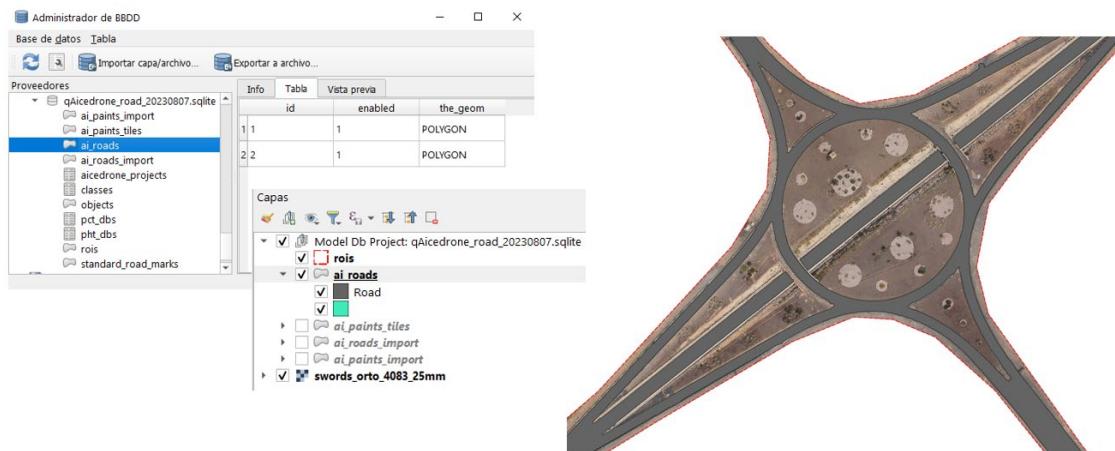


6.4.4 Preprocesamiento de los resultados de IA

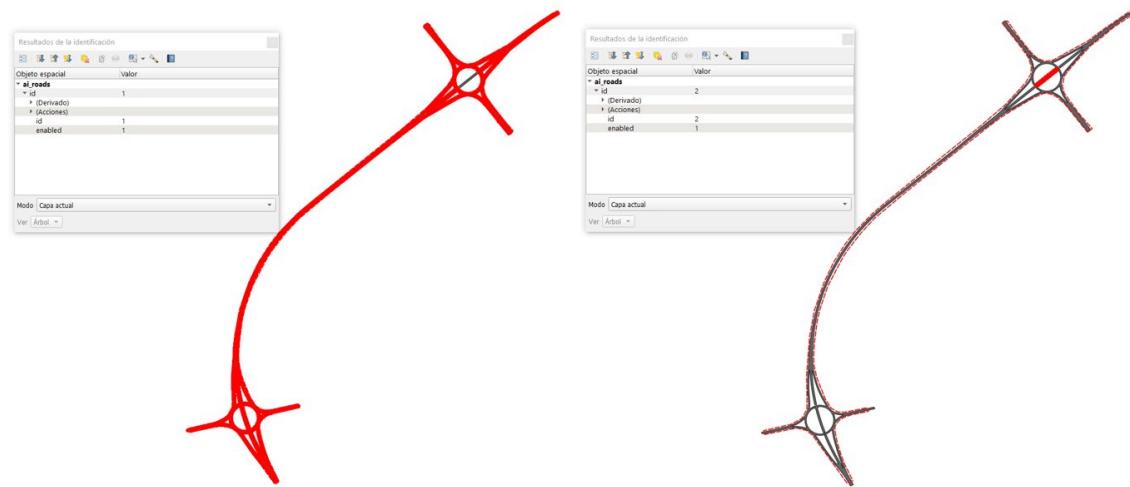
En este proceso se tratan los resultados de la importación realizada en el proceso anterior en la tabla *ai_roads_import* con el objetivo de fusionar la proyección sobre el MDT de los objetos segmentados como roads por técnicas de IA, de manera que se obtendrá la geometría poligonal que aproxima la calzada y que servirá posteriormente para detectar como erróneas aquellas marcas de pintura proyectadas sobre el MDT que no se incluyan en la calzada.

A continuación, se incluyen capturas de pantalla que ilustran el proceso a realizar, que se resume en seleccionar el comando “Preprocess AI results”, elegir los parámetros y lanzar el proceso.

Code	Enabled	Value	Description
PPAIR_AlimportedRoadsMinimumArea	Yes	10.0	Al imported roads minimum areas to merge, in squared meters
PPAIR_ProcessOnlyEnabledAlimportedRoads	Yes	true	Process only enabled Al imported roads



Como resultado del proceso se ha creado una nueva tabla en la base de datos, *ai_roads*, y se carga automáticamente al finalizar el proceso o al abrir de nuevo el proyecto, asignándole una simbología automáticamente a partir de un fichero *.qml* localizado en la carpeta *templates* del complemento *qAicedrone*. Tal y como ilustra la siguiente figura, se han obtenido dos polígonos.



6.4.5 Obtención de resultados mejorados con técnicas de Visión Computacional y Fotogrametría Multivista

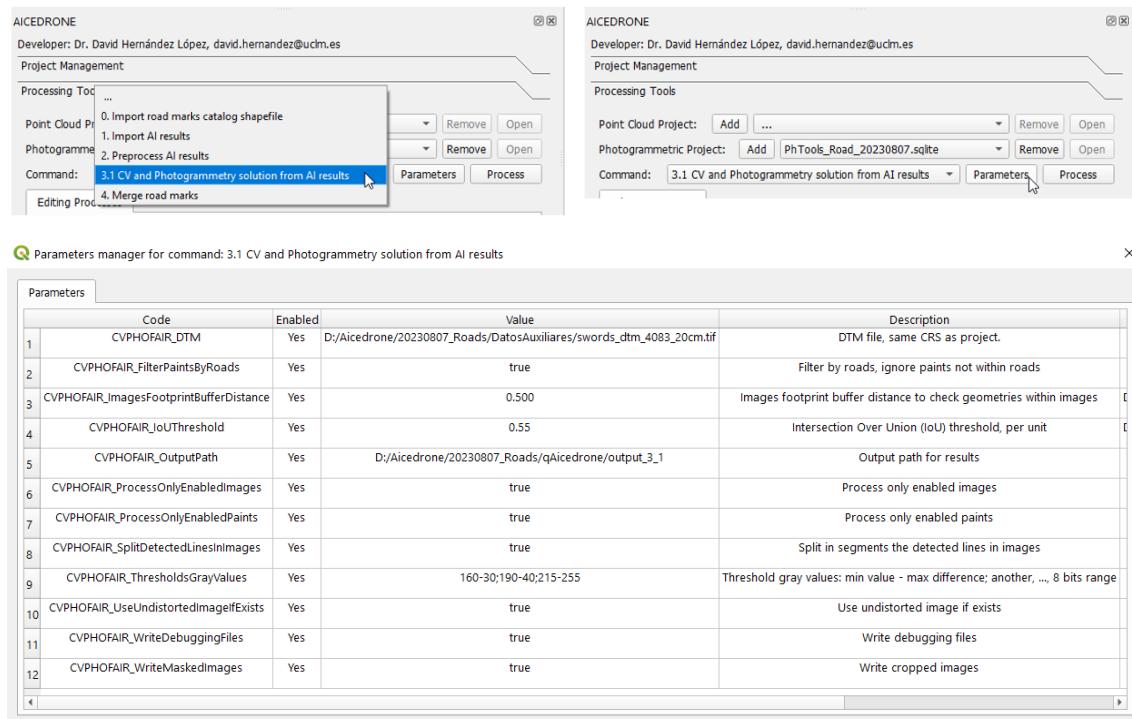
Tal y como se ha mostrado anteriormente, en este estado de procesamiento del proyecto se dispone de multitud de soluciones aproximada para cada marca de vial como resultado de la importación de la segmentación con técnicas de IA en las imágenes en las que aparece. La geometría no es precisa debido a varias causas entre las que destacan la propia precisión de las técnicas de IA, la calidad del MDT sobre el que se ha proyectado cada geometría del espacio imagen, y la precisión en las orientaciones internas y externas del modelo fotogramétrico. En el paso de procesamiento que se va a realizar a continuación, el objetivo es mejorar la definición geométrica en el espacio objeto para cada una de las detecciones en imágenes, para lo que se combinarán técnicas de visión computacional (CV) y el modelo fotogramétrico multivista. Además, se ha implementado un complejo algoritmo para buscar la correspondencia de las marcas detectadas con las presentes en el catálogo importado al proyecto, considerando dos grandes grupos: marcas de pintura de tipo lineal, de las que interesará obtener longitud y tipo por anchura dentro del catálogo, y marcas de señalización del catálogo. Para conseguir realizar

la solución a la correspondencia se ha desarrollado un algoritmo que analiza la similitud a través de la geometría definida por los puntos del contorno con una separación vinculada al GSD de las imágenes.

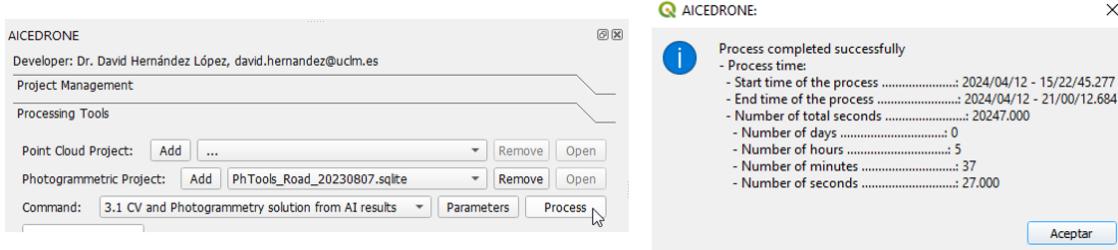
Aunque casi todos los algoritmos implementados en este proyecto están sujetos a la correcta elección de diferentes parámetros, los implementados en este proceso lo están especialmente, por lo que es difícil elegir unos parámetros que correctos para todos los casos, si bien hay unos valores que deben funcionar para un gran porcentaje de casos. Este problema ha llevado a implementar este proceso en el comando: “*3.1 CV and Photogrammetry solution from AI results*”, siendo esperable que se obtengan resultados correctos para un alto porcentaje de marcas de señalización horizontal.

Aunque este proceso resultará totalmente satisfactorio todavía existirán errores relacionadas con la presencia de objetos en la calzada que no son marcas de señalización, como vehículos en circulación que han sido detectados como marcas de pintura por su color, marcas de señalización detectadas parcialmente, etc. Estos errores se tratarán de minimizar en el siguiente paso de procesamiento.

A continuación, se incluyen capturas de pantalla que ilustran el proceso a realizar, que se resume en seleccionar el comando “*3.1 CV and Photogrammetry solution from AI results*”, elegir los parámetros y lanzar el proceso.



Code	Enabled	Value	Description
CVPHOAIR_DTM	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/swords_dtm_4083_20cm.tif	DTM file, same CRS as project.
CVPHOAIR_FilterPaintsByRoads	Yes	true	Filter by roads, ignore paints not within roads
CVPHOAIR_ImagesFootprintBufferDistance	Yes	0.500	Images footprint buffer distance to check geometries within images
CVPHOAIR_IoUThreshold	Yes	0.55	Intersection Over Union (IoU) threshold, per unit
CVPHOAIR_OutputPath	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/qAicedrone/output_3_1	Output path for results
CVPHOAIR_ProcessOnlyEnabledImages	Yes	true	Process only enabled images
CVPHOAIR_ProcessOnlyEnabledPaints	Yes	true	Process only enabled paints
CVPHOAIR_SplitDetectedLinesInImages	Yes	true	Split in segments the detected lines in images
CVPHOAIR_ThresholdsGrayValues	Yes	160-30;190-40;215-255	Threshold gray values: min value - max difference; another, ..., 8 bits range
CVPHOAIR_UseUndistortedImageIfExists	Yes	true	Use undistorted image if exists
CVPHOAIR_WriteDebuggingFiles	Yes	true	Write debugging files
CVPHOAIR_WriteMaskedImages	Yes	true	Write cropped images



Como resultado del proceso se ha creado una nueva tabla en la base de datos, *cv_phm_paints*, y se carga automáticamente al finalizar el proceso o al abrir de nuevo el proyecto, asignándole una simbología automáticamente a partir de un fichero *.qml* localizado en la carpeta *templates* del complemento *qAicedrone*

This screenshot shows the QGIS Database Manager interface. It displays the structure of the 'cv_phm_paints' table from the 'qAicedrone_road_20230807.sqlite' database. The table has columns: id, tiles_x, tiles_y, enabled, mark_id, iou, ioc, img_file, and img_wkt. The data view shows six rows of data corresponding to different road segments.

