



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica,
Cartográfica y Topográfica

Levantamiento fotogramétrico y modelado 3D del conjunto
parque San Miguel y Ermita del Sagrado Corazón de
Abengibre (Albacete) mediante RPAS.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

AUTOR/A: Moreno Pérez, Jesús

Tutor/a: Pons Crespo, Ramón

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

Levantamiento fotogramétrico y modelado 3D del conjunto parque San Miguel y Ermita del Sagrado Corazón de Abengibre (Albacete) mediante RPAS



Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y
Topográfica

AUTOR: Moreno Pérez, Jesús

TUTOR: Pons Crespo, Ramón

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos van dirigidos a las distintas personas que me han apoyado y ayudado desde el primer momento.

En primer lugar, a mi tutor Ramón Pons por aconsejarme y permitirme tener tutorías necesarias para poder resolver los problemas. Agradecer también a la Escuela principalmente a Chus por prestarme el material necesario para poder realizar el trabajo final de grado.

A mi familia por su constante respaldo en cada paso que he dado y en cada decisión que he tomado.

Por último, pero no menos importante, agradecer a mi pareja que me acompaña, ayuda en todos los momentos y permitirme mejorar su ordenador para realizar el trabajo final de grado.

COMPROMISO

"El presente documento ha sido realizado completamente por el firmante; no ha sido entregado como otro trabajo académico previo y todo el material tomado de otras fuentes ha sido convenientemente entrecomillado y citado su origen en el texto, así como referenciado en la bibliografía"

Firmado por Moreno Pérez, Jesús

con DNI:48154137-

Levantamiento fotogramétrico y modelado 3D del conjunto parque San Miguel y Ermita del Sagrado Corazón de Abengibre (Albacete) mediante RPAS

RESUMEN:

Este trabajo fin de grado tiene como finalidad realizar el levantamiento fotogramétrico y modelado 3D del Parque San Miguel y la Ermita Sagrado Corazón de Jesús de Abengibre, es un proceso que implica la captura de imágenes mediante técnica fotogramétrica con drones (RPAS) para obtener información detallada desde diferentes ángulos con el fin de generar un modelo tridimensional preciso de este conjunto.

Dichas imágenes obtenidas serán procesadas con un software para generar un modelo virtual detallado. Con toda la información obtenida podemos reproducir la topografía, la arquitectura y los detalles del entorno del Parque San Miguel y la Ermita Sagrado Corazón de Jesús, además gracias a puntos de control tomados sobre el parque con la ayuda de un receptor GNSS el modelo será georreferenciado y escalado. Una de las principales ventajas de realizar el levantamiento y modelado 3D con dron es poder obtener precisión y accesibilidad para algunas zonas de difícil acceso para la captura de los datos.

El modelo tridimensional generado podemos utilizarlo para distintos fines como documentación y preservación de este conjunto, como por ejemplo gestión y planificación en mejoras del entorno.

Palabras Clave:

Ermita, Parque San Miguel, Abengibre, Fotogrametría, Drones, RPAS, Modelado 3D, Levantamiento, GNSS, Georreferenciación, Topografía

Alçament fotogramètric i modelatge 3D del conjunt parc San Miguel i Ermita del Sagrat Cor d'Abengibre (Albacete) mitjançant RPAS

RESUM:

Este treball fi de grau té com a finalitat realitzar l'alçament fotogramètric i modelatge 3D del Parc San Miguel i l'Ermita Sagrat Cor de Jesús d'Abengibre, és un procés que implica la captura d'imatges mitjançant tècnica fotogramètrica amb drons (*RPAS) per a obtindre informació detallada des de diferents angles amb la finalitat de generar un model tridimensional precís d'este conjunt.

Estes imatges obtingudes seran processades amb un programari per a generar un model virtual detallat. Amb tota la informació obtinguda podem reproduir la topografia, l'arquitectura i els detalls de l'entorn del Parc San Miguel i l'Ermita Sagrat Cor de Jesús, a més gràcies a punts de control presos sobre el parc amb l'ajuda d'un receptor *GNSS el model serà georeferenciat i escalat. Una dels principals avantatges de realitzar l'alçament i modelatge 3D amb dron és poder obtindre precisió i accessibilitat per a algunes zones de difícil accés per a la captura de les dades.

El model tridimensional generat podem utilitzar-lo per a diferents fins com a documentació i preservació d'este conjunt, com per exemple gestió i planificació en millores de l'entorn.

Paraules Clau:

Ermita, Parc San Miguel, Abengibre, Fotogrametria, Drons, *RPAS, Modelatge 3D, Alçament, GNSS, Georeferenciació, Topografia

Photogrammetric survey and 3D modeling of the San Miguel park and Sacred Heart Chapel in Abengibre (Albacete) using RPAS.

SUMMARY:

The purpose of this final degree project is to carry out a photogrammetric survey and 3D modelling of the San Miguel Park and the Sagrado Corazón de Jesús Chapel in Abengibre, a process that involves capturing images using photogrammetric techniques with drones (RPAS) to obtain detailed information from different angles in order to generate an accurate three-dimensional model of this complex.

These images obtained will be processed with software to generate a detailed virtual model. With all the information obtained we can reproduce the topography, architecture and details of the surroundings of the San Miguel Park and the Sacred Heart of Jesus Hermitage, and thanks to control points taken over the park with the help of a GNSS receiver the model will be georeferenced and scaled. One of the main advantages of carrying out the survey and 3D modelling with a drone is to be able to obtain precision and accessibility for some areas that are difficult to access for data capture.

The generated three-dimensional model can be used for different purposes such as documentation and preservation of this set, such as management and planning of improvements to the environment.

Keywords:

Hermitage, San Miguel Park, Abengibre, Photogrammetry, Drones, RPAS, 3D Modeling, Survey, GNSS, Georeferencing, Topography.

ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1: UBICACIÓN. FUENTE: WIKIPEDIA.....	10
ILUSTRACIÓN 2: PARQUE SAN MIGUEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	10
ILUSTRACIÓN 3: ERMITA DEL SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS 1930. FUENTE: ABENGIBRE ANTIGUO.....	11
ILUSTRACIÓN 4: ERMITA DEL SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS 2024. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	11
ILUSTRACIÓN 5: RESTRICCIONES ENAIRE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	13
ILUSTRACIÓN 6: PHANTOM 4 PRO V2.0. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	15
ILUSTRACIÓN 7: PHANTOM 4 PRO V2.0 EN VUELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	16
ILUSTRACIÓN 8: TABLET IPAD. FUENTE: APPLE.....	16
ILUSTRACIÓN 9: LEICA ZENO FLX100 Y TABLET ZENO TAB2. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	17
ILUSTRACIÓN 10: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL RECEPTOR FLX100. FUENTE: LEICA.....	17
ILUSTRACIÓN 11: SET RECEPTOR GNSS. FUENTE: OMTTOOLS.....	18
ILUSTRACIÓN 12: DIANAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	18
ILUSTRACIÓN 13: TIPO MALLA PARQUE FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	19
ILUSTRACIÓN 14: TIPO CIRCULAR PARQUE FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	20
ILUSTRACIÓN 15: TIPO CIRCULAR GENERAL PARQUE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	20
ILUSTRACIÓN 16: TIPO CIRCULAR GENERAL PARQUE 2. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	21
ILUSTRACIÓN 17: TIPO CIRCULAR ENTRADA PARQUE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	21
ILUSTRACIÓN 18: TIPO MALLA ERMITA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	22
ILUSTRACIÓN 19: TIPO CIRCULAR ERMITA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	22
ILUSTRACIÓN 20: TIPO MANUAL ERMITA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	23
ILUSTRACIÓN 21: METRO LÁSER. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	23
ILUSTRACIÓN 22: IMÁGENES SIN ORIENTAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	25
ILUSTRACIÓN 23: CONVERTIR REFERENCIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	25
ILUSTRACIÓN 24: ORIENTACIÓN DE FOTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	26
ILUSTRACIÓN 25: IMÁGENES ORIENTADAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	26
ILUSTRACIÓN 26: NUBE DE PUNTOS DE PASO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	27
ILUSTRACIÓN 27: IMPORTACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	27
ILUSTRACIÓN 28: NUBE SIN CORRECCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	28
ILUSTRACIÓN 29: COLOCACIÓN DE MARCADORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	28
ILUSTRACIÓN 30: NUBE DE PUNTOS CORREGIDA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	29
ILUSTRACIÓN 31: ERROR EN MARCADORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	29
ILUSTRACIÓN 32: CREAR MALLA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	30
ILUSTRACIÓN 33: MODELO SOMBREADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	31
ILUSTRACIÓN 34: MODELO MONOCROMO MALLA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	31
ILUSTRACIÓN 35: CREAR TEXTURA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	32
ILUSTRACIÓN 36: MODELO TEXTURIZADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	32
ILUSTRACIÓN 37: CREACIÓN DE MODELO DE TESELAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	33
ILUSTRACIÓN 38: MODELO TESELADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	33
ILUSTRACIÓN 39: CREAR NUBE DE PUNTOS DENSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	34
ILUSTRACIÓN 40: NUBE DE PUNTOS DENSA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	34
ILUSTRACIÓN 41: NUBE DE PASO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	35
ILUSTRACIÓN 42: CREACIÓN ORTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	36
ILUSTRACIÓN 43: ORTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	36
ILUSTRACIÓN 44: CREACIÓN DEL MODELO DIGITAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	37
ILUSTRACIÓN 45: MDS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	37
ILUSTRACIÓN 46: AÑADIR MAPA BASE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	38
ILUSTRACIÓN 47: ORTO Y MDS SUPERPUESTOS A ESRI. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	38
ILUSTRACIÓN 48: POSICIÓN Y SOLAPAMIENTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	39
ILUSTRACIÓN 49: NIVEL DE CONFIANZA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	39
ILUSTRACIÓN 50: POSICIÓN Y ESTIMACIÓN DE LOS PUNTOS DE APOYO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	40
ILUSTRACIÓN 51: COMPROBACIÓN DEL MODELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	41
ILUSTRACIÓN 52: VIDEO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	42

ILUSTRACIÓN 53: TABLA SALARIAL FUENTE: UGT.....52

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PUNTOS DE APOYO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....40
 TABLA 2: RECURSOS HUMANOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.43
 TABLA 3: MATERIALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....43
 TABLA 4: DIETAS Y DESPLAZAMIENTO.....43
 TABLA 5: COSTE DIRECTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....44
 TABLA 6: COSTES INDIRECTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA44
 TABLA 7: PRESUPUESTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.44
 TABLA 8: PUNTOS GPS FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....52

ÍNDICE DE ESQUEMAS

FLUJO DE TRABAJO 1: OBTENCIÓN DE LOS DATOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 14
 FLUJO DE TRABAJO 2: AGISOFT METASHAPE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 24

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	OBJETIVOS	12
3.	DATOS	13
3.1.	Dron: Phantom 4 Pro V2.0.....	15
3.2.	Ipad.....	16
3.3.	GNSS.....	17
3.4.	Software: Pix4D Capture	19
3.4.1.	Vuelos	19
3.5.	Metro laser	23
4.	METODOLOGÍA	24
4.1.	Añadir fotografías	25
4.2.	Orientar fotografías	26
4.2.1.	Puntos de paso.....	27
4.3.	Puntos de control o marcadores	27
4.4.	Crear malla	30
4.5.	Crear textura.....	32
4.6.	Modelo teselado	33
4.7.	Generar nube de puntos densa.....	34
4.8.	Ortomosaico	36
4.9.	Modelo digital de superficie.....	37
5.	RESULTADOS	39
5.1.	Animación.....	42
6.	PRESUPUESTO	43
7.	CONCLUSIONES	45
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	46
9.	CRÉDITOS DE LAS FOTOGRAFÍAS	47
10.	CARTOGRAFÍA	49
11.	ANEXOS.....	52

1. INTRODUCCIÓN

Este conjunto de ermita y parque o cualquier otro entorno, deberían estar siempre en continua conservación y restauración, no solo en las épocas de fiestas patronales. Con estos levantamientos fotogramétricos y modelados 3D mediante RPAS se puede obtener gran cantidad de información sobre el lugar y alcanzar los resultados precisos ante las necesidades de este conjunto para su conservación.

El parque San Miguel y la ermita del Sagrado Corazón se encuentran situadas en Abengibre, un municipio de la provincia de Albacete, dentro de la comunidad autónoma de Castilla La Mancha. Abengibre se sitúa en el noreste de la provincia de Albacete, dentro de la comarca de la Manchuela.



Ilustración 1: Ubicación. Fuente: Wikipedia.

La ermita del Sagrado Corazón fue construida en el parque San Miguel a principios del siglo XIX, fue inaugurada en 1930 durante las fiestas mayores de Abengibre en honor a San Miguel.

El parque San Miguel, a parte de ser una zona ajardinada es una zona de nacimiento de agua, también es donde está ubicada la piscina municipal de Abengibre y lo más destacable de este parque es su entorno.



Ilustración 2: Parque San Miguel. Fuente: Elaboración Propia.

La ermita es una pequeña capilla, con una dimensión minorada. El interior dispone de un altar a San Miguel y a ambos lados las imágenes de San Cristóbal, San Isidro y la Virgen de Fátima.

La ilustración 3 es una fotografía del día de la inauguración. La imagen muestra una arquitectura simétrica, cubierta a dos aguas. En la fachada principal se pueden observar dos pequeños pináculos triangulares sobre pilastras, entre estos dos pináculos está situado una espadaña (campanario) con un arco de medio punto sobre pilastras, que son utilizadas de base para la imagen del Sagrado Corazón de Jesús. Desde el día de la inauguración hasta el día de hoy, tanto el parque San Miguel como la ermita han sufrido constantes modificaciones en su aspecto, como se puede observar en la ilustración 4.



Ilustración 3: Ermita del Sagrado Corazón de Jesús 1930. Fuente: Abengibre Antiguo.