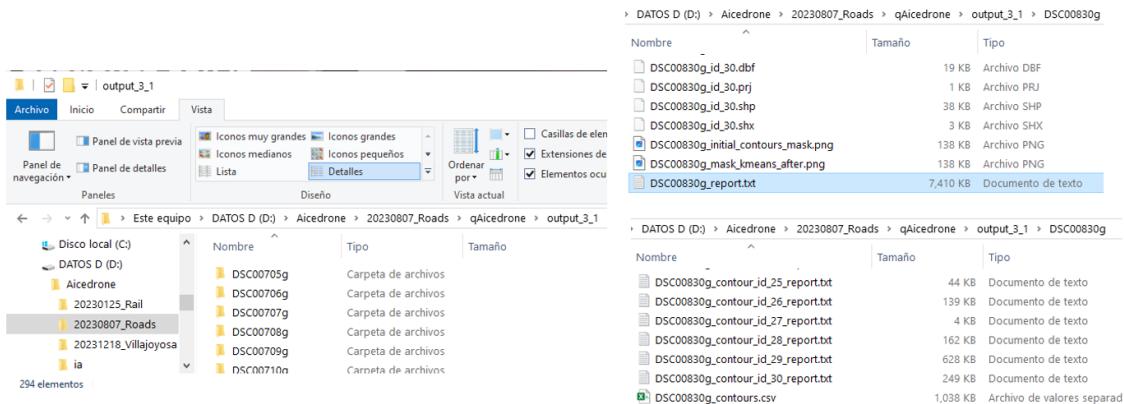
This screenshot shows another view of the 'cv_phm_paints' table in the QGIS Database Manager. It includes additional columns: img_wkt, lin_width, lin_length, mark_f_wkt, alt_mn, alt_std, gsd_mn, gsd_std, error, and the_geom. The data view shows six rows of data.

This screenshot shows the QGIS 'Capas' (Layers) panel. It lists several layers, including 'Model Db Project: qAicedrone_road_20230807.sqlite', 'rois', 'cv_phm_paints' (which is selected), 'ai_roads', 'ai_paints_tiles', 'ai_roads_import', 'ai_paints_import', and 'swords_ortho_4083_25mm'.

This screenshot shows the 'Resultados de la identificación' (Identification Results) dialog and a map view. The dialog lists spatial objects and their properties for the 'cv_phm_paints' layer. The map view shows a terrain with green polygons representing identified roads, some of which are highlighted in red.

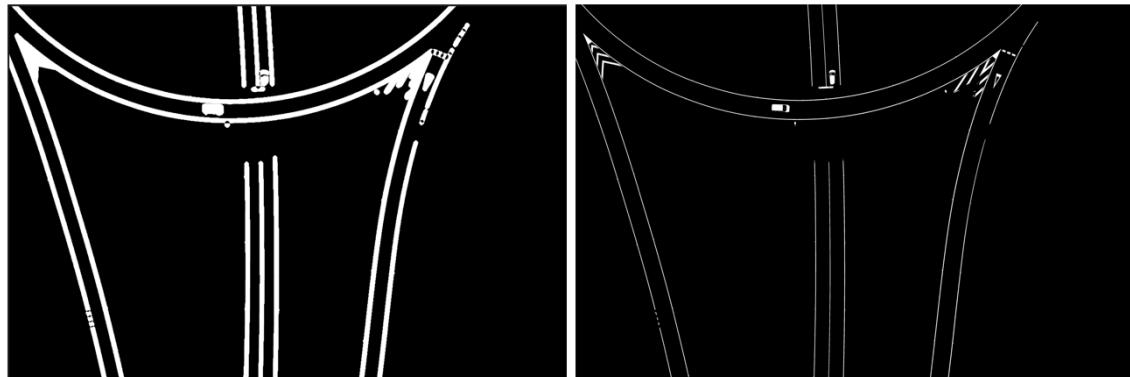
Adviértase que tras este proceso se continúa teniendo multitud de soluciones para cada marca vial, una para cada una de las imágenes en que fue detectada originalmente por técnicas de IA.

En este proceso se han generado resultados adicionales de utilidad para procesos de depuración, almacenados en una carpeta por imagen, ocupando un total de 2 GB para este ejemplo.



El contenido de estos ficheros se resume en:

- Dos imágenes máscara. La primera obtenida a partir de aplicar un buffer a las geometrías de los objetos segmentados por IA y la segunda al aplicar con CV la detección de blanco/gris con un algoritmo de kmeans con dos clusters en las zonas de la primera máscara. La siguiente figura ilustra los resultados de estas dos máscaras para una imagen. Esta segunda máscara es la que se utiliza para segmentar contornos con técnicas de CV.



- Un fichero TXT de informe detallado de los resultados. En este fichero se listan todos los contornos detectados y para cada contorno los resultados del intento de solución a la correspondencia con cada marca del catálogo, resultando satisfactoria si se cumplen criterios de IoU (Intersection Over Union), incluyéndose un resumen todas las objetos de tipo marca vial detectados. Para aquellos contornos para los que no se encuentra correspondencia con marca de catálogo se analiza si corresponden a marca de tipo lineal y se obtienen sus segmentos, listando los resultados en este fichero de informe de resultados.

```

nuevo 6 nuevo 3 nuevo 2 nuevo 4 nuevo 5 nuevo 1 nuevo 7 DSC00830g_report.txt
1 ROADS MARKS SEGMENTATION IN IMAGES
2 - Image .....: D:\Aicedrone\20230807_Roads\DatosVuelos\ImagesUndistorted\DSC00830g.JPG
3 - Filter road paints by roads .....: Yes
4 - Ground sample distance .....: 0.023 m
5 - Use undistorted images .....: Yes
6 - IoU threshold .....: 0.55
7 - Roads wkt geometry .....: MULTIPOLYGON (((608971.224 3152884.66,608971.288 3152884.757,608971.2966
8 - Paints removed by roads filtering ..: number: 2, values: 3124 3125
9 - Paints undistorted focal plane geometry:
10 3097;POLYGON ((996.123495142297 -4000,996.153093003629 -3998.66002433648,991.455120896622 -3986.92744100795,991.
11 3098;POLYGON ((860.104355120081 -3420.90253872862,855.364163630731 -3409.24192170675,855.464163630731 -3404.3419.
12 3099;POLYGON ((846.257340121152 -3367.24627367611,841.61337274099 -3355.89271500953,841.70337274099 -3350.992715
13 3100;POLYGON ((832.437589459675 -3315.84405608848,828.819819766149 -3312.29287111323,822.83338654603 -3297.65196
14 3101;POLYGON ((2521.95995898702 -4000,2521.99049881678 -3996.2970456406,2522.00891444322 -3993.25232873708,2517.
15 3102;POLYGON ((2679.9415590449 -4000,2679.96016593448 -3995.47852583254,2680.02016324665 -3980.59919257877,2680.
16 3103;POLYGON ((2836.9561651095 -4000,2837.76401180436 -3998.00365634951,2837.77004156954 -3995.07922024067,2837.

nuevo 6 nuevo 3 nuevo 2 nuevo 4 nuevo 5 nuevo 1 nuevo 7 DSC00830g_report.txt
223 - Road Mark id .....: 24
224 Number of points .....: 74
225 Number of outliers .....: 0
226 Registration residual .....: 0.003503
227 Contour area .....: 0.197902
228 Intersection area .....: 0.197902
229 Intersection over Union (IoU) .....: 0.612
230 Intersection over Contour (IoC) .....: 1.000
231 Number of distances values .....: 74
232 Mean distance .....: 0.054532
233 Minimum distance .....: 0.025818
234 Maximum distance .....: 0.101502
235 Standard deviation .....: 0.023731
236 Contour coregistered WKT .....: POLYGON((0.295473 0.083328,0.318732 0.105097,0.341991 0.126866,0.342736
237 Road Mark coregistered WKT .....: POLYGON((-0.216721 0.330207,0.076955 0.055340,-0.472777 -0.532012,-0.766
238 Image Road Mark coregistered WKT .....: POLYGON((2357.168 -1290.562,2339.322 -1291.153,2338.141 -1255.460,2355.
239 - Road mark maximum IoU .....: Id: 24, IoU: 0.612
240 - Road mark maximum IoC .....: Id: 24, IoC: 1.000

nuevo 6 nuevo 3 nuevo 2 nuevo 4 nuevo 5 nuevo 1 nuevo 7 DSC00830g_report.txt
8821 - Detected road marks:
8822 - Road mark Id .....: 24
8823 Mean GSD value .....: 0.022
8824 Image WKT geometry .....: POLYGON((2357.168 -1290.562,2339.322 -1291.153,2338.141 -1255.460,2355.
8825 Object WKT geometry .....: POLYGON((609025.518 3152924.031,609025.888 3152924.124,609026.044 31529
8826 Image WKT geometry detected .....: POLYGON((2343.000 -1259.000,2342.000 -1260.000,2341.000 -1261.000,2341.
8827 Object WKT geometry detected .....: POLYGON((609025.930 3152923.435,609025.947 3152923.461,609025.964 31529.
8828 - Road mark Id .....: 24
8829 Mean GSD value .....: 0.022
8830 Image WKT geometry .....: POLYGON((3975.274 -946.683,3958.435 -952.626,3946.550 -918.949,3963.388
8831 Object WKT geometry .....: POLYGON((608992.629 3152910.141,608992.950 3152910.314,608993.351 31529
8832 Image WKT geometry detected .....: POLYGON((3959.000 -917.000,3958.000 -918.000,3957.000 -918.000,3956.000
8833 Object WKT geometry detected .....: POLYGON((608993.103 3152909.596,608993.119 3152909.619,608993.139 31529
8834 - Road mark Id .....: 151
8835 Mean GSD value .....: 0.023
8836 Image WKT geometry .....: POLYGON((4347.925 -925.333,4272.283 -990.465,4287.694 -953.631,4363.337
8837 Object WKT geometry .....: POLYGON((608984.998 3152908.351,608986.204 3152909.871,608986.071 31529
8838 Image WKT geometry detected .....: POLYGON((4364.000 -885.000,4363.000 -886.000,4362.000 -887.000,4361.000
8839 Object WKT geometry detected .....: POLYGON((608984.874 3152907.506,608984.889 3152907.528,608984.904 31529
8840 - Road mark Id .....: 34
8841 Mean GSD value .....: 0.024
8842 Image WKT geometry .....: POLYGON((2719.273 -762.553,2772.773 -765.270,2737.873 -924.412,2719.273
8843 Object WKT geometry .....: POLYGON((609020.923 3152909.491,609019.704 3152909.299,609019.869 31529
8844 Image WKT geometry detected .....: POLYGON((2730.000 -759.931,2731.366 -759.366,2733.887 -761.887,2734.159
8845 Object WKT geometry detected .....: POLYGON((609020.691 3152909.384,609020.662 3152909.366,609020.595 31529
8846 <
8847 >

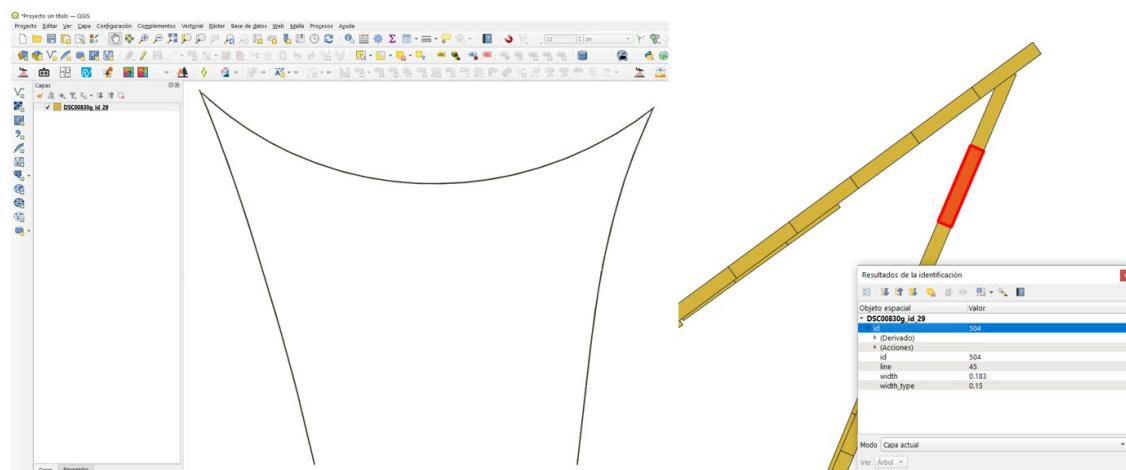
nuevo 6 nuevo 3 nuevo 2 nuevo 4 nuevo 5 nuevo 1 nuevo 7 DSC00830g_report.txt
8918 - Detected road lines:
8919 - Road line contour id .....: 0
8920 Line width .....: 0.150
8921 Line length .....: 13.393
8922 Image WKT geometry .....: POLYGON((894.513 -3457.114,900.586 -3455.691,908.527 -3489.580,902.455
8923 Object WKT geometry .....: POLYGON((609047.467 3152976.159,609047.368 3152976.126,609047.006 31529
8924 Mean increment altitude .....: 0.008 m
8925 Std increment altitude .....: 0.0072 m
8926 Maximum increment altitude .....: 0.015 m
8927 Mean slope .....: 2.85 percentage
8928 Std slope .....: 2.684 percentage
8929 Maximum slope .....: 6.50 percentage
8930 - Road line contour id .....: 0
8931 Line width .....: 0.150
8932 Line length .....: 13.393
8933 Image WKT geometry .....: POLYGON((902.455 -3491.003,908.527 -3489.580,916.469 -3523.468,910.396
8934 Object WKT geometry .....: POLYGON((609047.177 3152976.865,609047.006 3152976.763,609046.715 31529
8935 Mean increment altitude .....: 0.006 m
8936 Std increment altitude .....: 0.0045 m
8937 Maximum increment altitude .....: 0.013 m
8938 Mean slope .....: 3.06 percentage
8939 Std slope .....: 3.007 percentage
8940 Maximum slope .....: 6.50 percentage
8941 - Road line contour id .....: 0
8942 Line width .....: 0.150
8943 <
8944 >
```

- Para cada objeto de tipo línea detectado se generan además dos tipos de fichero: un fichero TXT que resume los resultados y un fichero SHAPFILE en coordenadas imagen con los resultados de la segmentación en partes con una longitud elegida como parámetro, segmentación en partes que ayudará a la obtención final de la geometría de la línea en el siguiente proceso.

```

nuevo 6 nuevo 3 nuevo 2 nuevo 4 nuevo 5 nuevo 1 3 DSC00830g_contour_id_20_report.txt DSC00830g_contour_id_29_report.txt
1 COMPUTE LINES FROM CONTOUR
2 - Image file name .....: D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosVuelos/ImagesUndistorted/DSC00830g.JPG
3 - Contour id .....: 29
4 - Minimum length for Lines .....: 40.0 pixels
5 - Image GSD .....: 0.022 m
6 - Lines detection tolerance .....: 1.50 pixels
7 - Contour original WKT geometry ....: POLYGON((78.000 -312.931,79.366 -312.366,84.887 -317.887,85.159 -318.000,85.2
8 - Number of lines detected .....: 65
9 - Wkt geometry points lines .....: MULTIPOLY(78.8 -312.1,245.3 -728.5,246.3 -731.5,436.4 -1257.5,437.3 -1260.6,
10 - Wkt concave hull .....: POLYGON ((82.5 -321.4 0,78.8 -312.1 0,79.6 -313.9 0,80.3 -315.8 0,81.0 -317.6
11 - Wkt concave hull simplified .....: MULTIPOLY((78.8 -312.1 0,81.8 -319.5 0,106.1 -339 0,153.3 -379.1 0,116.7
12

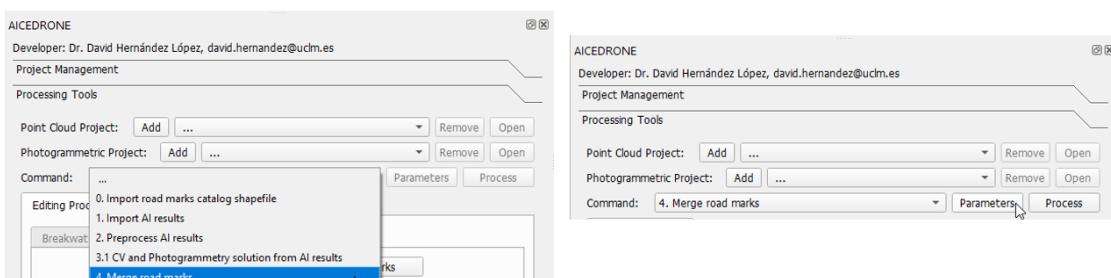
```



6.4.6 Unión de marcas viales

El objetivo de este proceso es crear una única marca vial por cada conjunto de marcas viales resultado del paso anterior que corresponden a la segmentación de esta en diferentes imágenes. Este proceso se realizará tanto para marcas viales de tipo línea como aquellas identificadas con marcas viales en el catálogo. En este paso se puede elegir el mínimo número de imágenes en que ha de aparecer una marca para que sea considerada válida, criterio que permitirá eliminar algunas erróneas correspondientes a objetos en movimiento, a marcas correspondientes a partes de vehículos que circulaban por la calzada en el momento de la adquisición de la imagen.

A continuación, se incluyen capturas de pantalla que ilustran el proceso a realizar, que se resume en seleccionar el comando “Merge road marks”, elegir los parámetros y lanzar el proceso.



Parameters manager for command: 4. Merge road marks

Code	Enabled	Value	Description
1 MRM_AngleToleranceLinesMerge	Yes	5.0	Angle tolerance for lines merge, in degrees
2 MRM_IoUThreshold	Yes	0.35	Intersection Over Union (IoU) threshold, per unit, for road marks coincidences
3 MRM_MinimumDetectionsInImages	Yes	2	Minimum number of detections in images
4 MRM_OutputReportfile	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/qAicedrone/output_4/merge_roads_marks_report.txt	Output file for report, or empty.
5 MRM_ProcessOnlyEnabledRoadMarks	Yes	true	Process only enabled road marks

AICEDRONE

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

Project Management

Processing Tools

Point Cloud Project: Add ... Remove Open

Photogrammetric Project: Add ... Remove Open

Command: 4. Merge road marks Parameters Process

AICEDRONE:

Process completed successfully

- Start time of the process: 2024/04/22 - 08/54/07.061
- End time of the process: 2024/04/22 - 16/22/30.242
- Number of total seconds: 26903.000
- Number of days: 0
- Number of hours: 7
- Number of minutes: 28
- Number of seconds: 23.000

Aceptar

Como resultado del proceso se ha creado una nueva tabla en la base de datos, *roads_marks*, y se carga automáticamente al finalizar el proceso o al abrir de nuevo el proyecto, asignándole una simbología automáticamente a partir de un fichero *.qml* localizado en la carpeta *templates* del complemento *qAicedrone*.

Administrador de BBDD

Base de datos: Tabla

Importar capa/archivo... Exportar a archivo...

Capas

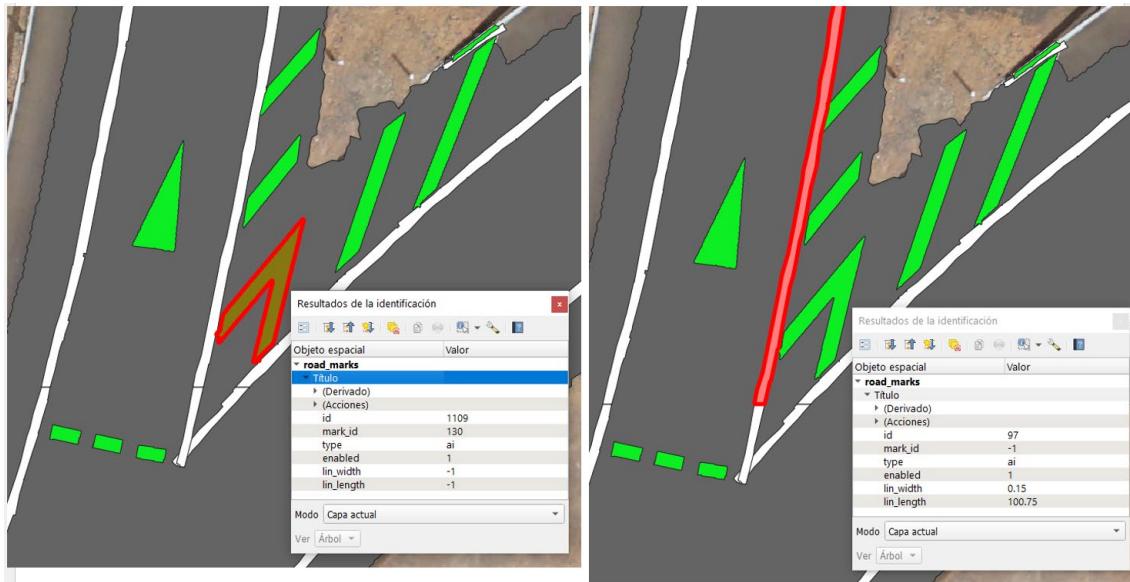
Model Db Project: qAicedrone_road_20230807.sqlite

- rois
- Layer for manual editing of non-linear road markings
- Layer for manual editing of linear road markings
- road_marks
 - listine
 - Notline
 - cv_phm_points
 - ai_roads
 - ai_paints_tiles
 - ai_paints_import
 - ai_paints_import
 - swords_ortho_4083_25mm

Proveedores

qAicedrone_road_20230807.sqlite

id	mark_id	type	enabled	lin_width	lin_length	the_geom
1	-1	ai	1	0.15	35.109	POLYGON
2	-1	ai	1	0.15	33.69	POLYGON
3	-1	ai	1	0.15	88.204	POLYGON
4	-1	ai	1	0.15	4.762	POLYGON
5	-1	ai	1	0.15	27.117	POLYGON
6	-1	ai	1	0.15	43.332	POLYGON
7	-1	ai	1	0.5	2.626	POLYGON



6.4.7 Mejora de los resultados con edición asistida

Hasta este momento todos los resultados mostrados en los diferentes pasos corresponden a procesos totalmente automáticos.

En el estado de procesamiento tras el último paso se dispone de una capa vectorial con dos tipos de marcas viales: de tipo lineal y de tipo no lineal, identificando para estas segundas la marca del catálogo con la que se ha obtenido la correspondencia. En estos resultados habrá errores que pueden ser de diferentes tipos:

- Marcas viales lineales a las que se ha asignado una anchura incorrecta.
- Marcas viales no lineales a las que se ha asignado una marca de catálogo incorrecta.
- Errores de comisión en marcas viales lineales, es decir, marcas que realmente no lo son.
- Errores de omisión en marcas viales lineales, es decir, que no han sido detectadas.
- Errores de comisión en marcas viales no lineales, es decir, marcas que realmente no lo son.
- Errores de omisión en marcas viales no lineales, es decir, que no han sido detectadas.

Algunos de estos errores podrían intentar resolverse mediante un comando que actuara reprocesando algún paso anterior sobre la región donde aparece el mismo, pero esta opción está por desarrollar por falta de tiempo en el proyecto y porque se considera probable que resulte difícil alcanzar el resultado correcto debido a que los motivos se atribuyen a imperfecciones en la información, principalmente a ausencia o bajo contraste en la pintura presente en el asfalto o a falta de correspondencia entre la señalización realizada y la definición en la normativa.

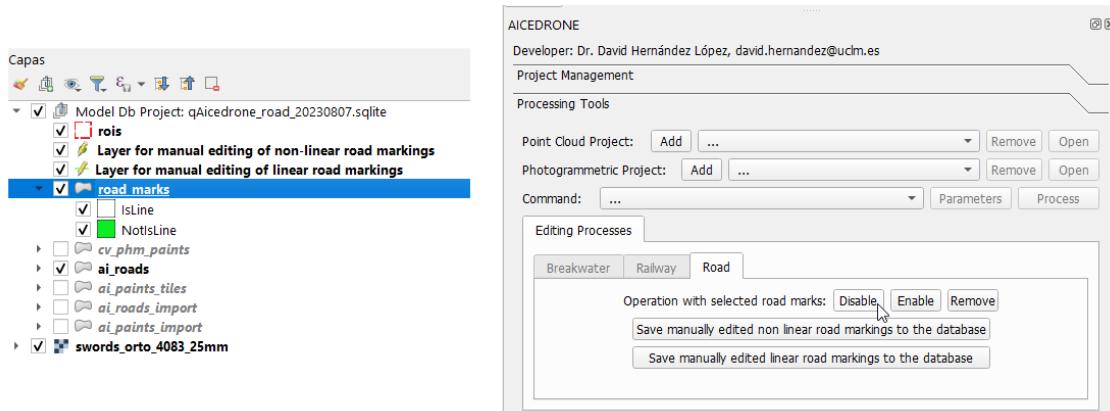
Como alternativa operativa se ha optado por implementar en el complemento qAicedrone una estrategia sencilla para ayudar al usuario a que mejore los resultados empleando un procedimiento de edición asistida, tal y como se describe a continuación.