Ilustración 4: Ermita del Sagrado Corazón de Jesús 2024. Fuente: Elaboración Propia.

2. OBJETIVOS

El principal objetivo, como el propio título indica, es realizar un levantamiento fotogramétrico del parque San Miguel de Abengibre (Albacete) y producir un modelado tridimensional del lugar a partir de fotografías obtenidas mediante RPAS. Dentro del objetivo principal también se debe incluir que la realización de este trabajo puede servir de gran ayuda para documentación, conservación del patrimonio, remodelación e investigación.

Dentro de este trabajo de levantamiento y modelado 3D del parque San Miguel y la ermita se pueden considerar algunos objetivos específicos:

- Analizar las posibilidades que tiene la fotogrametría en este ámbito.
- Analizar los distintos softwares tanto para la planificación y ejecución de los vuelos como el software para su procesado.
- Planificación y ejecución de los distintos vuelos con el dron cumpliendo la nueva normativa vigente.
- Georreferenciación con un receptor GNSS para generar un modelo tridimensional adecuado.
- Obtención de subproductos como la nube de puntos, un modelo digital de superficies (MDS), ...
- Analizar y valorar tanto la precisión como la calidad del modelo 3D para su posible divulgación.

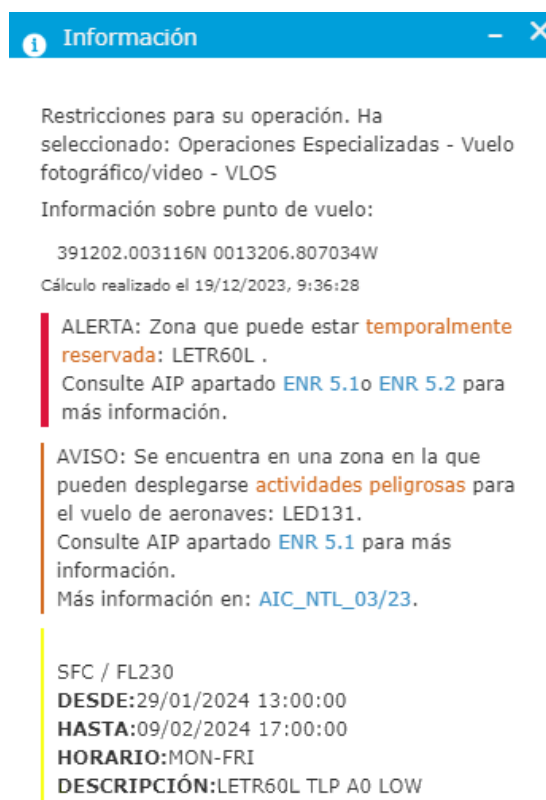
La información obtenida puede aportar distintas aplicaciones y beneficios a la hora de aplicar medidas de conservación tanto del parque como de la ermita, la creación de visualizaciones interactivas para ver el conjunto desde distintas perspectivas, integración de información en un contexto histórico para su estudio.

3. DATOS

Para obtener los datos del levantamiento fotogramétrico y modelado 3D del conjunto de ermita Sagrado Corazón y parque San Miguel se realizó un pequeño estudio para ver qué modelo de dron que seleccionaba, comparando los distintos sensores, posicionamiento, las distintas aplicaciones para realizar la planificación de los vuelos y el procesado de las imágenes obtenidas.

Los equipos elegidos fueron el dron Phantom 4 Pro V2.0, receptor GPS Leica Zeno FLX100 Smart Antena junto con una tablet Zeno Tab 2 con la app TcpGPS, proporcionados por la escuela y una tablet proporcionada por el Departamento de Ingeniería Cartografía, Geodesia y Fotogrametría para control y planificación del vuelo.

La toma de los datos del conjunto fue el 22 de enero en torno a unas 3 horas. Antes de este día previamente, se realizó un estudio, revisando distintas agencias meteorológicas y aplicaciones (Aemet, Meteosat, Dronescast, UAV Forecast), también si la zona de estudio tenía restricciones para su operación y una pequeña revisión de la normativa que entraba en vigor a partir del 1 de enero de 2024. Como se observa en la ilustración 5 la zona era reservada para fines militares los días después de la toma de datos del conjunto.



Información

Restricciones para su operación. Ha seleccionado: Operaciones Especializadas - Vuelo fotográfico/video - VLOS

Información sobre punto de vuelo:

391202.003116N 0013206.807034W

Cálculo realizado el 19/12/2023, 9:36:28

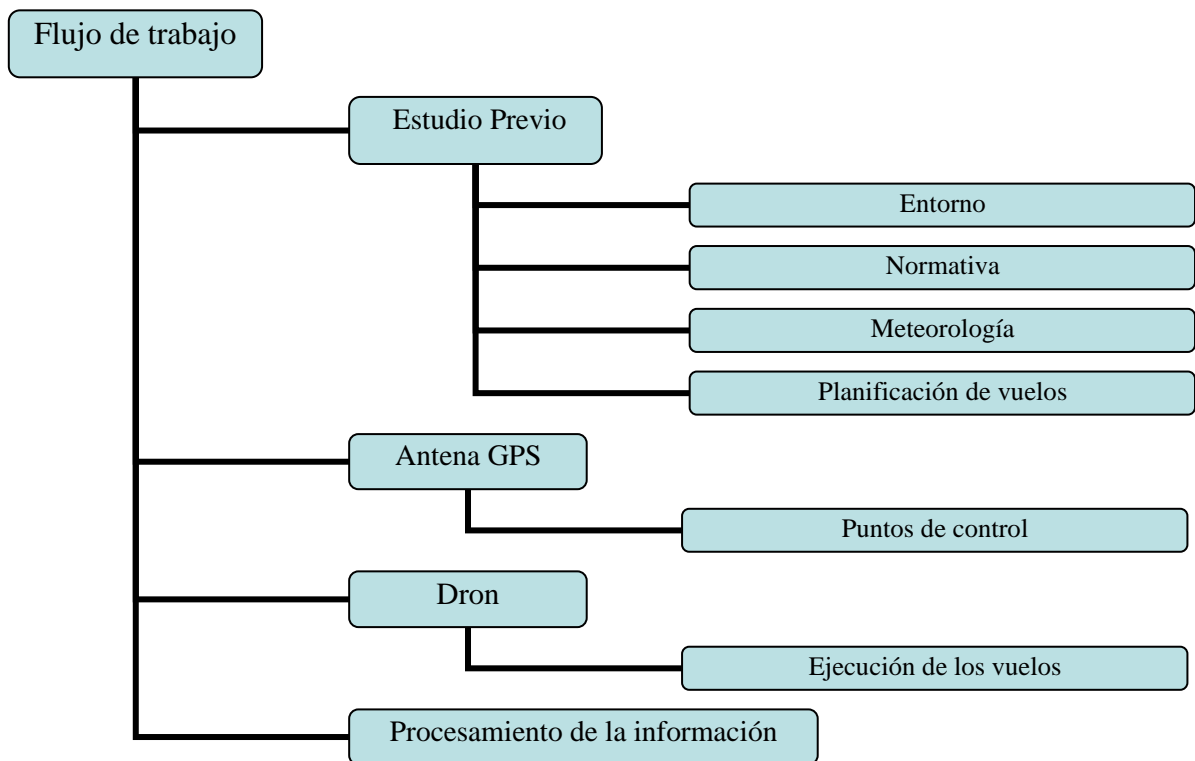
ALERTA: Zona que puede estar **temporalmente reservada**: LETR60L .
Consulte AIP apartado **ENR 5.1**o **ENR 5.2** para más información.

AVISO: Se encuentra en una zona en la que pueden desplegarse **actividades peligrosas** para el vuelo de aeronaves: LED131.
Consulte AIP apartado **ENR 5.1** para más información.
Más información en: [AIC_NTL_03/23](#).

SFC / FL230
DESDE:29/01/2024 13:00:00
HASTA:09/02/2024 17:00:00
HORARIO:MON-FRI
DESCRIPCIÓN:LETR60L TLP A0 LOW

Ilustración 5: Restricciones ENAIRE. Fuente: Elaboración Propia.

Los pasos previos antes de realizar el levantamiento con el dron para la obtención de los datos fue crear un flujo de trabajo.



Flujo de trabajo 1: Obtención de los datos. Fuente: Elaboración propia.

3.1. Dron: Phantom 4 Pro V2.0

El Phantom 4 Pro V2.0 pertenece a la casa DJI, no es un modelo nuevo, pero cumple con los estándares de calidad para vuelos fotogramétricos. El Phantom 4 Pro V2.0 cuenta con un sensor CMOS de 1 pulgada, una resolución de 20 MP, un obturador mecánico que elimina la distorsión. También cuenta con un sistema de posicionamiento por satélite GPS/GLONASS, un peso de 1375 gramos. Con la nueva normativa, que fue aplicada a partir del 1 de enero de 2024, el Phantom 4 Pro V2.0 solo se pueden usar en condiciones de la subcategoría A3 o en escenarios STS-ES (categoría específica) debido a su peso y a que no tiene marcado de clase. La elección del lugar era un poco relevante ya que dispongo de certificado para pilotar en escenario estándar STS-ES-01 y STS-ES02.



Ilustración 6: Phantom 4 Pro V2.0. Fuente: Elaboración Propia.

Especificaciones:

- **Aeronave**
 - Peso con batería y hélices incluidas 1375g
 - Resistencia máxima al viento 10m/s o 36km/h
 - Batería de vuelo inteligente con un tiempo máximo de vuelo aproximadamente 30 minutos
 - Sistema de posicionamiento por satélite GPS/GLONASS
 - Rango de precisión de vuelo estacionario
 - Vertical
 - $\pm 0.1\text{m}$ con posicionamiento visual
 - $\pm 0.5\text{m}$ con posicionamiento por GPS
 - Horizontal
 - $\pm 0.3\text{m}$ con posicionamiento visual
 - 1.5m con posicionamiento por GPS

- **Cámara**
 - Sensor
 - CMOS de 1 pulgada
 - Píxeles efectivos 20MP
 - Objetivo angular f/2.8-f/11
 - Velocidad del obturador mecánico 8-1/2000s
 - Velocidad del obturador electrónico 8-1/8000s
 - Tamaño de imagen (5472x3648; 4864x3648; 5472x3078)



Ilustración 7: Phantom 4 Pro V2.0 en vuelo. Fuente: Elaboración Propia.

3.2. Ipad

El ipad es utilizado para la planificación y control del vuelo con la aplicación Pix4D Capture para la realización del levantamiento fotogramétrico, es de 9.^a generación y fue prestado por el Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría.



Ilustración 8: Tablet Ipad. Fuente: Apple.

3.3. GNSS

La obtención de los puntos de control para el trabajo final de grado fue realizada con el receptor Leica Zeno FLX100 junto a la tablet Zeno Tab 2, son del fabricante Leica. Este receptor GNSS soporta distintos sistemas de navegación, como GPS, Glonass, BeiDou, Galileo. Es un receptor con un diseño compacto y ligero, con este modelo nos ofrece una alta precisión de 2 centímetros de error. La tablet Zeno Tab 2 contenía el software TcpGPS para realizar la captura de los puntos, con una interfaz sencilla que facilitó la interacción a nivel usuario.



Ilustración 9: Leica Zeno FLX100 y Tablet Zeno Tab2. Fuente: Elaboración Propia.

GNSS TECHNOLOGY		POWER MANAGEMENT	
Horizontal real-time accuracy	RTK (Multi-frequency): 2 cm + 1 ppm* SBAS (L1 only): <0.9 m* Navigated: 1.2 m*	Battery	Internal (3.8 V / 6120 mAh)
Vertical real-time accuracy	RTK (Multi-frequency): 3 cm + 1 ppm*	Battery charging time	4 hours to full charge
Post-processing accuracy static mode	Horizontal: 2 cm + 1 ppm* Vertical: 3 cm + 1 ppm*	Power	DC 5V/2A
Satellite signal tracking	<ul style="list-style-type: none"> ■ GPS (L1 C/A, L2C) ■ Glonass (L1OF, L2OF) ■ BeiDou (B1I, B2I) ■ Galileo (E1B/C, E5b) ■ QZSS (L1C/A, L2C) ■ SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN (L1 C/A) 	Operating time	>20 hours
Number of channels	184 channels	PHYSICAL SPECIFICATIONS	
Update rate	Up to 10 Hz (0.10 sec)	Weight and dimensions	319 g, 139 mm x 80.6 mm x 31 mm
Supported operating systems	<ul style="list-style-type: none"> ■ Android ■ iOS ■ Windows 	Proof against water, sand and dust	IP67
Real-time protocols	RTCM 3.0, RTCM 3.1, RTCM 3.2, RTCM 3.3, RTCM MSM	Operating/Storage temperature range	<ul style="list-style-type: none"> ■ Operating: -40 to 65 °C ■ Storage: -40 to 80 °C
GNSS initialization	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cold Start: 24 sec ■ Reacquisition: 2 sec 	Humidity	Rarely and slightly condensing. ISO 9022-12-04 (+65 °C, 92 %, 62 h)
User interface	On/Off key status indicator (LED): satellite tracking, corrections, Bluetooth® communication and battery power	Drop	1.2 m
Communication port	Bluetooth® 5.0	Vibration	Withstands strong vibration. ISO 9022-36-05 (10-55 Hz / ±0.15 mm / 5 cycles)

Ilustración 10: Especificaciones técnicas del receptor FLX100. Fuente: Leica.

El set completo fue proporcionado por la escuela, que estaba compuesto por un jalón, el receptor Leica Zeno FLX100, la Tablet Zeno Tab 2 y dos soportes, uno para el receptor y otro para la Tablet. Con este set nos colocábamos sobre las dianas para capturar los puntos.



Ilustración 11: Set receptor GNSS. Fuente: OMTTools.

Se capturó un total de 13 puntos repartidos por todo el parque San Miguel de Abengibre. Dichos puntos fueron tomados sobre dianas hechas a mano, con una base de cartón grueso donde se le pegaron folios impresos en DIN A4 con la diana dibujada con una enumeración.



Ilustración 12: Dianas. Fuente: Elaboración propia.

3.4. Software: Pix4D Capture

Para la planificación y obtención de los datos del trabajo se emplea Pix4D Capture por ser un software sencillo y además se acondicionaba al trabajo a la hora de planificar distintos planes de vuelo.

Se realizan 8 vuelos, 4 de ellos fueron para obtener el conjunto, 1 para obtener información de la entrada del parque debido a la densidad de vegetación y otros 3 para obtener mayor información de la Ermita. Para la planificación de los distintos vuelos fue necesaria la utilización de dos baterías, con cada batería se realizaron 4 vuelos.

3.4.1. Vuelos

- **Vuelo 1:**
 - Tipo: malla
 - Angulo de cámara: 90°
 - Tiempo de vuelo: 08 minutos 20 segundos
 - Solapamiento: 80% frontal y 80% lateral
 - Altura de vuelo: 40 metros

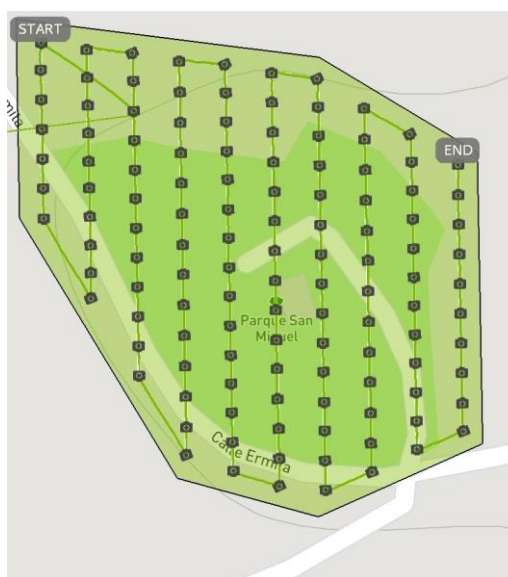


Ilustración 13: Tipo malla parque Fuente: Elaboración Propia.

- **Vuelo 2:**
 - Tipo: circular
 - Angulo de cámara: 6°
 - Tiempo de vuelo: 02 minutos 57 segundos
 - Altura de vuelo: 40 metros

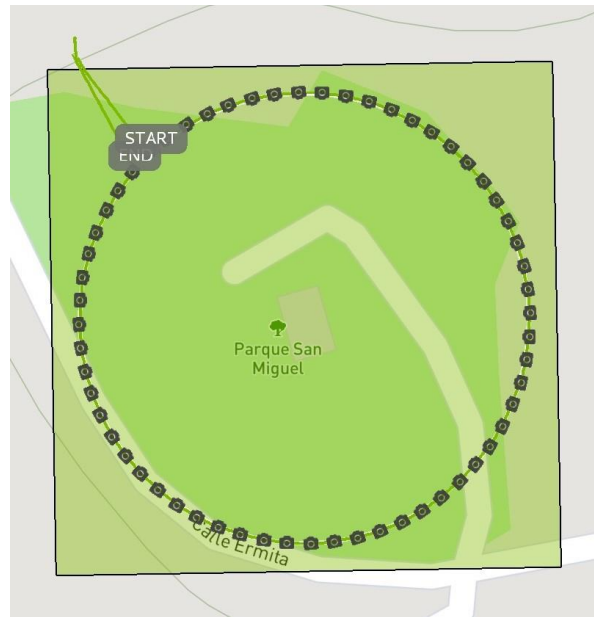


Ilustración 14: Tipo circular parque Fuente: Elaboración Propia.

• **Vuelo 3:**

- Tipo: circular
- Angulo de cámara: 8°
- Tiempo de vuelo: 02 minutos 43 segundos
- Altura de vuelo: 25 metros

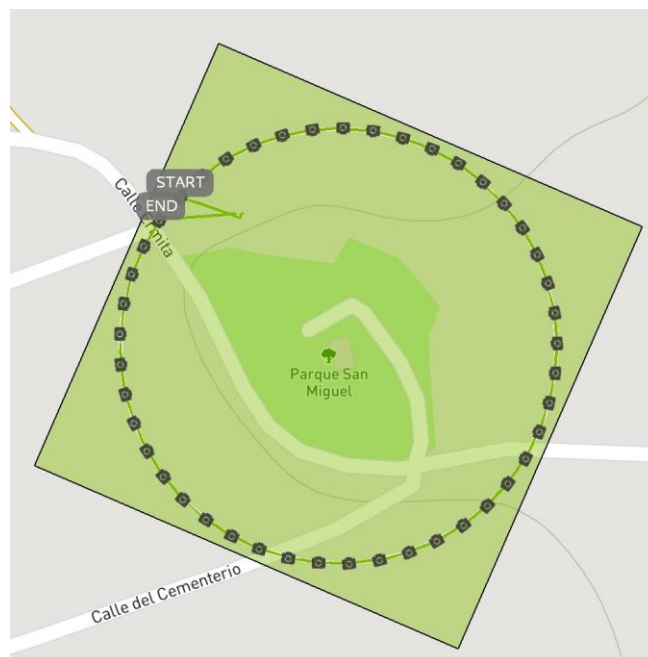


Ilustración 15: Tipo circular general parque. Fuente: Elaboración Propia.

- **Vuelo 4:**
 - Tipo: circular
 - Angulo de cámara: 8°
 - Tiempo de vuelo: 02 minutos 41 segundos
 - Altura de vuelo: 25 metros

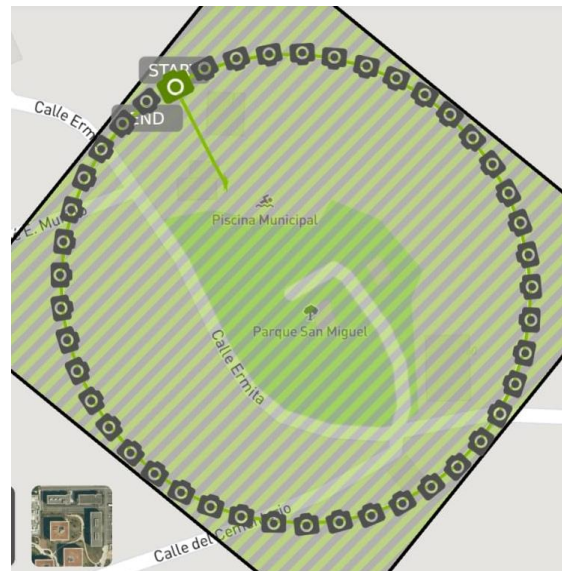


Ilustración 16: Tipo circular general parque 2. Fuente: Elaboración propia.

- **Vuelo 5:**
 - Tipo: circular
 - Angulo de cámara: 10°
 - Tiempo de vuelo: 02 minutos 03 segundos
 - Altura de vuelo: 25 metros

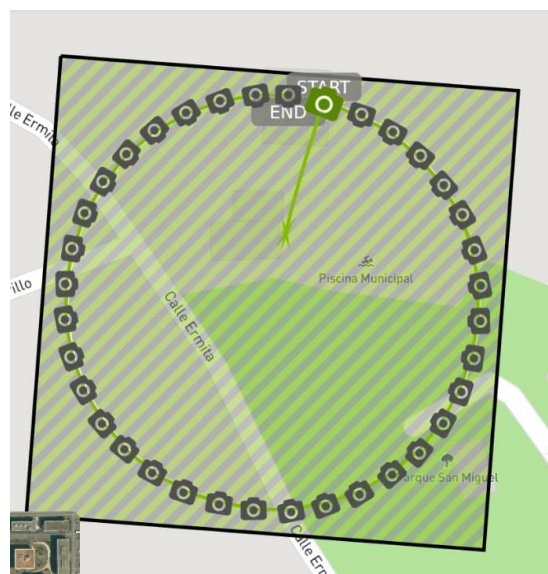


Ilustración 17: Tipo circular entrada parque. Fuente: Elaboración propia.

- **Vuelo 6:**
 - Tipo: malla
 - Angulo de cámara: 90°
 - Tiempo de vuelo: 04 minutos 39 segundos
 - Solapamiento: 85% frontal y 85% lateral
 - Altura de vuelo: 20 metros

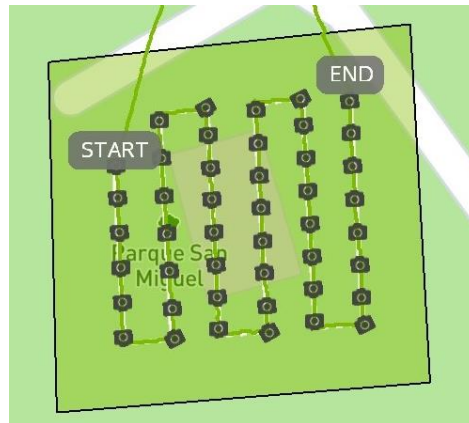


Ilustración 18: Tipo malla ermita Fuente: Elaboración Propia.

- **Vuelo 7:**
 - Tipo: circular
 - Angulo de cámara: 6°
 - Tiempo de vuelo: 04 minutos 04 segundos
 - Altura de vuelo: 20 metros



Ilustración 19: Tipo circular ermita Fuente: Elaboración Propia.

- **Vuelo 8:**
 - Tipo: manual
 - Tiempo de vuelo: 10 minutos

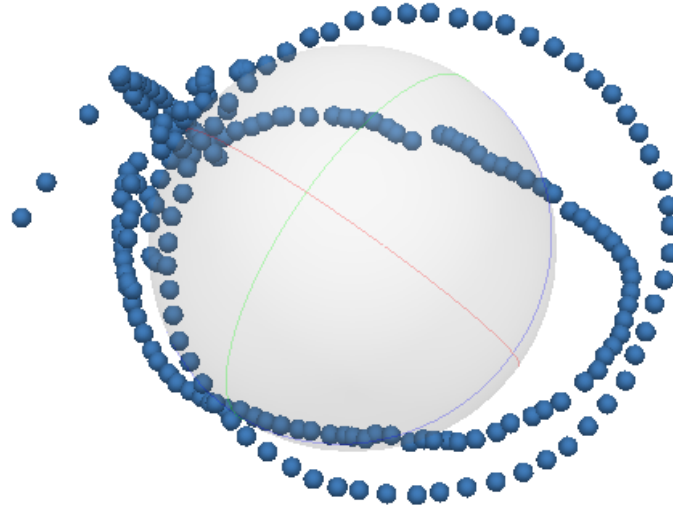


Ilustración 20: Tipo manual ermita Fuente: Elaboración Propia.

3.5. Metro laser

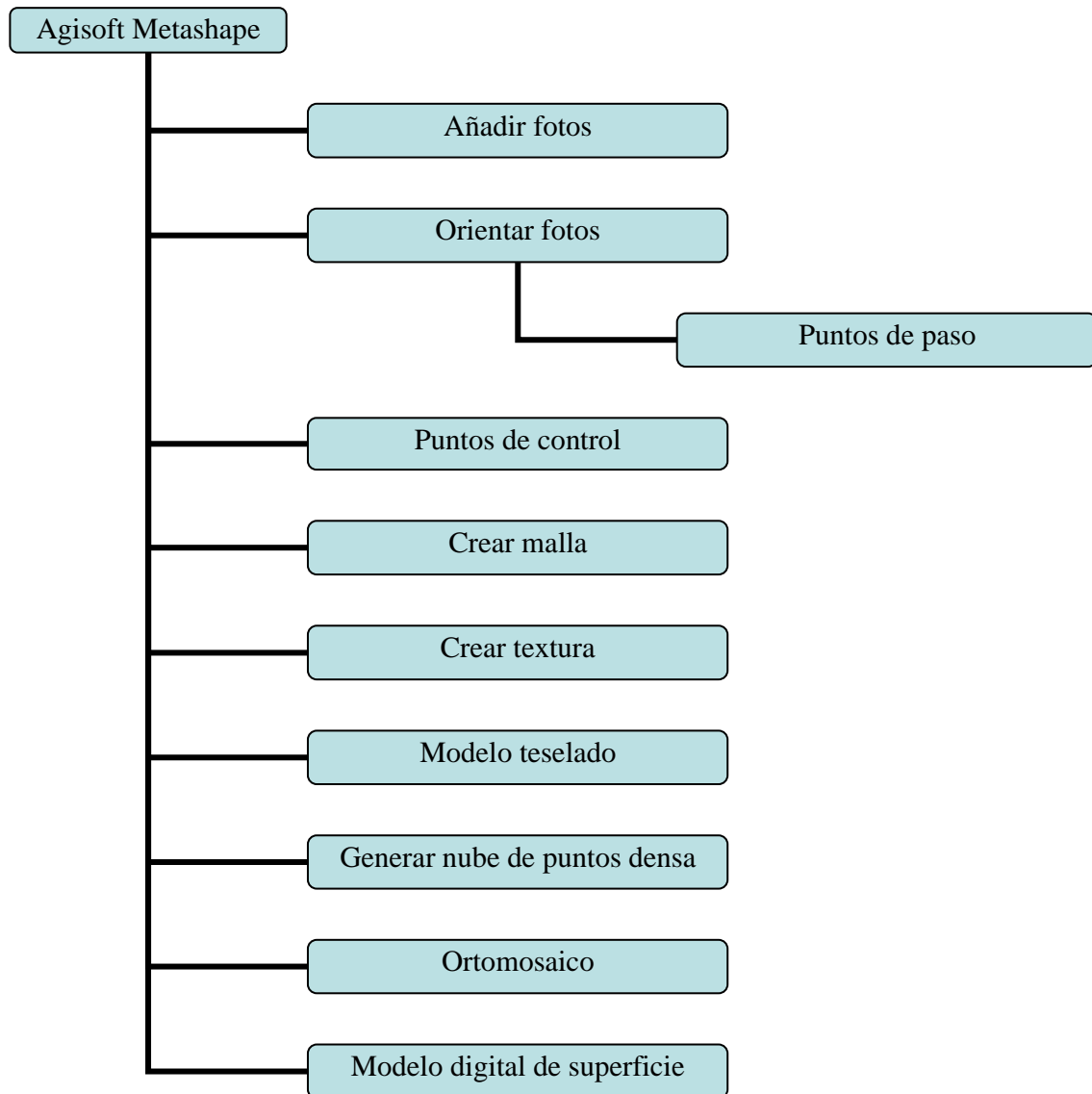
Para comprobar la exactitud del trabajo final de grado se tomaron referencias con un metro láser.