Tras finalizar el proceso anterior o abrir un proyecto en que ya ha sido realizado el proceso de unión de marcas viales, se crean automáticamente dos capas temporales, activándose también automáticamente su estado de edición:

- Capa denominada *Layer for manual editing of non-linear road markings*
- Capa denominada *Layer for manual editing of linear road markings*

Además, tal y como ilustra la siguiente imagen, se han incorporado los siguientes botones en el componente gráfico:

- Botones para actuar con los elementos seleccionados en la capa *road_marks*:
 - *Disable*, que cambiará el estado del atributo *Enabled*, de 0 a 1, de manera que no se visualizará de acuerdo a la simbología elegida. Se recomienda elegir esta opción en lugar de eliminar los elementos ya que quedará constancia de los resultados obtenidos con los procesos automáticos y se podrán obviar en la explotación de los resultados sin más que incluir en las reglas de consulta la condición de que el atributo *Enabled* esté a 1.
 - *Enable*, que cambiará el estado del atributo *Enabled*, de 1 a 0, ofreciendo la opción de recuperar el estado a 1 de aquellos elementos en que se hubiera cambiado a 0 previamente con el botón *Disable*.
 - *Remove*, que eliminará de la base de datos los elementos.
- *Save manually edited non linear road markings to the database*, que guardará en la base de datos todos los elementos creados en la capa virtual correspondiente, eliminándolos a continuación de la misma.
- *Save manually edited linear road markings to the database*, que guardará en la base de datos todos los elementos creados en la capa virtual correspondiente, eliminándolos a continuación de la misma.



La corrección contemplada para corregir cada tipo de error consiste en:

- Marcas viales lineales a las que se ha asignado una anchura incorrecta.
Este error se puede corregir sin más que editar con la funcionalidad propia de QGIS el atributo *lin_width*.
- Marcas viales no lineales a las que se ha asignado una marca de catálogo incorrecta.
Este error se puede corregir sin más que editar con la funcionalidad propia de QGIS el atributo *mark_id* y asignar el correcto.
- Errores de comisión en marcas viales lineales, es decir, marcas que realmente no lo son.
Para eliminar estos errores hay que seleccionar las marcas viales lineales a eliminar y pulsar en el botón *Disable*, preferible a *Remove*.

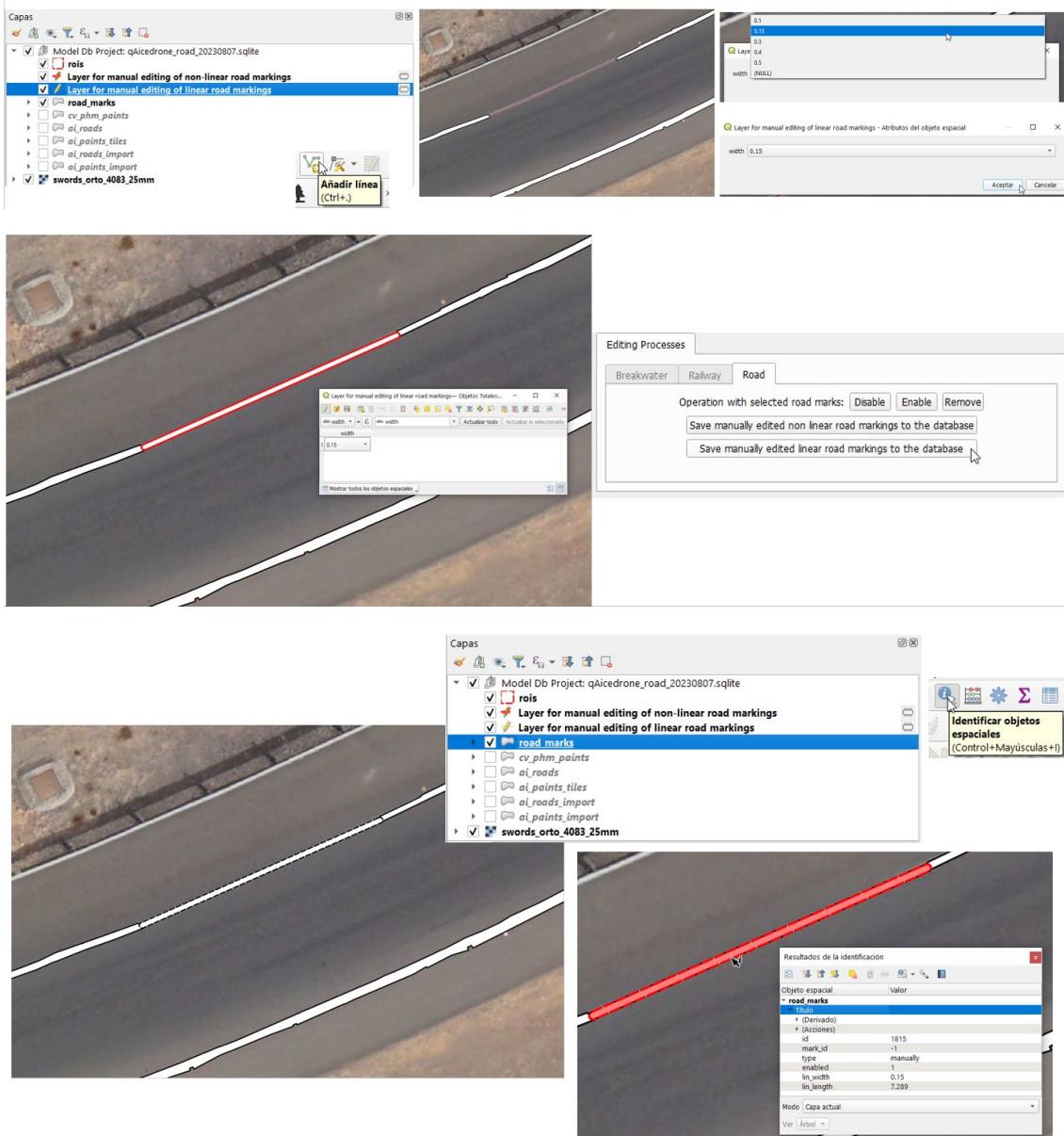
- Errores de omisión en marcas viales lineales, es decir, que no han sido detectadas.
Para eliminar estos errores hay que crear con la funcionalidad propia de QGIS una nueva línea en la capa virtual *Layer for manual editing of linear road markings*, pulsando en el botón *Save manually edited linear road marking in database* en el momento que se desee guardar las añadidas a la base de datos.
- Errores de comisión en marcas viales no lineales, es decir, marcas que realmente no lo son.
Para eliminar estos errores hay que seleccionar las marcas viales no lineales a eliminar y pulsar en el botón *Disable*, preferible a *Remove*.
- Errores de omisión en marcas viales no lineales, es decir, que no han sido detectadas.
Para eliminar estos errores hay que crear con la funcionalidad propia de QGIS una nueva línea en la capa virtual *Layer for manual editing of non linear road markings*, pulsando en el botón *Save manually edited non linear road marking in database* en el momento que se desee guardar las añadidas a la base de datos.

Para realizar tareas de edición es necesario fotointerpretar sobre el mosaico de ortoimágenes, de manera que es conveniente dejar de visualizar aquellas capas que la tapen, según el orden de capas del proyecto de QGIS, como, por ejemplo, la capa *ai_roads*. La precisión geométrica en la edición será la propia del mosaico de ortoimágenes, no siendo un problema en esta aplicación ya que el objetivo final es la evaluación del número de marcas de cada tipo, para las no lineales, y de los metros de marcas lineales, continuas o discontinuas.

Las siguientes capturas ilustran el proceso seguido para deshabilitar una marca de tipo lineal cuya fotointerpretación lleva a interpretar que es errónea.



Las siguientes capturas ilustran el proceso de edición de una marca lineal, que ha de ser definida por únicamente dos puntos, inicial y final, así como la selección de la anchura, solicitada por QGIS al finalizar la edición pulsando con el botón derecho del ratón tras haber introducido el segundo punto, y su almacenamiento en la base de datos, apreciándose la simbología en la capa virtual y en la capa final, elegida esta última para que se distingan a simple vista los elementos que provienen de IA o de edición manual, de acuerdo al valor en el atributo *type* de la capa *road_marks*, *ai* para las obtenidas por IA y *manually* para las editadas manualmente.



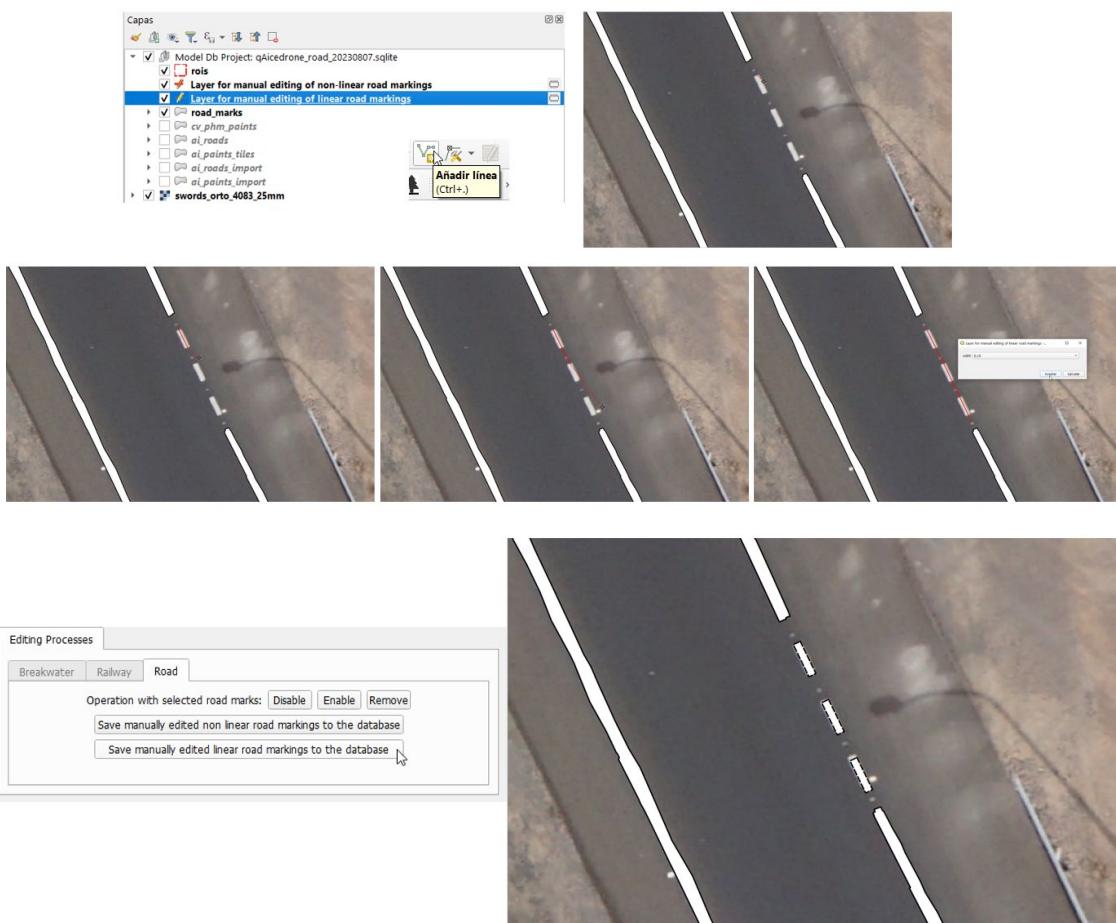
La creación de líneas discontinuas, aunque se trata de tipos de marcas recogidas en el catálogo, se tratarán de una forma singular. Para crear un conjunto de segmentos de marcas lineales discontinuas se debe crear una cadena de líneas en la capa virtual destinada a la edición de marcas lineales, *Layer for manual editing of linear road markings*, definiendo su geometría por cuatro puntos:

- El primer punto define el extremo inicial del primer segmento de marca.
- El segundo punto define el extremo final del primer segmento de marca, siendo la forma de indicar la longitud de los segmentos, calculada como la distancia de este punto 2 al punto 1.
- El tercer punto define el extremo final del primer segmento hueco, siendo la forma de indicar la longitud de los segmentos huecos, calculada como la distancia de este punto 3 al punto 2.

- El cuarto punto define el extremo final del último segmento de marca, siendo conveniente alargarlo respecto a la fotointerpretación para evitar que por problemas de redondeo no se cree el último segmento.