Ilustración 21: Metro láser. Fuente: Elaboración propia.

4. METODOLOGÍA

Una vez capturados los datos necesarios se pasa al procesado de los datos obtenidos, este tratamiento de datos va a ser mediante el software Agisoft Metashape ya que el programa tiene su propio flujo de trabajo siendo muy intuitivo de manejar. Agisoft es una herramienta especializada en el procesamiento fotogramétrico de imágenes, pudiendo crear modelos tridimensionales a partir de dichas imágenes. En la solapa de flujo de trabajo se puede encontrar el proceso a seguir.



Flujo de trabajo 2:Agisoft Metashape. Fuente: Elaboración propia.

4.1. Añadir fotografías

Una vez capturados todos los datos, antes de añadirlos al software, se hace una revisión de las imágenes para eliminar, por ejemplo, imágenes borrosas o cualquier otra que pueda afectar a la calidad del modelo. Cuando las imágenes están revisadas, se crea un proyecto nuevo y se añaden las imágenes en Agisoft. Hay dos posibilidades de hacerlo, añadir las fotos o añadir directamente la carpeta contenedora. En el espacio de trabajo se ve el número de imágenes seleccionadas para el trabajo (600 imágenes).

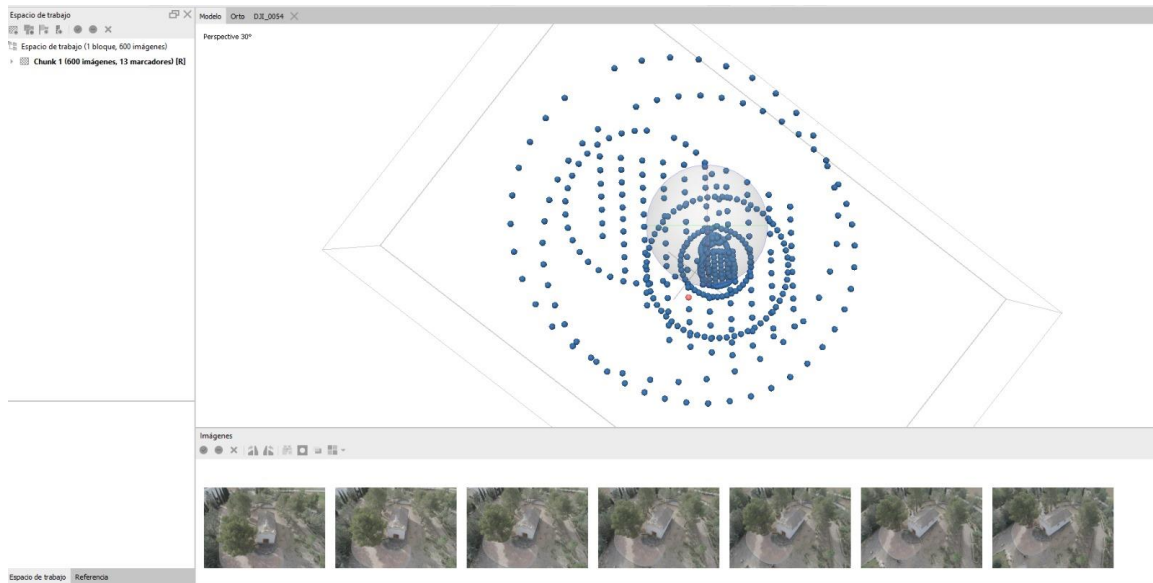


Ilustración 22: Imágenes sin orientar. Fuente: Elaboración propia.

Una vez añadidas todas las imágenes, se adapta el sistema de coordenadas del proyecto para que coincida con los puntos tomados en campo con el GPS. El sistema de referencia con el que se ha trabajado es ETRS89/UTM zona 30N (N-E) (EPSG::3042). El cambio se realizó con la herramienta convertir referencia que tiene el propio software.

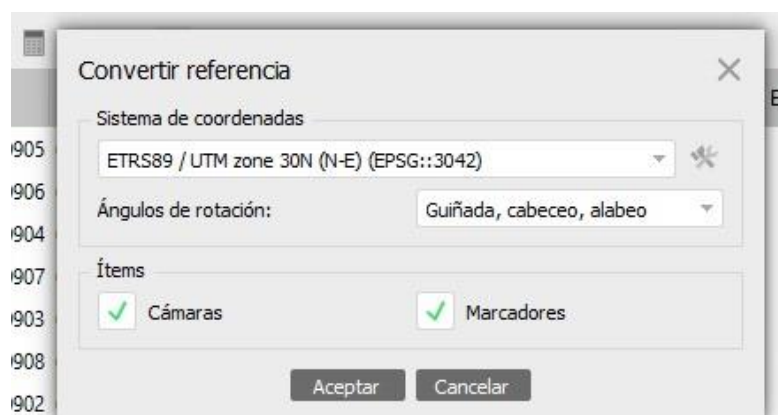


Ilustración 23: Convertir referencia. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Orientar fotografías

Cuando se tienen las imágenes añadidas se pasa a orientar las fotos. Como se ve en la ilustración 24, tiene la siguiente distribución.

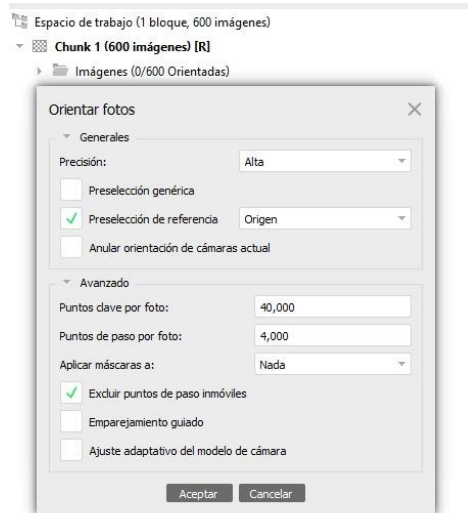


Ilustración 24: Orientación de fotos. Fuente: Elaboración propia.

En la precisión se seleccionó la categoría alta, ya que emplea la calidad original de las imágenes. Si se eligiera otro tipo de selección, ya sea máxima precisión o mínima, el propio software duplica o reduce el tamaño de las fotografías dependiendo de si ampliamos o reducimos la calidad.

Tras comparar distintas orientaciones, al habilitar la casilla de preselección genérica, las fotos tomadas con el dron de forma manual no se emparejaban correctamente, entonces la casilla de preselección genérica se dejó deshabilitada. La elección de preselección de referencia a origen agiliza el proceso de las imágenes que tienen traslape y puedan tener características comunes. A los parámetros avanzados se optó por dejarlos como aparecen por defecto, ya que el ajuste adaptativo del modelo de cámara y el emparejamiento guiado se realizó más adelante.

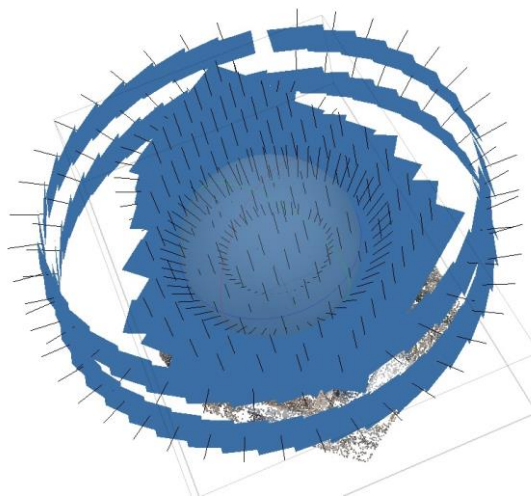


Ilustración 25: Imágenes orientadas. Fuente: Elaboración propia.

4.2.1. Puntos de paso

Con la orientación de las imágenes se obtiene la nube de puntos de paso.

La nube de puntos se clarifica eliminando puntos que no corresponden al parque San Miguel ni a la ermita, con el fin de acelerar el flujo de trabajo. Con la nube de puntos de paso simplificada, se queda compuesta por 330417 puntos en vez de 553275 puntos. Cada punto de paso tiene una multiplicidad media de puntos de paso de 4.58, es decir, cada punto de paso el software lo ha visualizado en más de 4 imágenes.

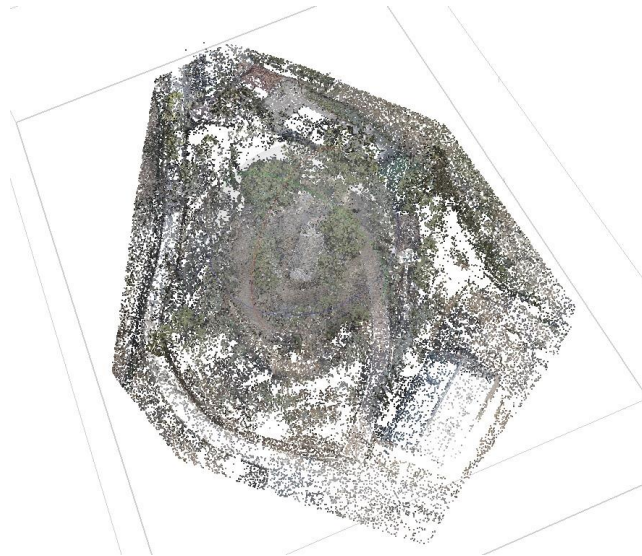


Ilustración 26: Nube de puntos de paso. Fuente: Elaboración propia.

4.3. Puntos de control o marcadores

El sistema de coordenadas fue establecido al añadir las imágenes al proyecto, se estableció el sistema ETRS89/UTM zona 30N (N-E) para que coincidiera con los puntos GPS tomados en campo. La información de los puntos es importada al software, se importan un total de 13 puntos generando 13 marcadores, uno por cada punto.

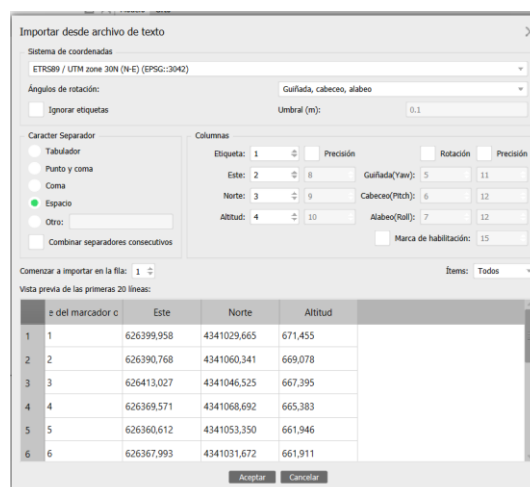


Ilustración 27: Importación de los puntos de control. Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la siguiente ilustración, los marcadores no están posicionados en la nube de puntos de paso, ya que la nube de puntos es generada con las coordenadas de las imágenes tomadas con el Phantom 4 Pro V2.0.

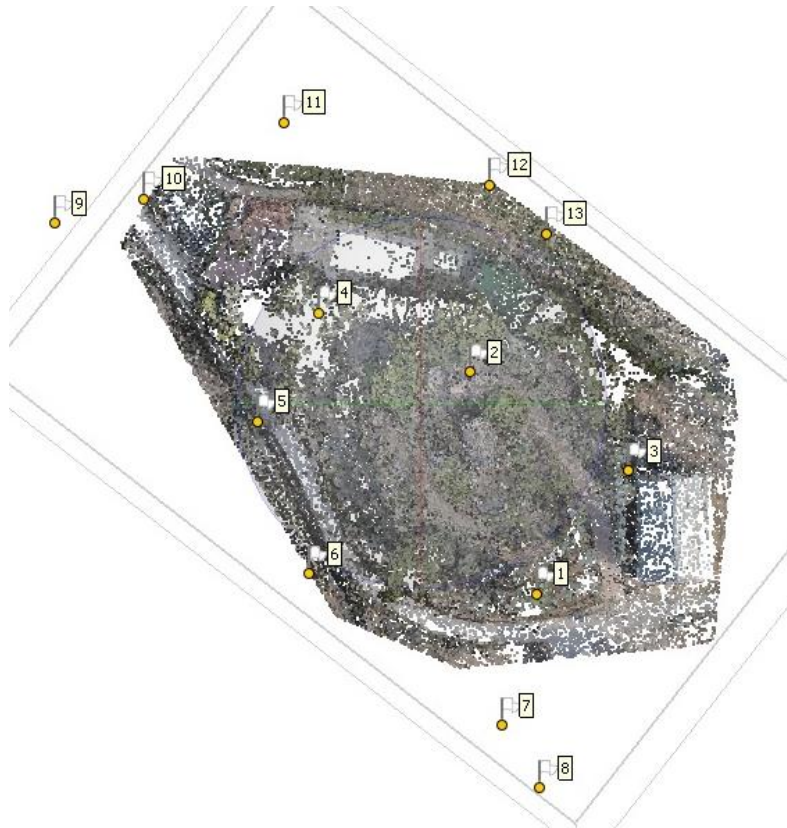


Ilustración 28: Nube sin corrección. Fuente: Elaboración propia.

Para solventar la desviación de posicionamiento de la nube de puntos de paso, se ajustaron los marcadores de forma manual en las imágenes que aparecían; en la siguiente ilustración se puede ver un ejemplo.

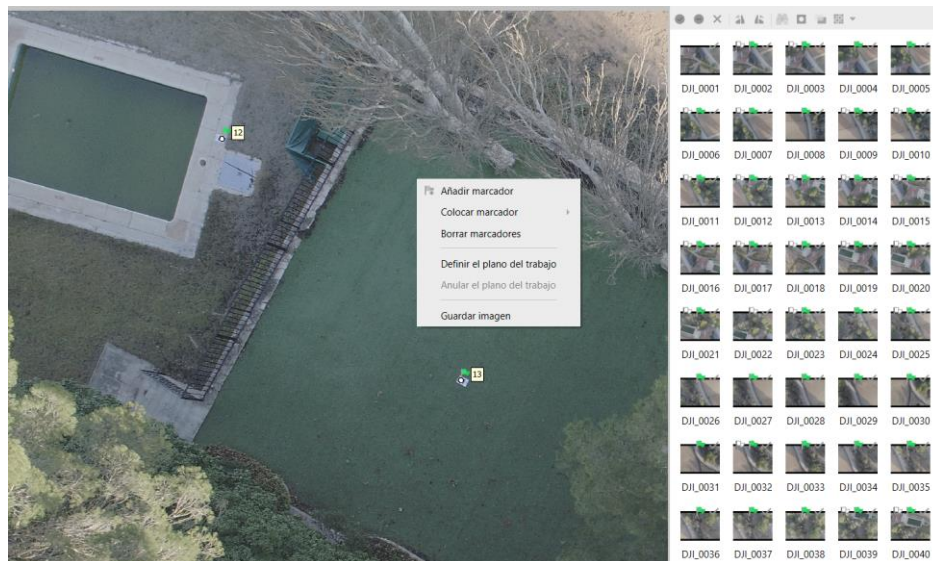


Ilustración 29: Colocación de marcadores. Fuente: Elaboración propia.

Cuando se sitúa más de dos veces un marcador, el propio software te sitúa de forma aproximada el marcador, agilizando el trabajo. Es cierto, que no es necesario revisar las 600 imágenes de este proyecto, ya que poner todos los marcadores puede generar un posible error, pudiendo ser un trabajo costoso y además posicionar los marcadores en demasiadas imágenes puede que no aporte información o simplemente puede introducir ruido.

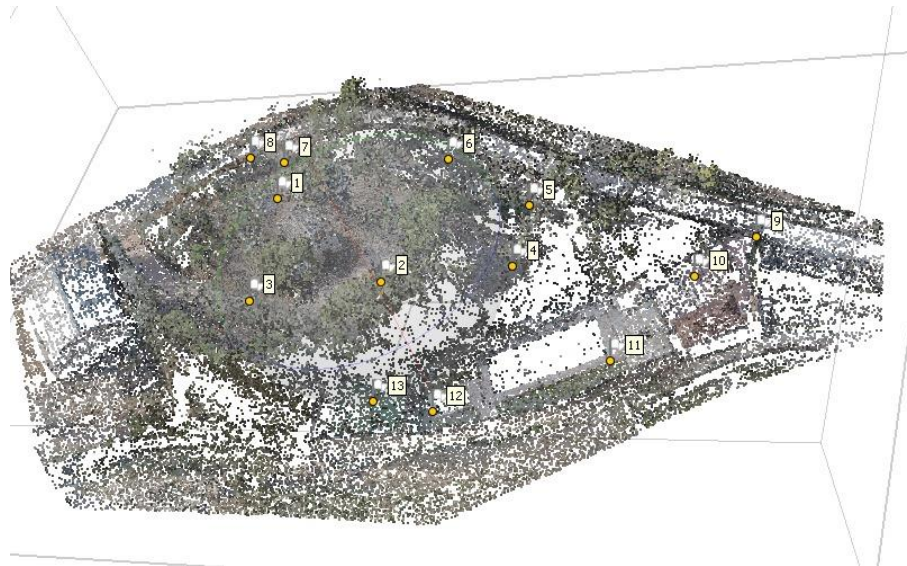


Ilustración 30: Nube de puntos corregida. Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminada la colocación de los marcadores, se obtiene un error total de todos los marcadores sin calibración de 2.25 centímetros y el error después de calibración es de 1.4 centímetros.

Revisando las especificaciones técnicas que tiene el receptor Leica Zeno FLX100 (ilustración 10), el error a priori sale por debajo de los 2 centímetros, es decir, mejor de lo esperado.

Marcadores	Error (m)	Proyecciones	Error (pix)
✓ 1	0.015804	7	0.728
✓ 2	0.014587	10	0.626
✓ 3	0.004803	15	0.352
✓ 4	0.016343	8	0.665
✓ 5	0.018020	15	0.444
✓ 6	0.007680	15	0.418
✓ 7	0.015149	16	0.481
✓ 8	0.013355	13	0.345
✓ 9	0.007338	4	0.755
✓ 10	0.019473	9	0.453
✓ 11	0.009809	15	0.308
✓ 12	0.015652	15	0.485
✓ 13	0.013679	14	0.457
Error total			
Puntos de ap...	0.013883		0.479
Puntos de co...			

Ilustración 31: Error en marcadores. Fuente: Elaboración propia.

4.4. Crear malla

Teniendo las imágenes orientadas e introduciendo los marcadores a las imágenes, se pasa a generar la malla que a su vez genera los mapas de profundidad. Cuando finaliza este proceso, se obtiene una malla tridimensional que representa la superficie del parque y ermita mediante las imágenes tomadas con el dron.

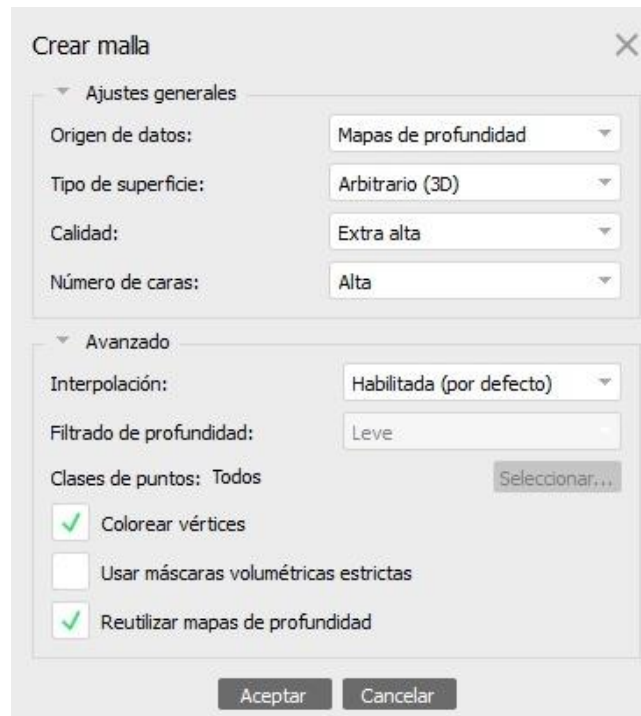


Ilustración 32: Crear malla. Fuente: Elaboración propia.

Comparando todas las formas posibles de generar la malla del proyecto, se ha optado por mapas de profundidad en origen de datos, superficie arbitraria 3D, calidad extra alta y número alto de caras. En los ajustes avanzados, la interpolación se dejó por defecto, pero para el filtrado de profundidad se compararon las tres opciones (leve, moderado y agresivo).

El filtrado leve elimina menos ruido, pero conserva los detalles más finos. El filtrado agresivo elimina más ruido que el leve, pero puede borrar detalles, mientras que el filtrado moderado es una mezcla de los dos anteriores.

Comparando las tres mallas, se optó por elegir el filtrado leve porque mantenía más detalles comparando con los otros tipos de filtrado y además no introducía tanto ruido.

En las dos siguientes ilustraciones se muestra el modelo de sombreado y el modelo sólido generados. El modelo de sombreado viene coloreado al activar la casilla de colorear vértices.

A parte de generar los dos subproductos mostrados a continuación, también se generan otros dos:

- Modelo - Malla de alambre.
- Modelo - Nivel de confianza.



Ilustración 33: Modelo sombreado. Fuente: Elaboración propia.

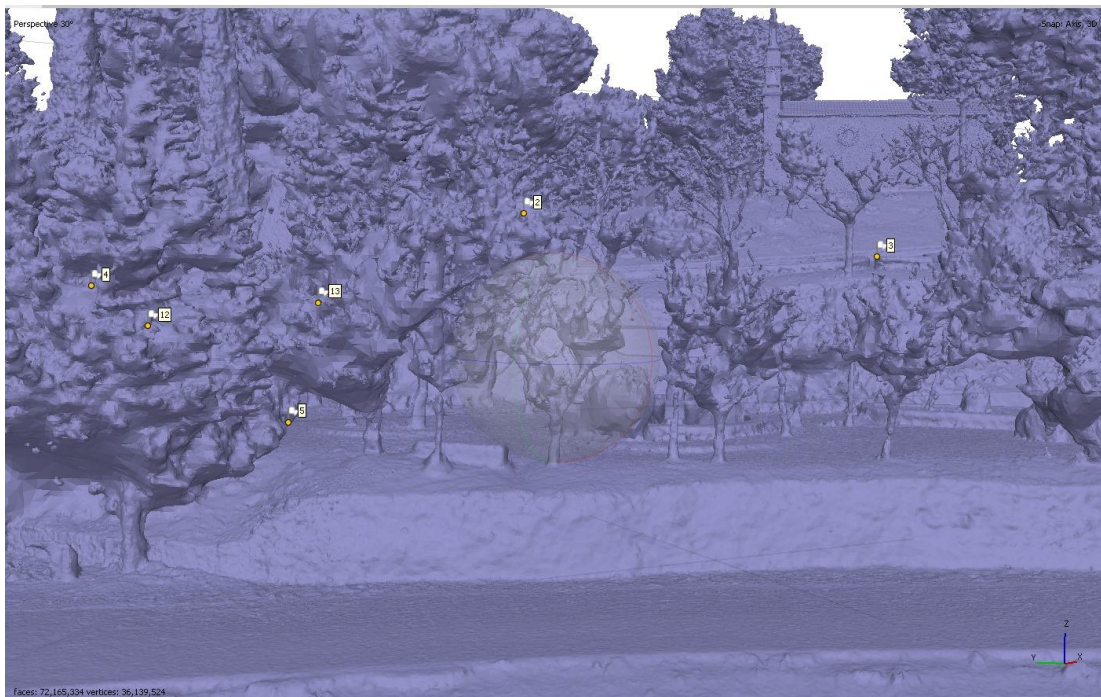


Ilustración 34: Modelo monocromo malla. Fuente: Elaboración propia.

Tanto la malla como los mapas de profundidad son los productos más importantes en el proceso de reconstrucción tridimensional. Estos dos, pueden ser usados para distintas aplicaciones y generar los subproductos adicionales siguientes.

4.5. Crear textura

Para generar la textura se opta por un mapa de RGB, proyectando las imágenes en la malla con el fin de generar un modelo más realista. Respecto al tamaño de textura, se escogió una resolución de 16k x 2 porque, comparando con resoluciones menores, este tamaño es el que mejor calidad demostraba y lo máximo que admite mi ordenador.

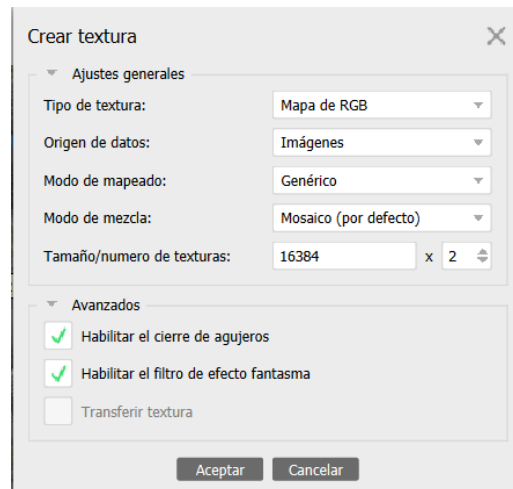


Ilustración 35: Crear textura. Fuente: Elaboración propia.

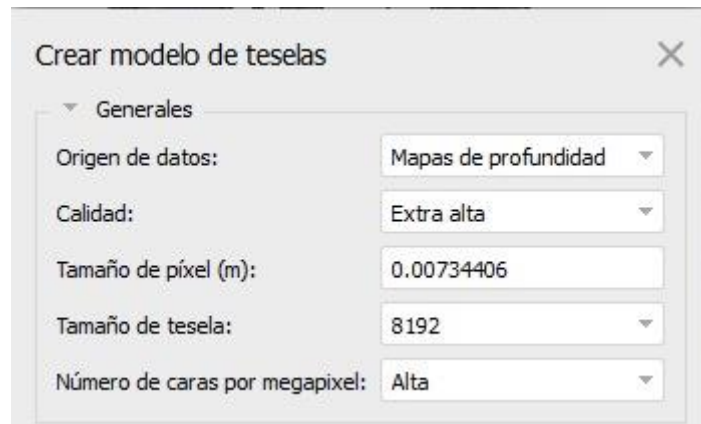
Se habilitó el cierre de agujeros y el efecto fantasma, para cerrar espacios vacíos de la malla y corregir las imperfecciones. Como se puede ver en la siguiente ilustración, el modelo tiene un nivel de detalle superior, con una apariencia más realista o más fina. Comparando la ilustración 36 con la ilustración 33, se puede notar que el modelo texturizado tiene mejor definición ya que nos brinda información de color y la textura original de las imágenes captadas.



Ilustración 36: Modelo texturizado. Fuente: Elaboración propia.

4.6. Modelo teselado

Para la obtención del modelo teselado se toman como origen de datos los mapas de profundidad, calidad máxima posible y un tamaño de píxel menor al cm. Para el tamaño de tesela se opta por el tamaño máximo, porque comparando con los anteriores, el máximo valor nos brinda calidad.