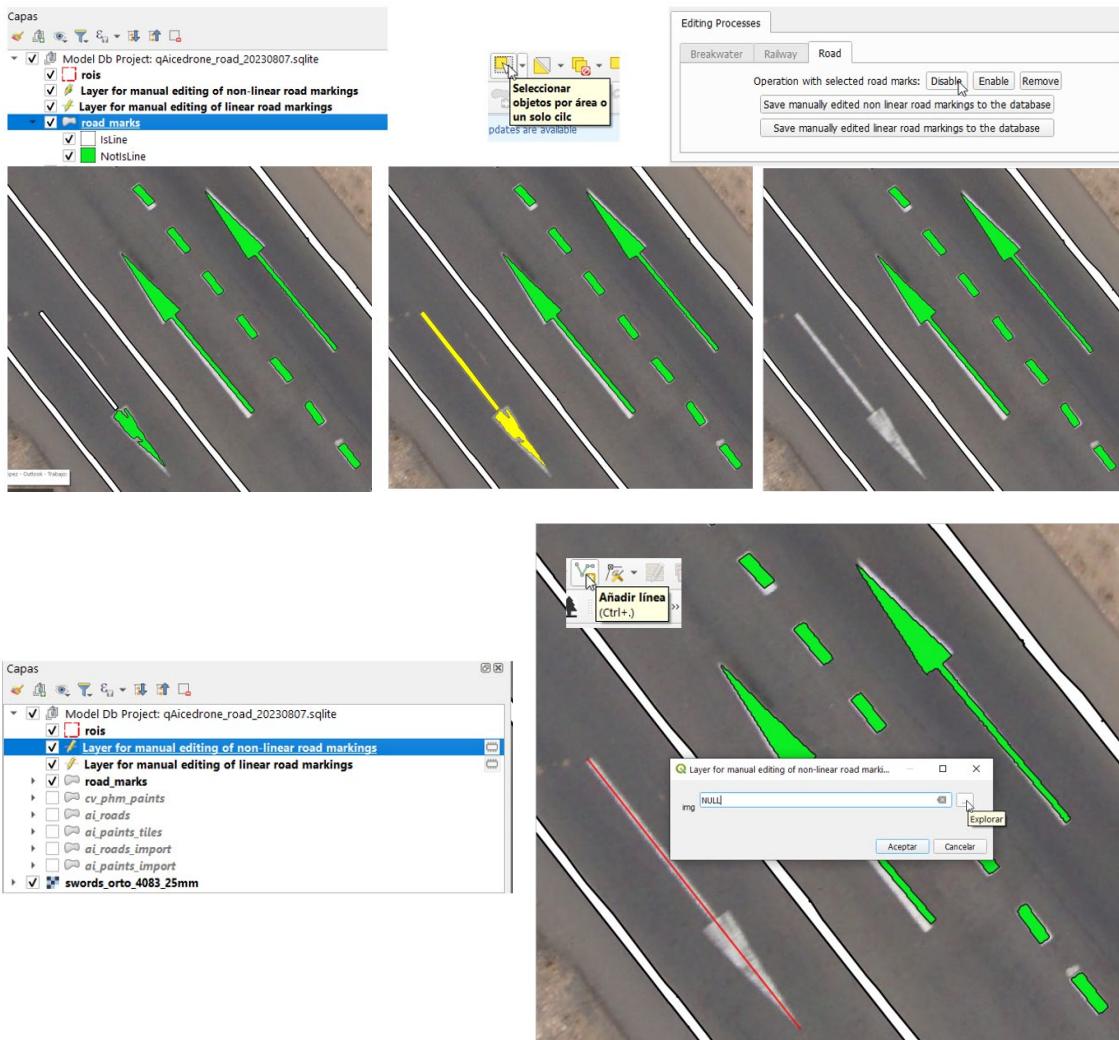
Al terminar la edición se despliega el diálogo que solicita la anchura de la línea.

La herramienta hace una búsqueda de correspondencia en base a la información introducida en la edición y selección de la anchura, para lo que se seleccionan del catálogo todas aquellas marcas que en su atributo tipo incluyan los textos *long* y *discont*, y se considera que hay correspondencia si la diferencia en la longitud es inferior a 0.1 m, y si encuentran varias coincidencias se elige aquella cuya diferencia entre la anchura introducida y la del catálogo sea menor. Teniendo en cuenta las deformaciones propias del mosaico de ortoimágenes, se recomienda no crear líneas discontinuas de gran longitud ya que irán apareciendo desfasadas, lo que tampoco sería problema al crearse marcas independientes y poder eliminar las que se considere conveniente, teniendo además en cuenta que lo importante de cara a la aplicación final es que el número de ellas sea correcto, no su posición espacial. Las siguientes capturas ilustran un ejemplo.



Las siguientes capturas ilustran el proceso de edición de una marca de tipo no lineal, contemplándose tres casos distintos. El primer caso corresponde a un conjunto de marcas de dimensión fija en el catálogo, como las flechas. Estas marcas se deben editar introduciendo dos puntos en uno de sus ejes, en una secuencia tal y como explica la propia imagen de la marca que

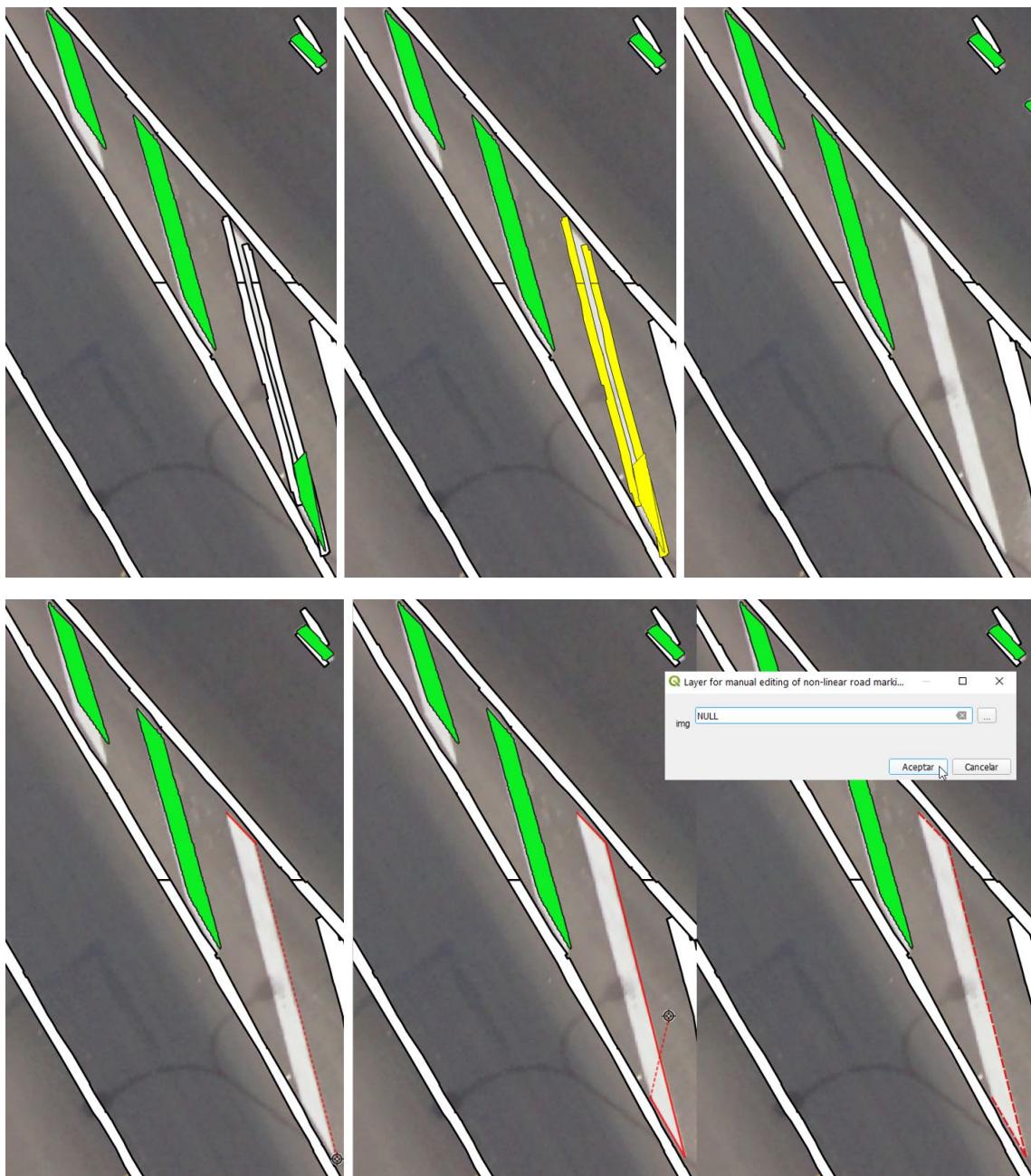
se seleccionará al desplegarse un diálogo que explora la carpeta *catalog* del plugin, tal y como se ilustra con las siguientes capturas, comenzando por deshabilitar las marcas que son resultados erróneos de IA.

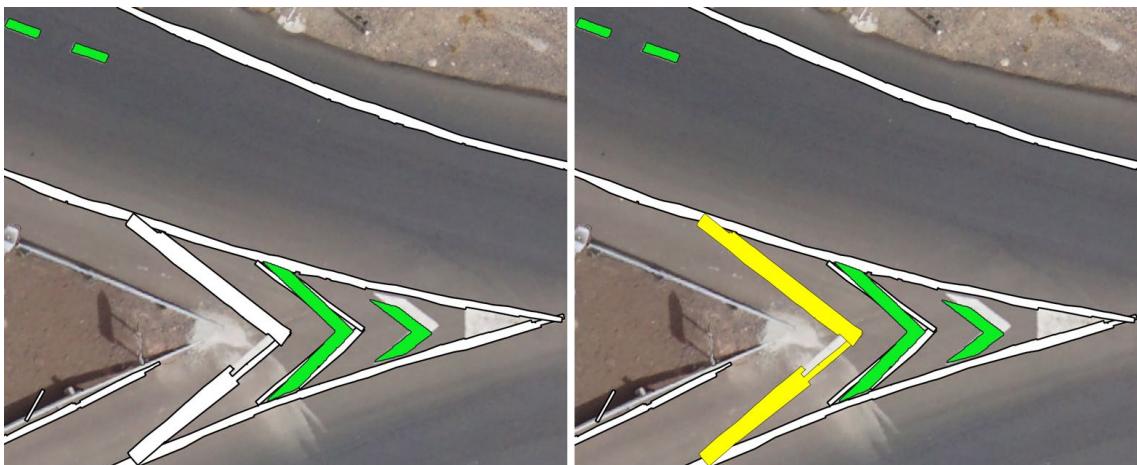
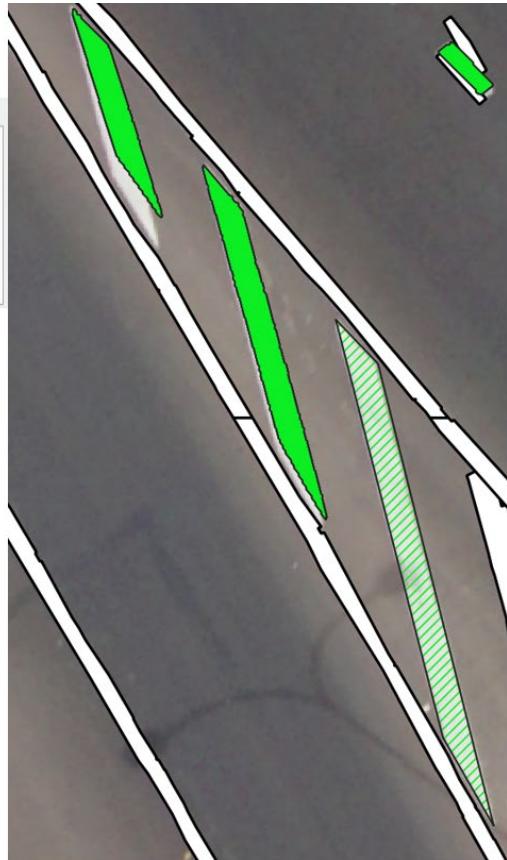




Para establecer la geometría de este tipo de marcas se calcula y aplica la transformación de Helmert 2D (traslación, giro y homotecia) para llevar la geometría propia de la marca en el catálogo a la posición representada en el mosaico de ortoimágenes por los dos puntos introducidos.

El segundo y tercer caso de marcas no lineales se corresponde con marcas de cebreado que pueden tener dimensiones variables para ajustarse a las marcas lineales que las limitan. En este caso, se contemplan dos tipos de marcas de cebreado que deben ser editadas con 4 o 6 puntos, sin repetir el primer punto, además de no seleccionar el fichero de imagen, tal y como ilustra con las siguientes capturas, comenzando por deshabilitar las marcas que son resultados erróneos de IA.