Crear modelo de teselas

▼ Generales

Origen de datos: Mapas de profundidad ▼

Calidad: Extra alta ▼

Tamaño de píxel (m): 0.00734406

Tamaño de tesela: 8192 ▼

Número de caras por megapixel: Alta ▼

Ilustración 37: Creación de modelo de teselas. Fuente: Elaboración propia.

El modelo teselado en comparación con el texturizado es parecido, pero a la hora de tratar ambos, el modelo teselado define mejor las estructuras y no se atenúa tan rápido como el texturizado.



Ilustración 38: Modelo teselado. Fuente: Elaboración propia.

4.7. Generar nube de puntos densa

Para la generación de la nube de puntos densa se reutilizaron los mapas de profundidad, la calidad se optó como en todos los demás en calidad extra alta y un filtrado de profundidad leve.

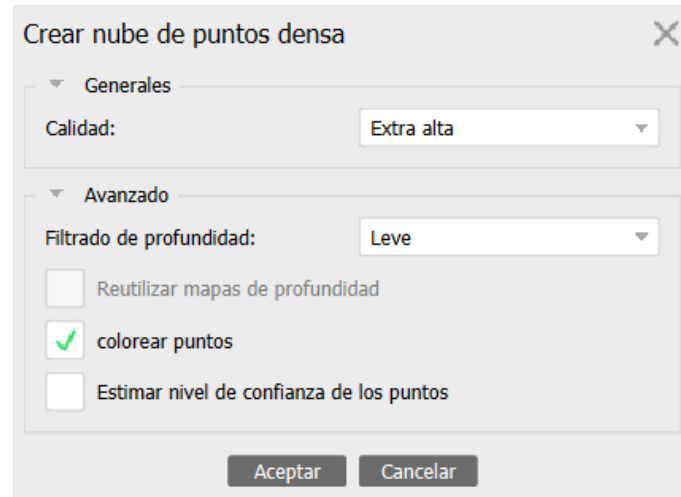


Ilustración 39: Crear nube de puntos densa. Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de generar la nube de puntos densa, se obtiene un mayor detalle de la ermita y del parque comparándola con la nube de puntos de paso. La nube de puntos de paso tiene 330417 puntos y la nube de puntos densa tiene 467091018 puntos.



Ilustración 40: Nube de puntos densa. Fuente: Elaboración propia.

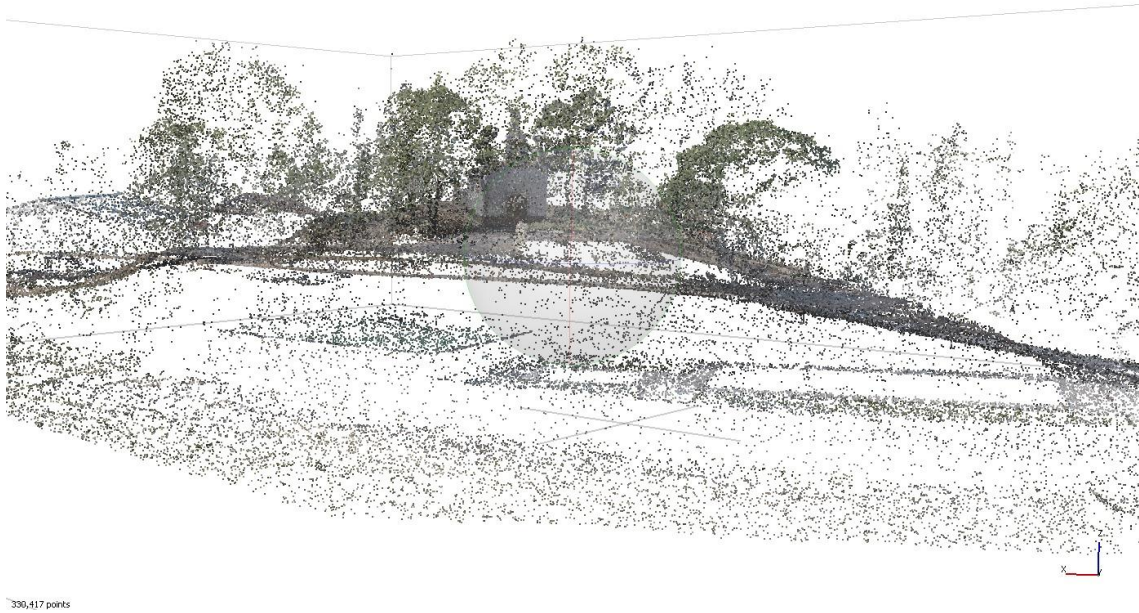


Ilustración 41: Nube de paso. Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias principales entre estas dos nubes de puntos son la densidad y la manera en que se obtiene. Comparando las ilustraciones anteriores, se nota que la nube de puntos densa al generarla tiene una representación 3d más detallada (ilustración 40).

4.8. Ortomosaico

Tanto el modelo digital como el ortomosaico son generados con la misma proyección que todo el trabajo. En los parámetros se pone como superficie la malla, activando el cierre de agujeros para la zona de vegetación que quedó abierta y el refinamiento de las líneas de costura para que suavice dichas líneas entre las áreas superpuestas.

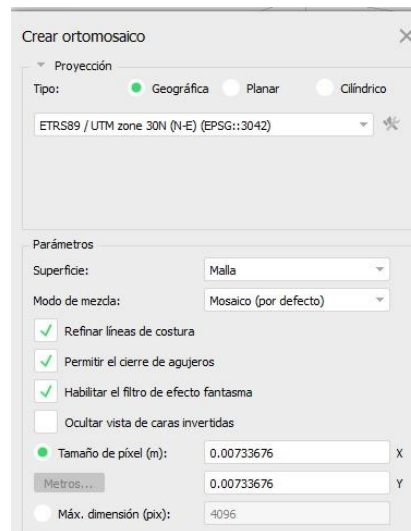


Ilustración 42: Creación orto. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 43: Orto. Fuente: Elaboración propia.

4.9. Modelo digital de superficie

Para la obtención de este modelo digital de superficie se ha optado por los mapas de profundidad, calidad extra alta y con una resolución 7.34mm.

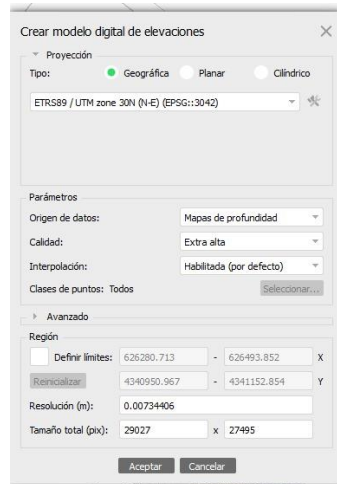


Ilustración 44: Creación del modelo digital. Fuente: Elaboración propia.

Realmente la herramienta en el flujo de trabajo en Agisoft Metashape se llama modelo digital de elevaciones, pero al tener elevaciones de todo tipo de elementos tales como árboles, la ermita, el bar, fuentes, etc., se opta por cambiar el nombre de MDE a MDS porque la elevación no es solo del terreno.

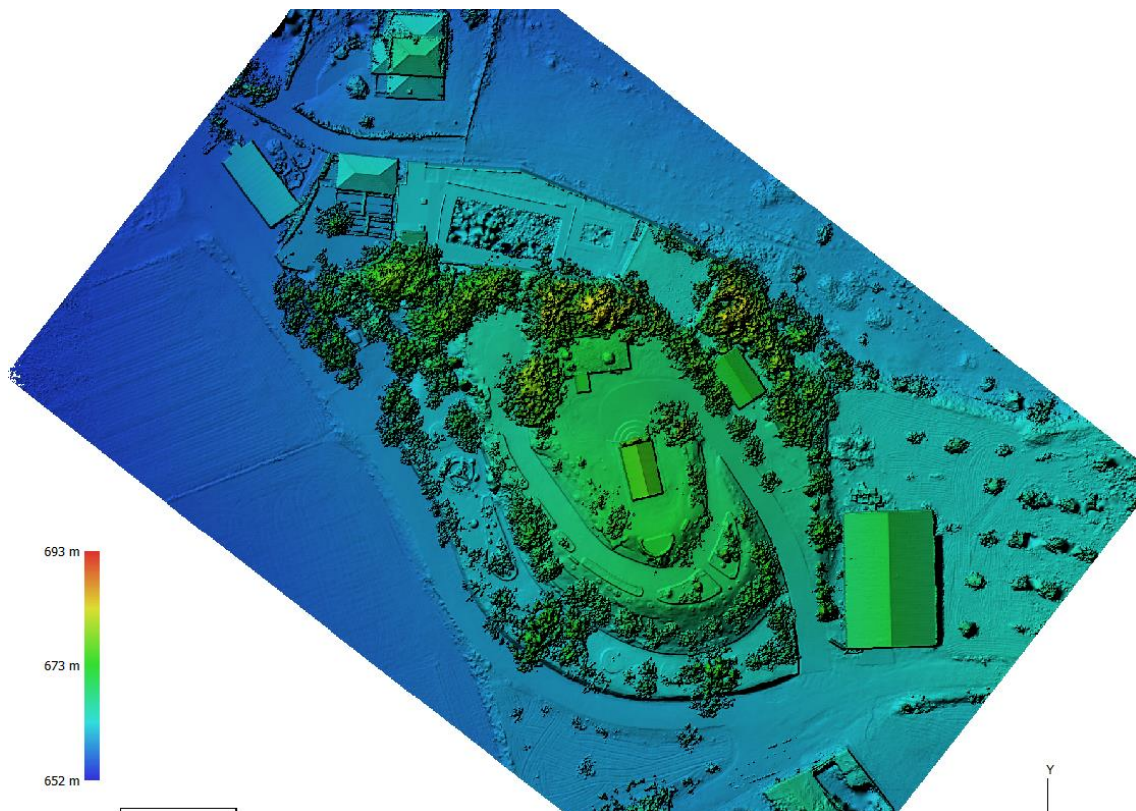


Ilustración 45: MDS. Fuente: Elaboración propia.

Mostrar mapa base

Se añade un mapa base para visualizar el resultado de ambos, superponiéndolos sobre un mapa base de ESRI.

Editar mapa-base

Generales

Título: ESRI Imagery/Satellite

URL: https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer/tile/{z}/{y}/{x}

Ilustración 46: Añadir mapa base. Fuente: Elaboración propia

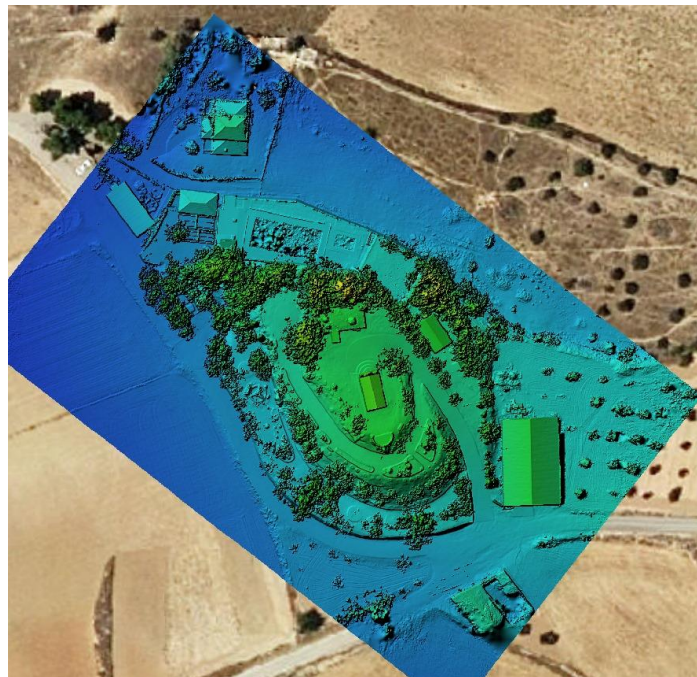


Ilustración 47: ORTO y MDS superpuestos a ESRI. Fuente: Elaboración propia.

5. RESULTADOS

Para la comprobación del modelo tridimensional, si ha sido generado correctamente, se analizan los siguientes resultados. Para la generación del modelo del conjunto, se obtuvieron un total de 600 imágenes, con una altitud media de vuelo de 26.7 metros, resolución del terreno de 7.34 mm/pix y cubriendo un área de poco más de 2 hectáreas. En la ilustración siguiente se puede ver que el área de estudio tiene el máximo solapamiento de las imágenes para generar el modelo.

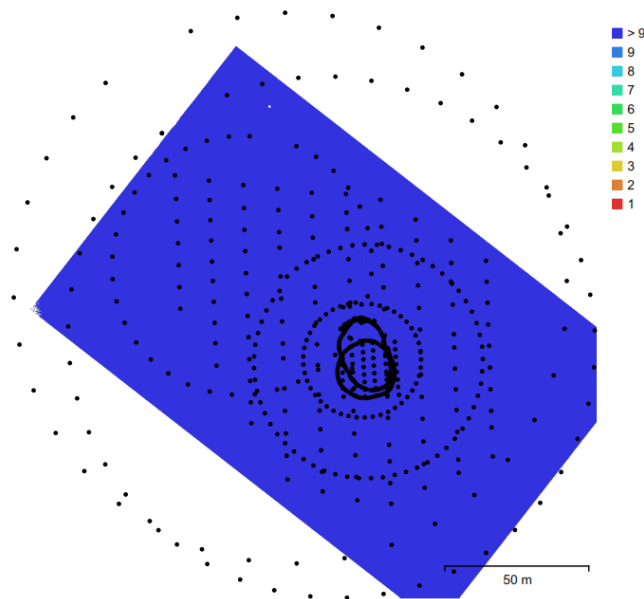


Ilustración 48: Posición y solapamiento. Fuente: Elaboración propia.

El nivel de confianza en algunas zonas es demasiado bajo, como ocurre, en las dos piscinas ya que el día de la toma de datos hizo aire produciendo un pequeño movimiento del agua. Pero lo que nos interesa es la estructura de la ermita y el terreno del parque, que tiene niveles altos de confianza.

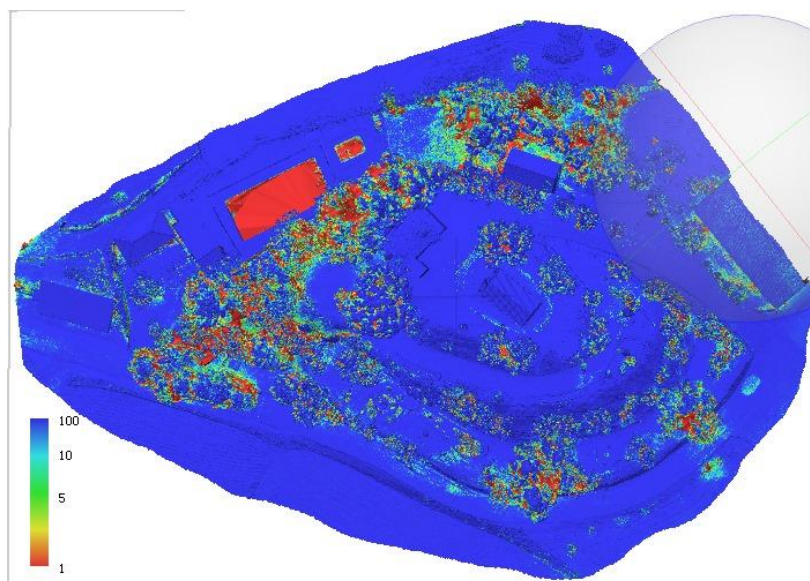


Ilustración 49: Nivel de confianza. Fuente: Elaboración propia.

Analizando la siguiente tabla de puntos de apoyo, se ve que se ha obtenido un error de 1.4 cm, siendo un resultado mejor de lo esperado, ya que el propio receptor GNSS tiene un error previo de 2 cm. Como se puede ver en la tabla, los puntos 5 y 10 son los puntos que muestran mayor error, sin superar los 2 cm de error previstos a priori.

Nombre	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
1	0.310713	-0.706563	1.37911	1.58042	0.728 (7)
2	-0.49985	-0.831395	1.08935	1.45868	0.626 (10)
3	0.0808835	0.225341	-0.416391	0.480314	0.352 (15)
4	-0.522736	-0.271941	-1.52434	1.63426	0.665 (8)
5	-0.325096	0.599799	-1.66781	1.80195	0.444 (15)
6	0.458302	0.221759	0.575011	0.76802	0.418 (15)
7	0.105347	0.740949	-1.31711	1.51489	0.481 (16)
8	-0.45545	1.16992	-0.455408	1.33549	0.345 (13)
9	-0.0284209	0.645056	0.348723	0.733834	0.755 (4)
10	-0.981749	-1.62876	0.418473	1.94726	0.453 (9)
11	0.965349	-0.0936861	0.146691	0.980915	0.308 (15)
12	1.2483	0.582339	-0.743227	1.56517	0.485 (15)
13	-0.356494	-0.622683	-1.16466	1.36794	0.457 (14)
Total	0.603982	0.756836	0.994874	1.3883	0.479

Tabla 1: Puntos de apoyo. Fuente: Elaboración propia.

Como se ve en la siguiente ilustración los puntos son repartidos homogéneamente por todo el parque San Miguel, en zonas accesibles y los colores de cada punto muestran la estimación del error, cuyos valores pueden verse en la tabla anterior.

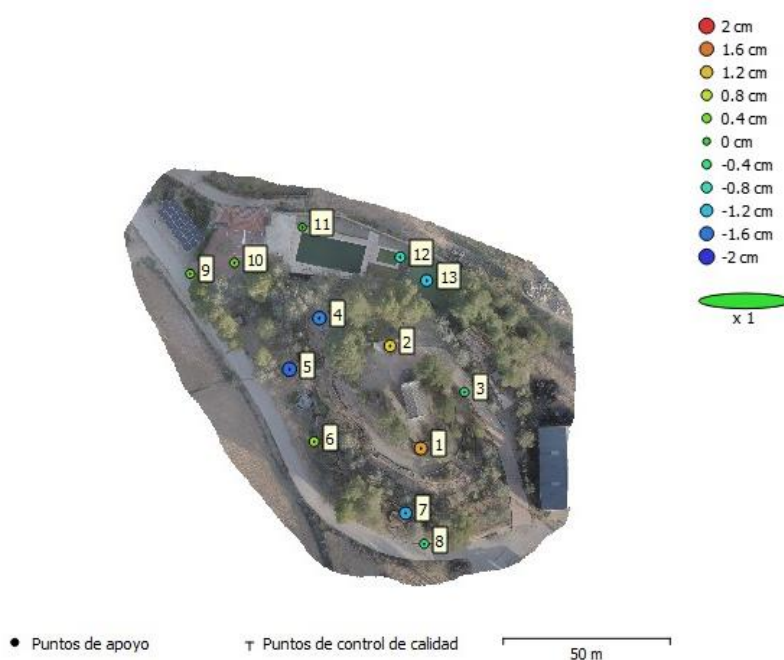


Ilustración 50: Posición y estimación de los puntos de apoyo. Fuente: Elaboración propia.

Se tomaron datos con un metro láser para realizar una comprobación del modelo. Las mediciones obtenidas de la ermita fueron las siguientes:

- En la cara trasera se obtuvo una medida de 5.25 metros.
- En el lateral izquierdo se obtuvo una medida de 10.7 metros.

- La altura de la puerta es de 1.98 metros.
- El ancho de la puerta es de 1.7 metros.

En las siguientes ilustraciones se muestran las medidas tomadas sobre el modelo tridimensional generado, donde se obtuvieron las siguientes medidas de la ermita:

- En la cara trasera se obtuvo una medida de 5.26 metros.
- En el lateral izquierdo se obtuvo una medida de 10.7 metros.
- La altura de la puerta es de 1.99 metros.
- El ancho de la puerta es de 1.7 metros.

Comparando los resultados tomados con el metro láser y el modelo generado se puede ver que el modelo esta escalado correctamente.



Ilustración 51: Comprobación del modelo. Fuente: Elaboración propia.

5.1. Animación

Una vez finalizado el modelo, se genera un vídeo con el propio software Agisoft Metashape donde podemos ver el resultado final.

<https://youtu.be/SoQUKFufGu8>



Ilustración 52: Video. Fuente: Elaboración propia.

6. PRESUPUESTO

Costes Directos

- Recursos Humanos

Ingeniero en Geomática y Topografía Nivel II	Salario Base	1.541,14 €
	Complemento Actividad	563,76 €
	Salario Bruto anual	29.468,60 €
	Seguridad Social (33%)	9.724,64 €
	Coste al año a la empresa	39.193,24 €
	Por hora	21,46 €

Tabla 2: Recursos Humanos. Fuente: Elaboración propia.

Nota: Teniendo en cuenta que un ingeniero en geomática y topografía pertenece a la categoría de nivel II según convenio, que trabaja 40 horas semanales y 1826 horas al año.

- Materiales

Materiales	Dron	179,00 €
	Antena GNSS	90,00 €
	Salario Bruto anual	2,60 €
	Total	271,60 €

Tabla 3: Materiales. Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los precios tanto del dron como del receptor son por día y las dianas son por unidades, se utilizaron un total de 13 dianas a 0,2€.

- Dietas y desplazamientos

Dieta y desplazamiento	Precio por kilometraje	0,33 €
	Kilometros desde oficina	296
	Precio del desplazamiento	97,68 €
	Dieta por persona	11,75 €
	Número de personas	1
	Precio total de dieta y desplazamiento	109,43 €

Tabla 4: Dietas y desplazamiento.

Nota: La contabilización de los kilómetros corresponde a la ida y la vuelta desde la oficina.

- Duración
 - Campo = 4 horas de desplazamiento y 3 horas de trabajo de campo.
 - Gabinete= 8 días laborables.

Costes Directos	Coste del ingeniero	1.545,12 €
	Materiales	271,60 €
	Dieta y desplazamiento	109,43 €
	Total coste directo	1.926,15 €

Tabla 5: Coste directos. Fuente: Elaboración propia.

Costes Indirectos

	Coste anual	Coste mensual	Coste diario	Nº Días	Precio
Oficina	9.000,00 €	750,00 €	37,50 €	8	300,00 €
Agisoft Metashape	3.920,40 €	326,70 €	16,34 €	8	130,68 €
Ordenador	2.000,00 €	166,67 €	8,33 €	8	66,67 €
Total	14.920,40 €	1.243,37 €	62,17 €	-	497,35 €

Tabla 6: Costes indirectos. Fuente: Elaboración propia

Nota: Dentro de oficina va incluido agua, luz, internet y alquiler.

Coste Total

	Coste
Coste Directo	1.926,15 €
Coste Indirecto	109,43 €
Beneficio Industrial	508,90 €
Total sin IVA	2.544,48 €
Impuesto (IVA)	534,34 €
Presupuesto Total	3.078,81 €

Tabla 7: Presupuesto. Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se aplica un beneficio industrial de un 25% y de impuestos se aplicará un 21% de IVA.

7. CONCLUSIONES

Al finalizar este levantamiento y modelo tridimensional, se puede comprobar que sin equipos y herramientas potentes no se puede lograr. Por ejemplo, la cámara del dron necesita una resolución mínima de 12 megapíxeles y un ordenador con una cierta cantidad de RAM para mover los diversos procesos de modelado de Agisoft Metashape.

Una de mis primeras impresiones es que hoy en día la utilización del dron es muy eficaz para distintos proyectos, ya sea para agricultura de precisión o para la fotogrametría en este caso, ahorrando horas de trabajo de campo, permitiendo acceder a zonas que de otro modo sería muy complicado por la altura o directamente por ser zonas inaccesibles. Además, esta modalidad de trabajo brinda resultados de gran precisión.

Las complicaciones que aparecieron en la fase de toma de datos fueron las condiciones meteorológicas por viento y las interferencias electromagnéticas por una de las torres de comunicación, problema que pude resolver en algunas ocasiones con control manual del dron.

Observando los valores obtenidos, superó mis expectativas obteniendo una precisión de 1.4 cm de error total, teniendo en cuenta que el receptor tiene un error de 2 cm a priori.

El tratamiento de los datos con Agisoft Metashape fue bastante sencillo ya que el programa tiene una interfaz bastante intuitiva pero los requisitos mínimos del mismo son bastante altos.

Para ver el resultado tridimensional del parque San Miguel y ermita, se utilizó la herramienta de animación del propio software ya que en distintas páginas web no admite modelos tan pesados si no estás suscrito.

Gracias a este trabajo fin de grado he aprendido más sobre el ámbito de los drones y de la fotogrametría, ha sido un trabajo práctico que me ha enseñado cuál es el proceso de principio a fin, desde la toma de datos hasta la generación de un modelo tridimensional. Me ha gustado poder realizar el proceso completo. Este trabajo ha sido una oportunidad para aprender más sobre el campo al que me quiero dedicar en el futuro.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abengibre.net: Información de la Ermita. En: <https://abengibre.net/patrimonio/la-ermita/> [Consulta: 12/03/2024]
- Abengibre revista: Información de la Ermita y Parque. En: <https://www.revistaaguaviva.org/en-la-historica-abengibre-albacete/> [Consulta: 12/03/2024]
- Alquiler Agisoft: Precio por año. En: <https://www.agisoft.com/buy/online-store/> [Consulta: 11/04/2024]
- Alquiler Dron: Precio por día. En: <https://alquilavisual.es/drones/dji-phantom-4-pro> [Consulta: 12/03/2024]
- Alquiler GNSS: Precio por día. En: <https://www.instop.es/movil/alquiler/3/gps> [Consulta: 11/04/2024]
- Ayuda orientación: Información de orientación. En: <https://geoasset.blog/2021/07/21/orientacion-de-fotografias-parte-2/> [Consulta: 14/04/2024]
- Base map: Añadir mapas al programa. En: https://mappinggis.com/2018/03/como-anadir-mapas-base-en-qgis-3-0-openstreetmap-google-carto-stamen/#Anadir_capas_de_Google_Maps [Consulta: 25/04/2024]
- Dron: Información sobre el dron. En: <https://www.dji.com/es/phantom-4-pro-v2/specs> [Consulta: 12/03/2024]
- Enaire: Consulta sobre restricciones. En: <https://drones.enaire.es/> [Consulta: 18/01/2024]
- Leica: Información sobre el receptor Leica. En: <https://leica-geosystems.com/es-es/products/gis-collectors/smart-antennas/leica-zeno-flx100-plus> [Consulta: 18/01/2024]
- Metro láser: Manual de uso. En: https://www.bizline.com/medias/onebase/preart/files/12141284_manual_biz_700394.pdf [Consulta: 18/01/2024]
- Normativa Dron: Consulta sobre la nueva normativa. En:
 - https://www.seguridadaerea.gob.es/sites/default/files/Listado_Fabricantes.pdf [Consulta: 18/01/2024]
 - <https://www.seguridadaerea.gob.es/es/noticias/en-2024-entra-en-vigor-el-marcado-de-clase-de-dronesuas-y-la-identificacion-distancia> [Consulta: 18/01/2024]

9. CRÉDITOS DE LAS FOTOGRAFÍAS

- **Ilustración 1:** Ubicación. Fuente: Wikipedia. En: <https://es.wikipedia.org/wiki/Abengibre> [Consulta: 12/03/2024]
- **Ilustración 2:** Parque San Miguel. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 3:** Ermita del Sagrado Corazón de Jesús 1930. Fuente: Abengibre Antiguo. En: <https://albacete-fotos.blogspot.com/2016/07/abengibre-antiguo.html> [Consulta: 12/03/2024]
- **Ilustración 4:** Ermita del Sagrado Corazón de Jesús 2024. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 5:** Restricciones ENAIRE. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 6:** Phantom 4 Pro V2.0. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 7:** Phantom 4Pro V2.0 en vuelo. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 8:** Tablet Ipad. Fuente: Apple. En: https://support.apple.com/kb/SP849?locale=es_ES [Consulta: 12/03/2024]
- **Ilustración 9:** Leica Zeno FLX100 y Tablet Zeno Tab2. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 10:** Especificaciones técnicas del receptor FLX100. Fuente: Leica. En: <https://leica-geosystems.com/es-es/products/gis-collectors/smart-antennas/leica-zeno-flx100-plus> [Consulta: 10/04/2024]
- **Ilustración 11:** Set receptor GNSS. Fuente: OMTools. En: <https://www.omtools.nl/nl/zeno-flx100-gps-smart-antenna-copy.html> [Consulta: 10/04/2024]
- **Ilustración 12:** Dianas. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 13:** Tipo malla parque. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 14:** Tipo circular parque. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 15:** Tipo circular general parque. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 16:** Tipo circular general parque 2. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 17:** Tipo circular entrada parque. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 18:** Tipo malla ermita. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 19:** Tipo circular ermita. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 20:** Tipo manual ermita. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 21:** Metro láser. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 22:** Imágenes sin orientar. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 23:** Convertir referencia. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 24:** Orientación de fotos. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 25:** Imágenes orientadas. Fuente: Elaboración propia.