En este caso la herramienta asigna el código de la marca de catálogo que incluye en su tipo el texto *cebreado* que más se parece en superficie y perímetro, aunque para evaluar la superficie de pintura en este caso habrá que usar la geometría editada, de manera que habría que realizarlo de la forma más precisa posible.

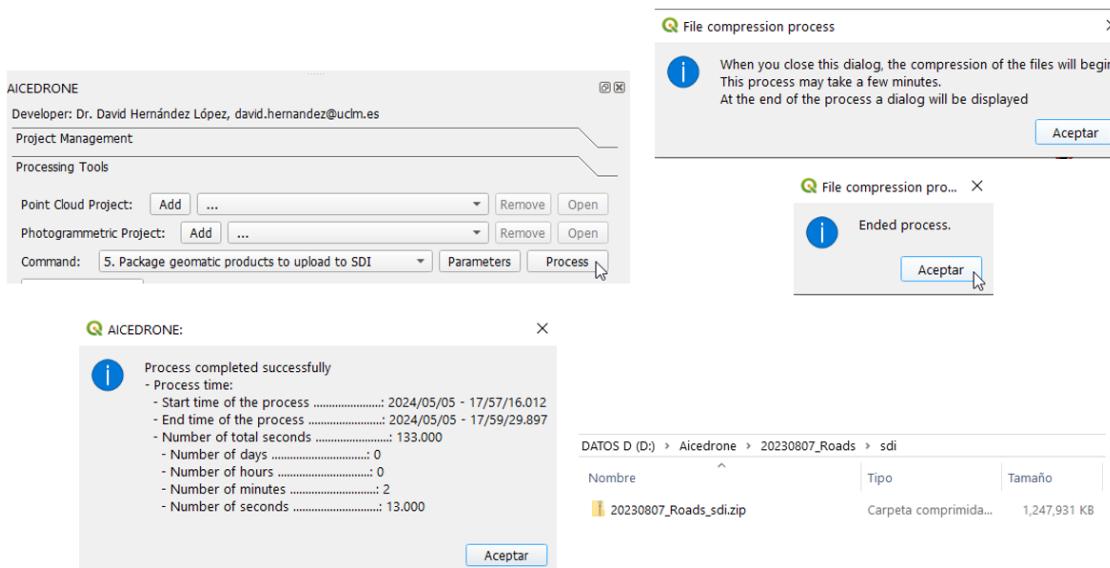
7 PROTOCOLO DE PUBLICACIÓN EN AICEDRONE_SDI

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 carreteras.

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, *roads_marks*. Se debe comenzar por abrir el proyecto en QGIS, seleccionar el comando *5.Package geomatic products to upload to SDI*, elegir los parámetros, creando la carpeta donde se desea obtener el fichero ZIP y lanzar el proceso.

The screenshot shows the AICEDRONE software interface. On the left, the 'Processing Tools' tab is selected, displaying a list of commands. The '5. Package geomatic products to upload to SDI' command is highlighted. On the right, a file browser window shows a folder structure: DATOS D (D:) > Aicedrone > 20230807_Roads > sdi. A message in the folder says 'Esta carpeta está vacía.' Below the file browser, another AICEDRONE window shows the 'Parameters' manager for the selected command. The parameters table is as follows:

Code	Enabled	Value	Description
PGPTUTSDI_CZF	Yes	true	Create zip file
PGPTUTSDI_DSM	Yes		Digital Surface Model (DSM) file (GeoTIFF)
PGPTUTSDI_DTM	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/swords_dtm_4083_20cm.tif	Digital Terrain Model (DTM) file (GeoTIFF)
PGPTUTSDI_Orthomosaic	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/DatosAuxiliares/swords_ortho_4083_25mm.tif	Orthomosaic file (GeoTIFF)
PGPTUTSDI_PCF	Yes		Point Cloud File (LAS/LAZ)
PGPTUTSDI_POL	Yes	true	Package project output layers
PGPTUTSDI_ZIP	Yes	D:/Aicedrone/20230807_Roads/sdi/20230807_Roads_sdi.zip	Output ZIP file, rewrite if exists



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.

Nombre	Tipo	Tamaño
ai_roads.dbf	Archivo DBF	1 KB
ai_roads.prj	Archivo PRJ	1 KB
ai_roads.shp	Archivo SHP	2,415 KB
ai_roads.shx	Archivo SHX	1 KB
ai_roads.sld	Archivo SLD	3 KB
product_descriptor.json	JSON File	3 KB
road_marks.dbf	Archivo DBF	260 KB
road_marks.prj	Archivo PRJ	1 KB
road_marks.shp	Archivo SHP	5,474 KB
road_marks.shx	Archivo SHX	15 KB
road_marks.sld	Archivo SLD	3 KB
rois.dbf	Archivo DBF	1 KB
rois.prj	Archivo PRJ	1 KB
rois.shp	Archivo SHP	2 KB
rois.shx	Archivo SHX	1 KB
rois.sld	Archivo SLD	2 KB
swords_dtm_4083_20cm.sld	Archivo SLD	2 KB
swords_dtm_4083_20cm.tif	Archivo TIF	91,648 KB
swords_ortho_4083_25mm.tif	Archivo TIF	1,349,293 KB

```

product_descriptor.json
1  {
2    "layer1": {
3      "position": "1",
4      "name": "Zona del proyecto",
5      "filepath": "rois.shp",
6      "sld_path": "rois.sld",
7      "crs": "4083",
8      "visible": "true",
9      "attributes": [],
10     "links": [],
11     "product_date": "2024-05-05",
12     "init_date": "2024-05-05",
13     "end_date": "2024-05-05",
14     "type": "vector_layer",
15     "uav": "",
16     "sensors": "",
17     "description": "Zona del proyecto"
18   },
19   "layer2": {
20     "position": "2",
21     "name": "Marcas viales",
22     "filepath": "road_marks.shp",
23     "sld_path": "road_marks.sld",
24     "crs": "4083",
25     "visible": "true",
26     "attributes": ["mark_id", "lin_width"],
27     "links": [],
28     "product_date": "2024-05-05",
29     "init_date": "2024-05-05",
30     "end_date": "2024-05-05",
31     "type": "vector_layer",
32     "uav": "",
33     "sensors": "",
34     "description": "Marcas viales"
35   },
36   "layer3": {
37     "position": "3",
38     "name": "Calzada",
39     "filepath": "ai_roads.shp",
40     "sld_path": "ai_roads.sld",
41     "crs": "4083",
42     "visible": "true",
43     "attributes": [],
44     "links": [],
45     "product_date": "2024-05-05",
46     "init_date": "2024-05-05",
47     "end_date": "2024-05-05",
48     "type": "vector_layer",
49     "uav": "",
50     "sensors": "",
51     "description": "Calzada"
52   },
53   "layer4": {
54     "position": "4",
55     "name": "Ortomosaico",
56     "filepath": "swords_ortho_4083_25mm.tif",
57     "sld_path": "",
58     "crs": "4083",
59     "visible": "true",
60     "attributes": [],
61     "links": [],
62     "product_date": "2024-05-05",
63     "init_date": "2024-05-05",
64     "end_date": "2024-05-05",
65     "type": "orthomosaic",
66     "uav": "DJI Matrice 300",
67     "sensors": "PI",
68     "description": "Ortomosaico"
69   },
70   "layer5": {
71     "position": "5",
72     "name": "Modelo Digital del Terreno (DTM)",
73     "filepath": "swords_dtm_4083_20cm.tif",
74     "sld_path": "swords_dtm_4083_20cm.sld",
75     "crs": "4083",
76     "visible": "true",
77     "attributes": [],
78     "links": [],
79     "product_date": "2024-05-05",
80     "init_date": "2024-05-05",
81     "end_date": "2024-05-05",
82     "type": "dtm",
83     "uav": "DJI Matrice 300",
84     "sensors": "PI",
85     "description": "Modelo Digital del Terreno (DTM)"
86   }
}

```

Se podría optar por no incluir todas las capas en un único fichero ZIP, creando tantos ficheros como fuera 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.

AICEDRONE SDI

Autenticarse para iniciar sesión

david.hernandez@uclm.es

••••••••••

Recordarme

[Olvidé mi contraseña](#) [Crear una nueva cuenta](#)

AICEDRONE SDI / Proyectos

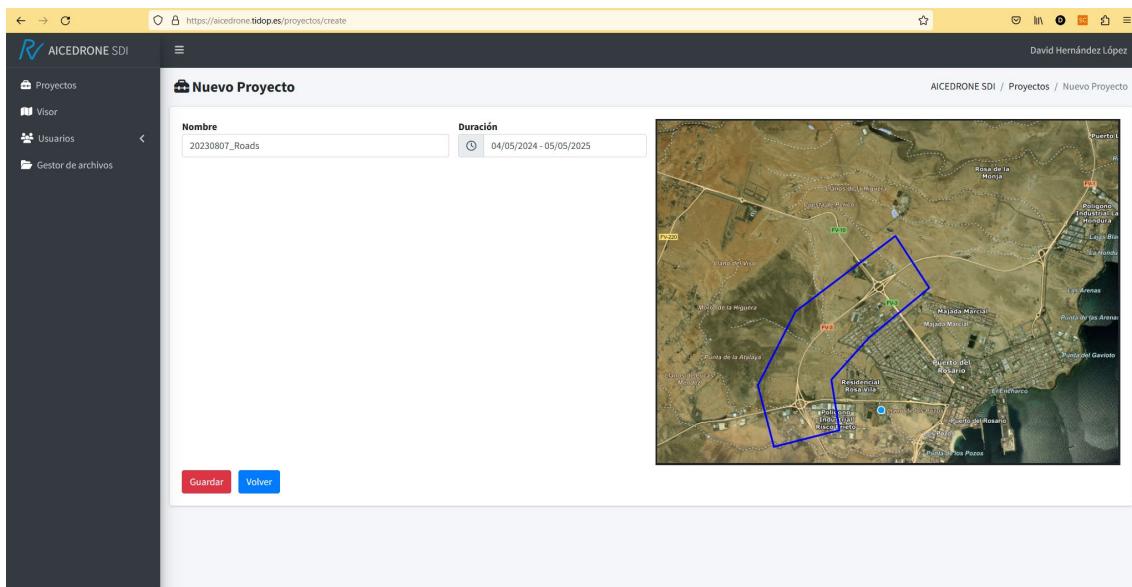
David Hernández López

Proyectos

+ Nuevo Proyecto

Id	Nombre	Inicio	Fin	Configuración	Acciones
56	Villajoyosa	2024-03-20	2025-03-21	Gestor de archivos	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Eliminar"/>

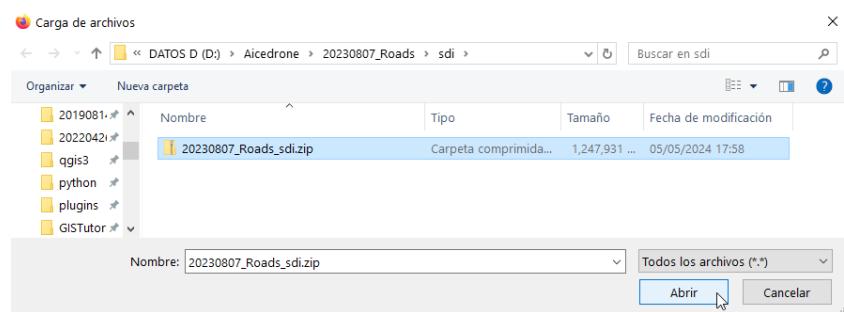
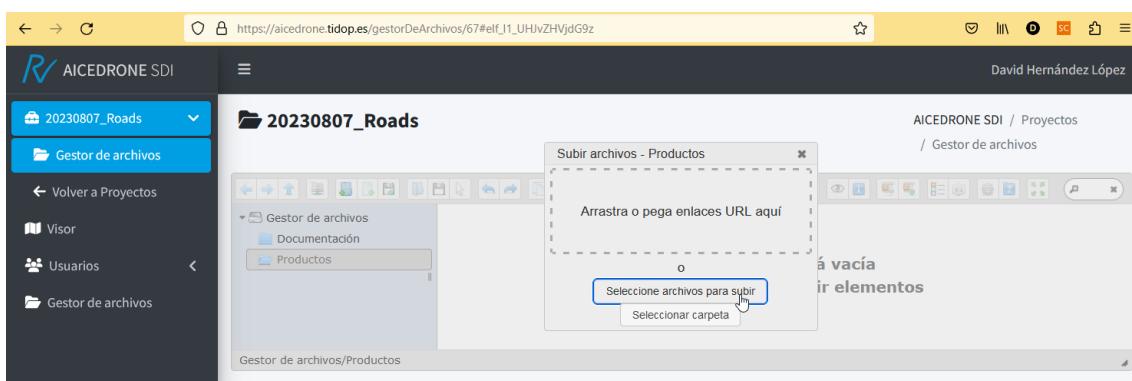
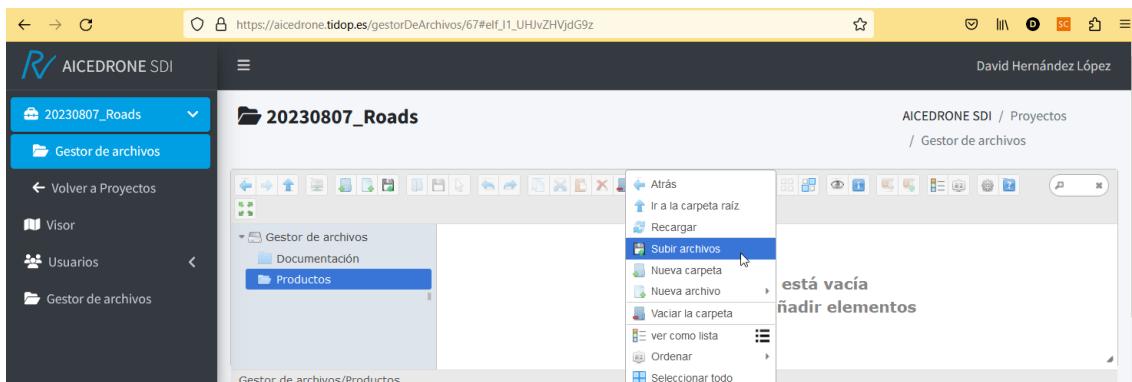
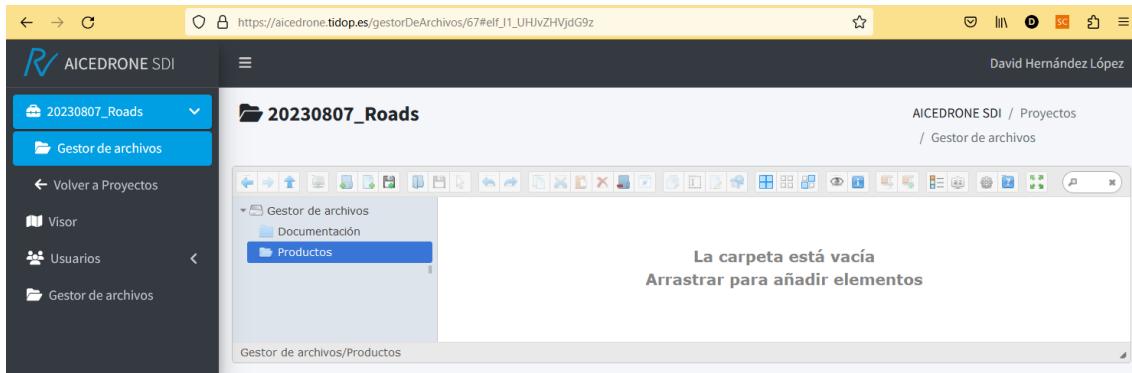
Mostrando 1 a 1 de 1 registros



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		



The screenshot shows the AICEDRONE SDI software interface. On the left, there's a sidebar with a logo, the project name '20230807_Roads', and navigation options like 'Visor', 'Usuarios', and 'Gestor de archivos'. The main area displays a file manager for the '20230807_Roads' project. A message says 'La carpeta está vacía' (The folder is empty) and 'Arrastrar para añadir elementos' (Drag to add elements). A file upload dialog is open, showing '(Subiendo archivos (1))' (Uploading files (1)). The right side shows the breadcrumb path 'AICEDRONE SDI / Proyectos / Gestor de archivos' and the user 'David Hernández López'.

A continuación, se debe abrir el visor, abrir el proyecto en el visor y elegir la opción de *Añadir productos*,

The screenshot shows the AICEDRONE SDI software interface in the 'Visor' (Viewer) mode. The main area is a map of Spain and parts of Portugal, showing terrain and road networks. A 'Capas' (Layers) panel is open, showing 'Mapas Base' (Base Maps) checked. The left sidebar shows the project '20230807_Roads' and the 'Visor' icon is highlighted. The URL in the address bar is https://aicedrone.tidop.es/visor.

The screenshots show the software's user interface for managing geospatial projects. The top screenshot displays a regional map of Spain with a search bar and a 'Proyectos' dropdown menu showing '20230807_Roads'. The middle screenshot shows a detailed satellite view of a coastal area with a blue polygon highlighting a specific region. The bottom screenshot shows the same area with a file upload dialog box open, prompting for a 'Ruta del archivo (zip)' file and a 'Publicar' button.

Añadir producto

Ruta del archivo (zip)

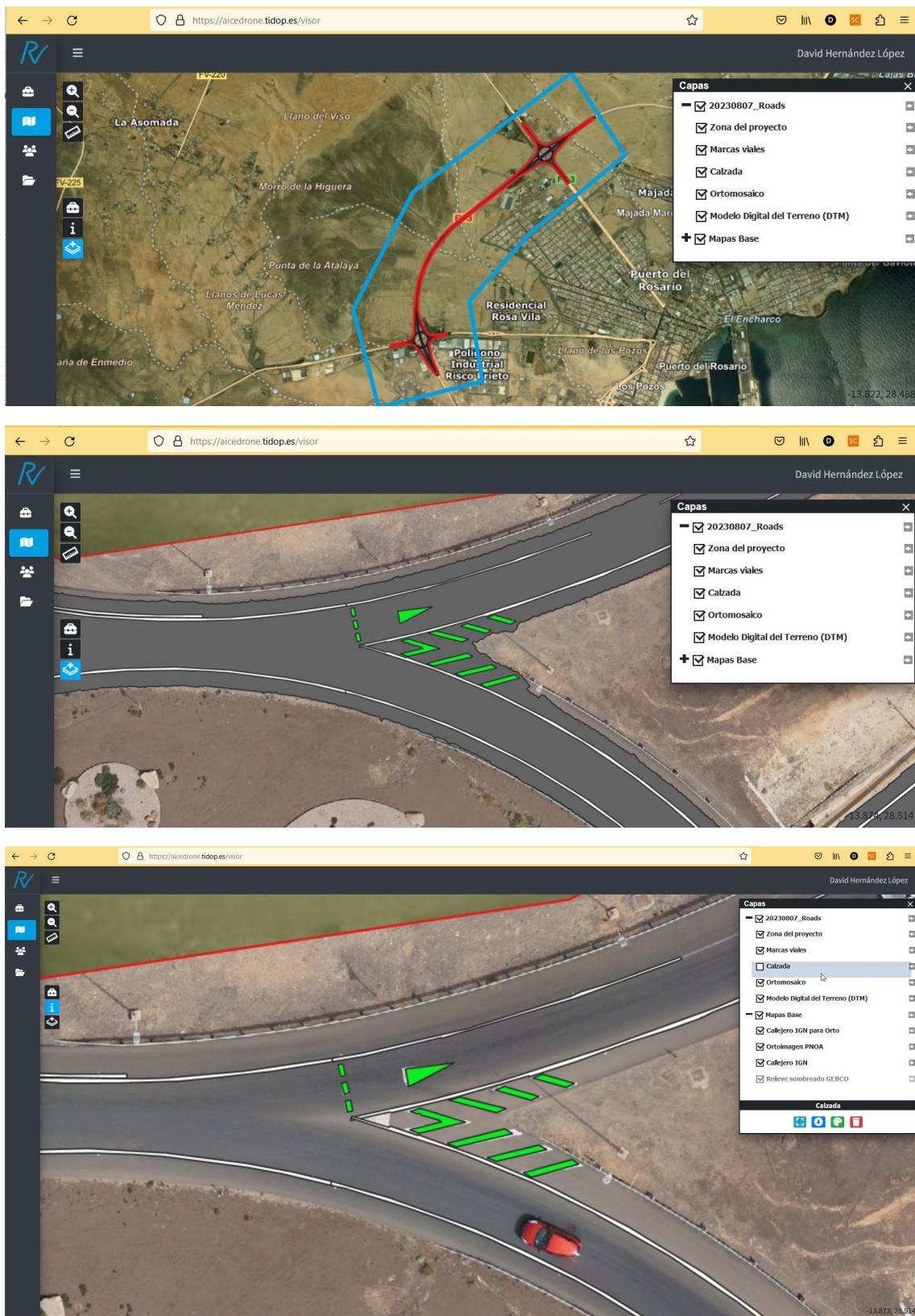
20230807_Roads_sdi.zip

Publicar

✓ Capa Calzada publicada correctamente.

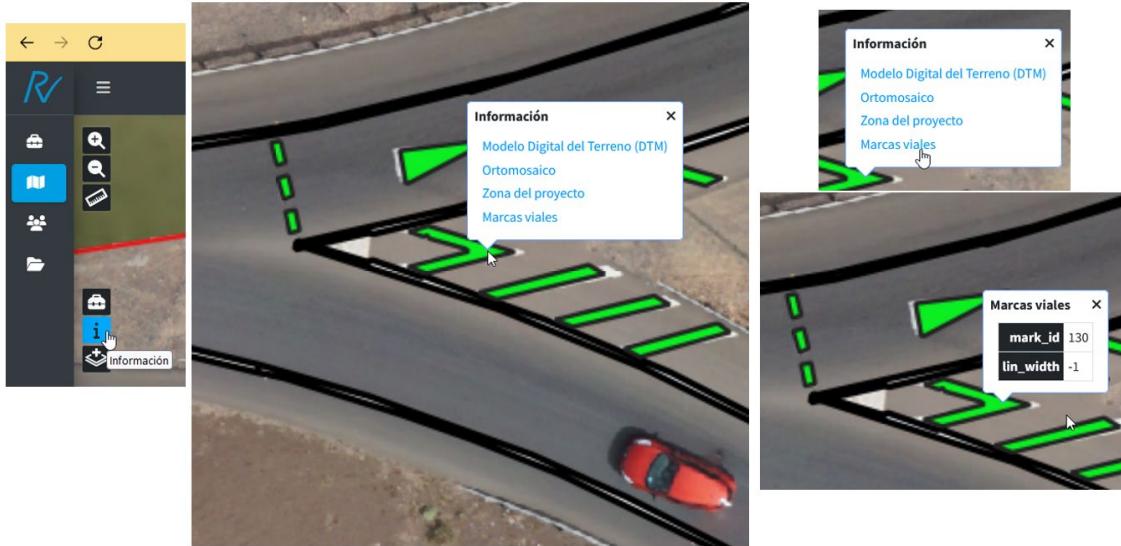
✓ Capa Marcas viales publicada correctamente.

✓ Capa Zona del proyecto publicada correctamente.

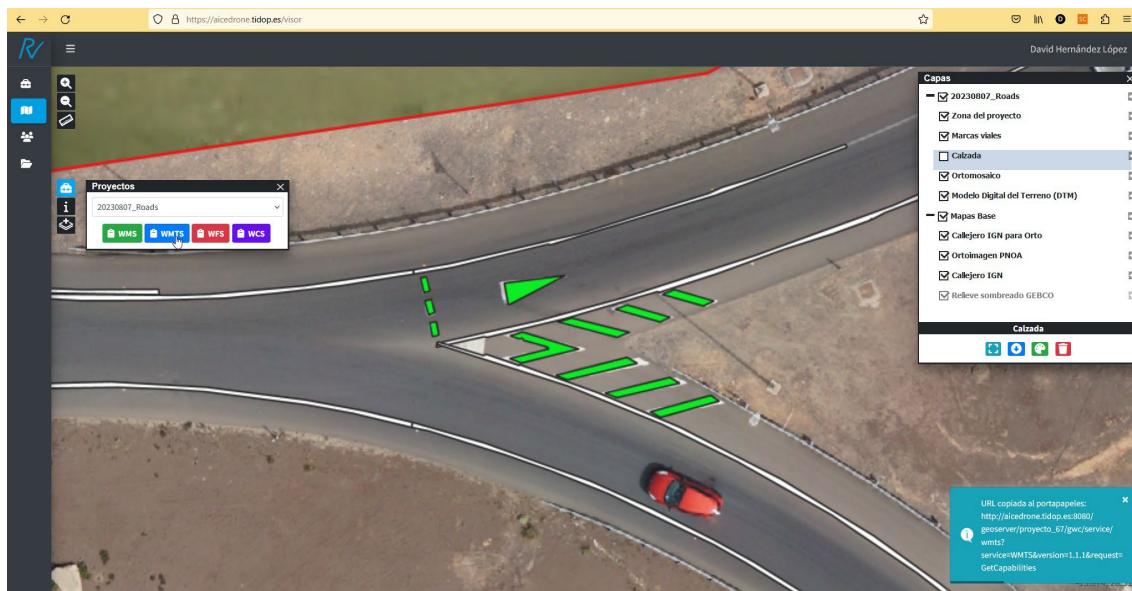


Una vez importados los productos geomáticos se puede usar AICEDRONE_SDI para inspeccionar los resultados utilizando la herramienta de información y pulsando con el botón izquierdo del

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 escritorio), QGIS.



Administrador de fuentes de datos | WMS/WMTS

Navegador

- Vector
- Ráster
- Malla
- Nube de puntos
- Texto delimitado
- GeoPackage
- GPS
- Spatialite
- PostgreSQL
- MS SQL Server
- Oracle
- Capa virtual
- SAP HANA
- WMS/WMTS
- WFS / OGC API - Funcionalidades
- WCS
- XYZ
- Tesela vectorial
- Servidor REST ArcGIS
- GeoNode
- Busqueda de Metadatos

Capas

Orden de capas

Conjuntos de teselas

aicedrone_sdi_villajoyosa

Conectar Nuevo Editar Eliminar Cargar Guardar

Crear una nueva conexión WMS/WMTS

Detalles de la conexión

Nombre: aicedrone_sdi_20230807_Roads
URL: http://aicedrone.tdop.es:8080/geoserver/proyecto_67/gwc/service/wmts?service=WMTS&version=1.1.1&request=GetCapabilities

Autenticación

Configuraciones Básica

Seleccionar o crear una configuración de autenticación
Sin Autenticación

La configuración guarda las credenciales encriptadas en la base de datos de autenticación de QGIS.

Codificación de la imagen

Opciones

Tamaño de tesela: []
Solicitar el tamaño de paso: []
Maximum number of GetFeatureInfo results: []
Sistema de referencia de coordenadas: []
Usar leyenda WMS contextual: []

Nombre de la capa: []
Cargar como capas separadas: []
Seleccionar capa(s): []

Aceptar Cerrar Añadir Ayuda

Administrador de fuentes de datos | WMS/WMTS

Navegador

- Vector
- Ráster
- Malla
- Nube de puntos
- Texto delimitado
- GeoPackage
- GPS
- Spatialite
- PostgreSQL
- MS SQL Server
- Oracle
- Capa virtual
- SAP HANA
- WMS/WMTS
- WFS / OGC API - Funcionalidades
- WCS
- XYZ
- Tesela vectorial
- Servidor REST ArcGIS
- GeoNode
- Busqueda de Metadatos

Capas

Orden de capas

Conjuntos de teselas

aicedrone_sdi_20230807_Roads

Conectar Conectar con el servicio seleccionado Cargar Guardar

Administrador de fuentes de datos | WMS/WMTS

Navegador

- Vector
- Ráster
- Malla
- Nube de puntos
- Texto delimitado
- GeoPackage
- GPS
- Spatialite
- PostgreSQL
- MS SQL Server
- Oracle
- Capa virtual
- SAP HANA
- WMS/WMTS
- WFS / OGC API - Funcionalidades
- WCS
- XYZ
- Tesela vectorial
- Servidor REST ArcGIS
- GeoNode
- Busqueda de Metadatos

Capas

Orden de capas

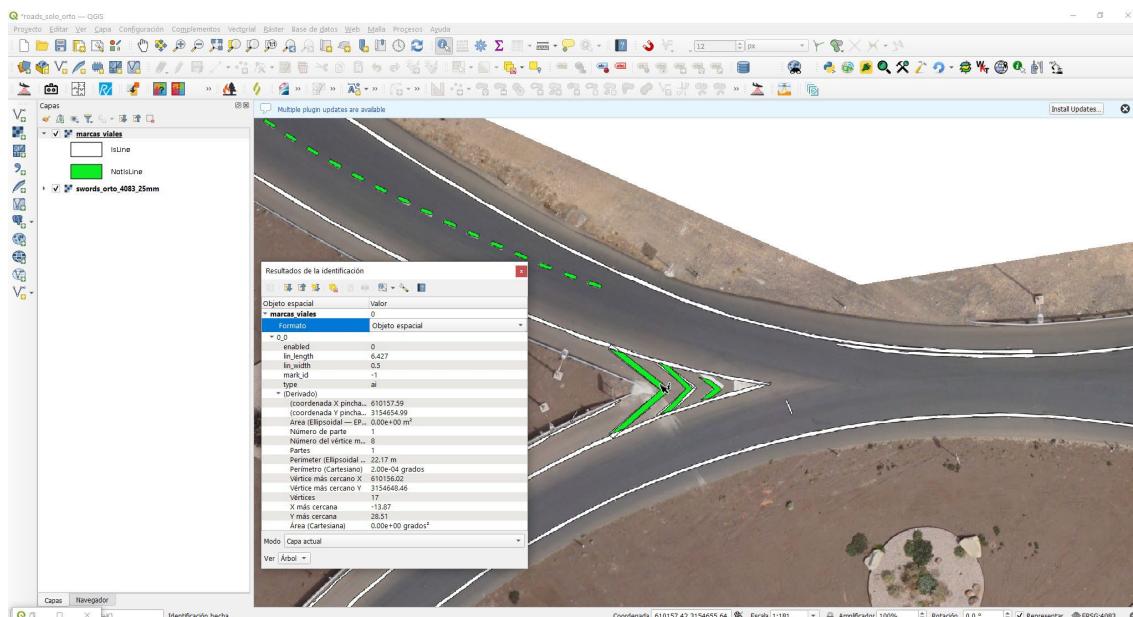
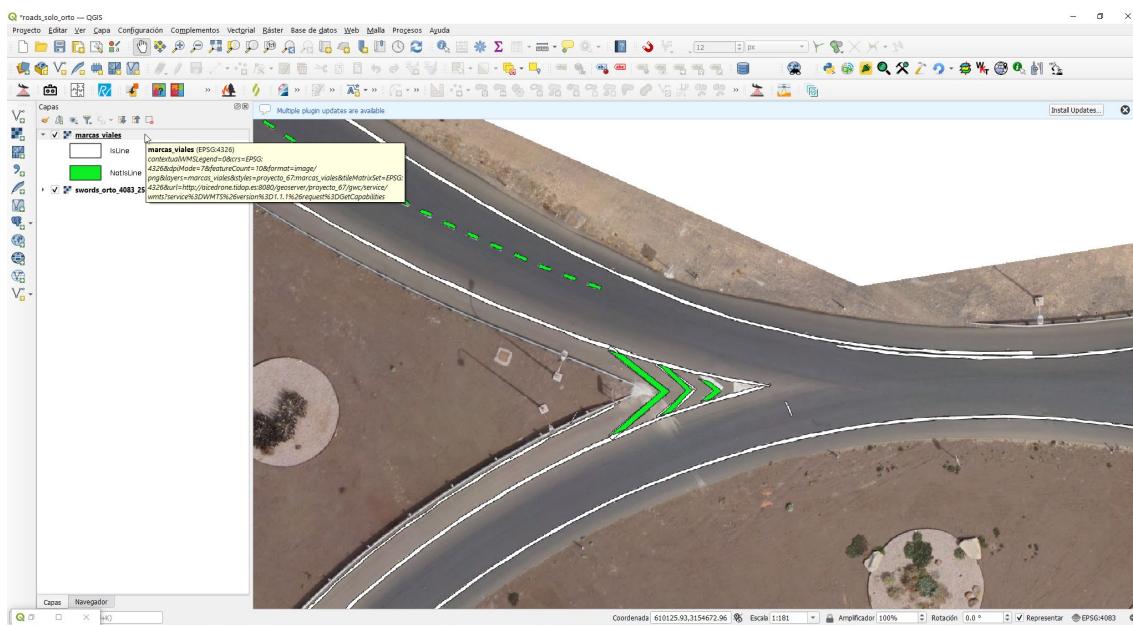
Conjuntos de teselas

Capa	Formato	Título	Estilo	Conjunto de teselas	SR
calzada	image/png	calzada	proyecto_67:calzada	WebMercatorQuad	EPSG:3857
calzada	image/jpeg	calzada	proyecto_67:calzada	WebMercatorQuad	EPSG:3857
calzada	image/png	calzada	proyecto_67:calzada	EPSG:900913	EPSG:900913
calzada	image/jpeg	calzada	proyecto_67:calzada	EPSG:900913	EPSG:900913
calzada	image/png	calzada	proyecto_67:calzada	EPSG:4326	EPSG:4326
calzada	image/jpeg	calzada	proyecto_67:calzada	EPSG:4326	EPSG:4326
marcas_viales	image/png	marcas_viales	proyecto_67:marcas_viales	WebMercatorQuad	EPSG:3857
marcas_viales	image/jpeg	marcas_viales	proyecto_67:marcas_viales	WebMercatorQuad	EPSG:3857
marcas_viales	image/png	marcas_viales	proyecto_67:marcas_viales	EPSG:900913	EPSG:900913
marcas_viales	image/jpeg	marcas_viales	proyecto_67:marcas_viales	EPSG:900913	EPSG:900913
marcas_viales	image/png	marcas_viales	proyecto_67:marcas_viales	EPSG:4326	EPSG:4326
marcas_viales	image/jpeg	marcas_viales	proyecto_67:marcas_viales	EPSG:4326	EPSG:4326
ortomosaico	image/png	ortomosaico	aicedronesdraster	WebMercatorQuad	EPSG:3857
ortomosaico	image/jpeg	ortomosaico	aicedronesdraster	WebMercatorQuad	EPSG:3857
ortomosaico	image/png	ortomosaico	aicedronesdraster	EPSG:900913	EPSG:900913
ortomosaico	image/jpeg	ortomosaico	aicedronesdraster	EPSG:900913	EPSG:900913
ortomosaico	image/png	ortomosaico	aicedronesdraster	EPSG:4326	EPSG:4326
ortomosaico	image/jpeg	ortomosaico	aicedronesdraster	EPSG:4326	EPSG:4326
zona_del_proyecto	image/png	zona_del_proyecto	proyecto_67:zona_del_proyecto	WebMercatorQuad	EPSG:3857
zona_del_proyecto	image/jpeg	zona_del_proyecto	proyecto_67:zona_del_proyecto	WebMercatorQuad	EPSG:3857
zona_del_proyecto	image/png	zona_del_proyecto	proyecto_67:zona_del_proyecto	EPSG:900913	EPSG:900913
zona_del_proyecto	image/jpeg	zona_del_proyecto	proyecto_67:zona_del_proyecto	EPSG:900913	EPSG:900913
zona_del_proyecto	image/png	zona_del_proyecto	proyecto_67:zona_del_proyecto	EPSG:4326	EPSG:4326
zona_del_proyecto	image/jpeg	zona_del_proyecto	proyecto_67:zona_del_proyecto	EPSG:4326	EPSG:4326

Interpretación Predeterminado

Nombre de la capa: marcas_viales
Cargar como capas separadas: []
Conjunto de teselas seleccionado: []

Cerrar Añadir Ayuda



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

8 EXPLORACIÓN DE RESULTADOS

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.

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 informático SIG, comerciales y de código abierto, tal y como se ha mostrado en el caso de QGIS.

A continuación, a modo de ejemplo muy básico se incluyen dos ejemplos muy sencillos para obtener los metros cuadrados de marcas de tipo no lineal y de tipo lineal utilizando consultas SQL muy simples en el gestor de bases de datos integrado en QGIS.

The image contains two side-by-side screenshots of the QGIS Database Manager interface, showing SQL queries being run against a spatial database.

Screenshot 1 (Top):

- Left Panel:** Shows the "Administrador de BBDD" (Database Manager) interface with a tree view of databases and tables. The "Procedimientos" section lists several SQLite files: qAicedrone_Rail_20230125.sqlite, qAicedrone_Villajoyosa_20231218.sqlite, and qAicedrone_road_20230807.sqlite. Other items like ai_paints_import, ai_paints_tiles, ai_roads, ai_roads_import, aicdrone_projects, classes, cv_phm_paints, objects, pct_dbs, pht_dbs, road_marks, rois, and standard_road_marks are also visible.
- Right Panel:** Shows a query editor window titled "Consulta guardada (qAicedrone_road_20230807.sqlite)". The query is:


```
1 select sum(area(the_geom)) from road_marks where mark_id <> -1 and enabled = 1
```

 The results pane shows the output:


```
1 629.720250632...
```

Screenshot 2 (Bottom):

- Left Panel:** Same as the first screenshot, showing the Database Manager interface with the same list of databases and tables.
- Right Panel:** Shows a query editor window titled "Consulta guardada (qAicedrone_road_20230807.sqlite)". The query is:


```
1 select sum(lin_length*lin_width) from road_marks where mark_id = -1 and enabled = 1
```

 The results pane shows the output:


```
1 2935.238199999966
```