- **Ilustración 26:** Nube de puntos de paso. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 27:** Importación de los puntos de control. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 28:** Nube sin corrección. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 29:** Colocación de marcadores. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 30:** Nube de puntos corregida. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 31:** Error en marcadores. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 32:** Crear malla. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 33:** Modelo sombreado. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 34:** Modelo monocromo malla. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 35:** Crear textura. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 36:** Modelo texturizado. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 37:** Creación de modelo de teselas. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 38:** Modelo teselado. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 39:** Crear nube de puntos densa. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 40:** Nube de puntos densa. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 41:** Nube de paso. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 42:** Añadir mapa base. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 43:** Creación orto. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 44:** Orto. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 45:** Creación del modelo digital. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 46:** MDS. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 47:** ORTO y MDS superpuestos a ESRI. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 48:** Posición y solapamiento. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 49:** Nivel de confianza. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 50:** Posición y estimación de los puntos de apoyo. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 51:** Comprobación del modelo. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 52:** Video. Fuente: Elaboración propia.
- **Ilustración 53:** Tabla salarial. Fuente: UGT. En: <https://ugt-ficapv.org/ver/3061136/.html> [Consulta: 11/04/2024]

10. CARTOGRAFÍA

626350

626400



4341100

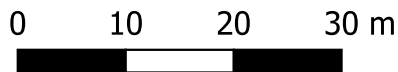
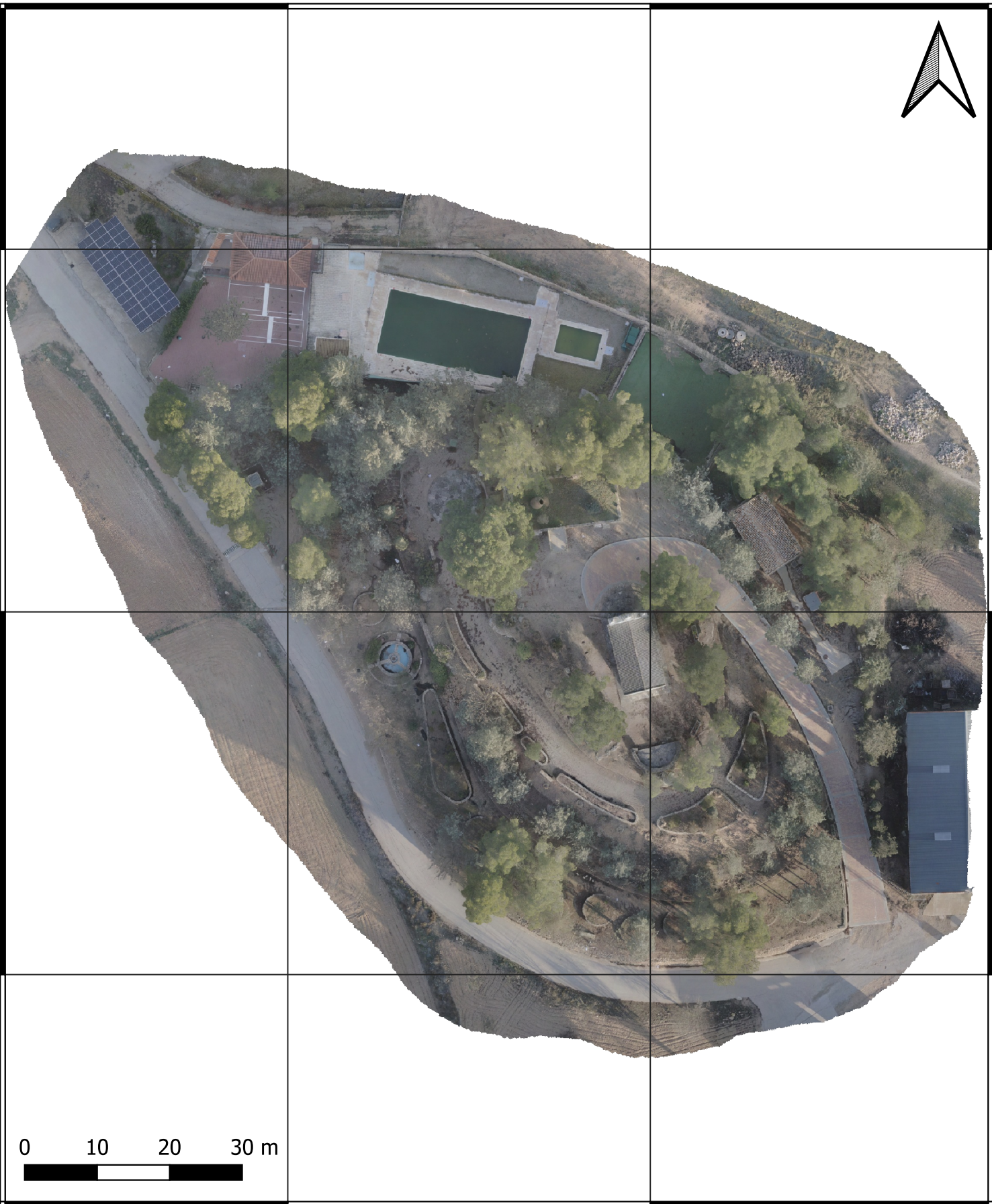
4341100

4341050

4341050

4341000

4341000



626350

626400



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Título del proyecto:
Levantamiento fotogramétrico y modelado 3D del conjunto parque San Miguel y
Ermita del Sagrado Corazón de Abengibre (Albacete) mediante RPAS

Autor:
Jesús Moreno Pérez

Título del plano:

ORTOMOSAICO

Sistema de referencia: ETRS89
Proyección: UTM 30N

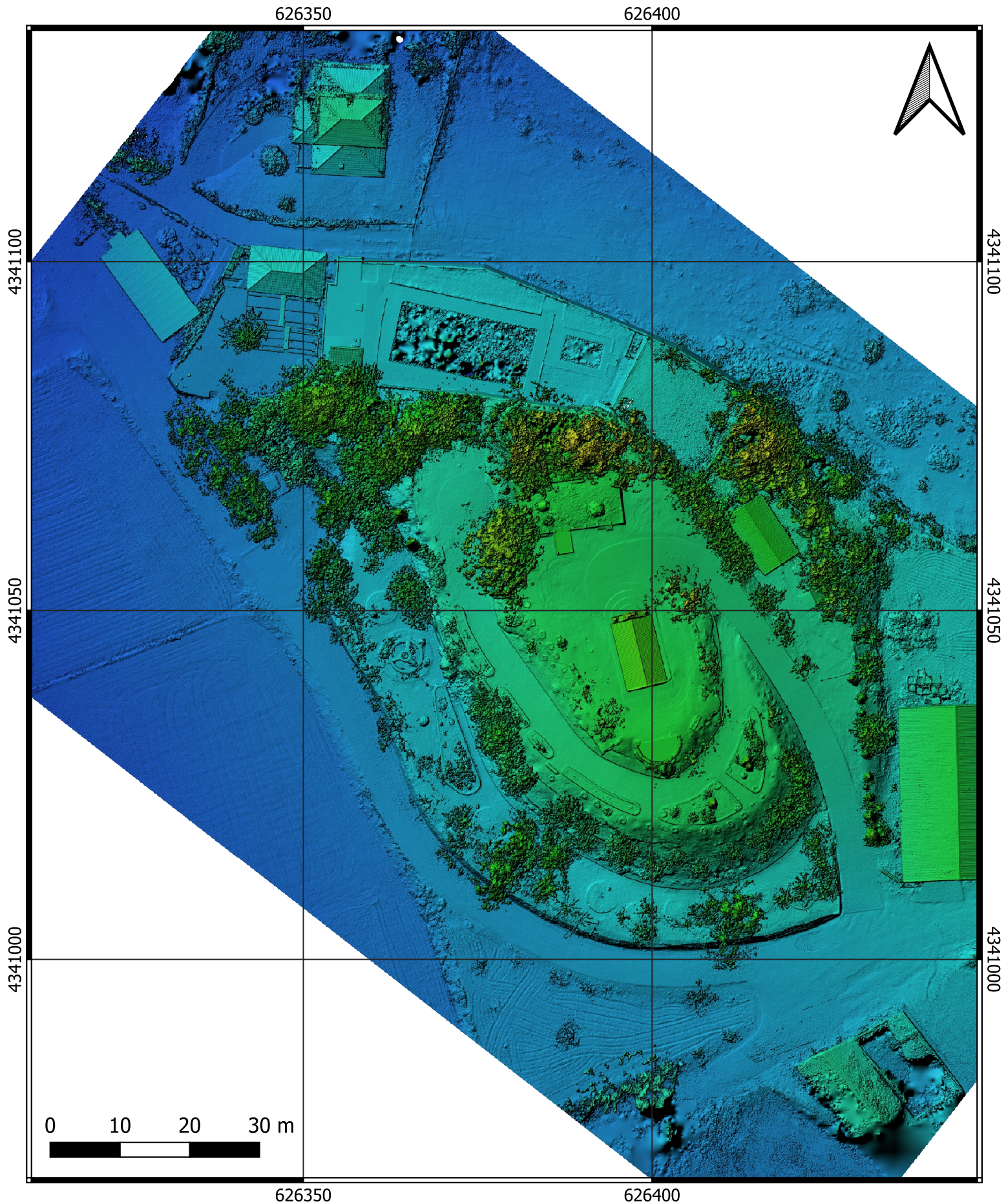
Fecha: Mayo de 2024


Escala:

1:700

Plano:

01




 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Título del proyecto: Levantamiento fotogramétrico y modelado 3D del conjunto parque San Miguel y Ermita del Sagrado Corazón de Abengibre (Albacete) mediante RPAS		Autor: Jesús Moreno Pérez	
	Título del plano: MODELO DIGITAL DE SUPERFICIES	Sistema de referencia: ETRS89 Proyección: UTM 30N	Escala: 1:700	Plano: 02
		Fecha: Mayo de 2024		

11. ANEXOS


Punto	X	Y	Z
1	626399,958	4341029,665	671,455
2	626390,768	4341060,341	669,078
3	626413,027	4341046,525	667,395
4	626369,571	4341068,692	665,383
5	626360,612	4341053,350	661,946
6	626367,993	4341031,672	661,911
7	626395,403	4341010,238	662,796
8	626400,986	4341001,037	660,580
9	626330,888	4341081,987	657,058
10	626344,119	4341085,282	659,332
11	626364,463	4341095,915	662,519
12	626393,788	4341086,977	662,519
13	626401,720	4341079,962	663,970

Tabla 8: Puntos GPS Fuente: Elaboración propia




UGT
País
Valencià **FICA**


**TABLAS SALARIALES DEL CONVENIO COLECTIVO
DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS DE LA
PROVINCIA DE VALENCIA
2024.**




FORMACIÓN
ÁREA FORMACIÓN



AFÍLIATE



**SEDES
COMARCALES**




Retribuciones salariales			
NIVEL	SALARIO BASE	COMPLEMENTO ACTIVIDAD	GRATIFICACIONES EXTRAORDINARIAS Y VACACIONES (por cada una)
RETRIBUCION MENSUAL			
II	1.541,14	563,76	2.671,90
III	1.196,40	444,25	2.077,48
IV	1.151,59	433,86	2.005,27
V	1.081,47	402,87	1.875,74
RETRIBUCION DIARIA			
VI	33,96	20,48	1.830,11
VII	33,32	19,71	1.781,89
VIII	32,39	19,36	1.737,27
IX	31,30	18,13	1.663,22
X, XI	31,14	16,94	1.625,35
XII	31,09	16,81	1.620,41
XIII	23,09	13,30	1.216,05

Pluses extrasalariales	
CONCEPTO	IMPORTE
Plus Transporte	111,00
Dieta	52,00
Media Dieta	11,75
Gastos kilometraje	0,33

Horas extraordinarias		
Categoría	Días Laborables	Domingos, festivos y nocturnas
II	20,62	33,96
III	16,07	26,44
IV	15,53	25,56
V	14,54	23,92
VI	14,13	23,25
VII	13,78	22,68
VIII	13,43	22,18
IX	12,86	21,20
X, XI	12,58	20,69
XII	12,54	20,58

Contribución al plan de pensiones del sector	
NIVEL	Aportación Plan Pensiones Importe Anual 2024
II	361,78
III	281,81
IV	272,25
V	254,83
VI	250,00
VII	243,81
VIII	237,69
IX	227,61
X y XI	222,55
XII	221,82
XIII	167,33

UGT FICA PV



WWW.UGT-FICAPV.ORG

Ilustración 53: Tabla salarial Fuente: UGT

Agisoft Metashape

Informe de procesamiento

25 April 2024



Datos del levantamiento

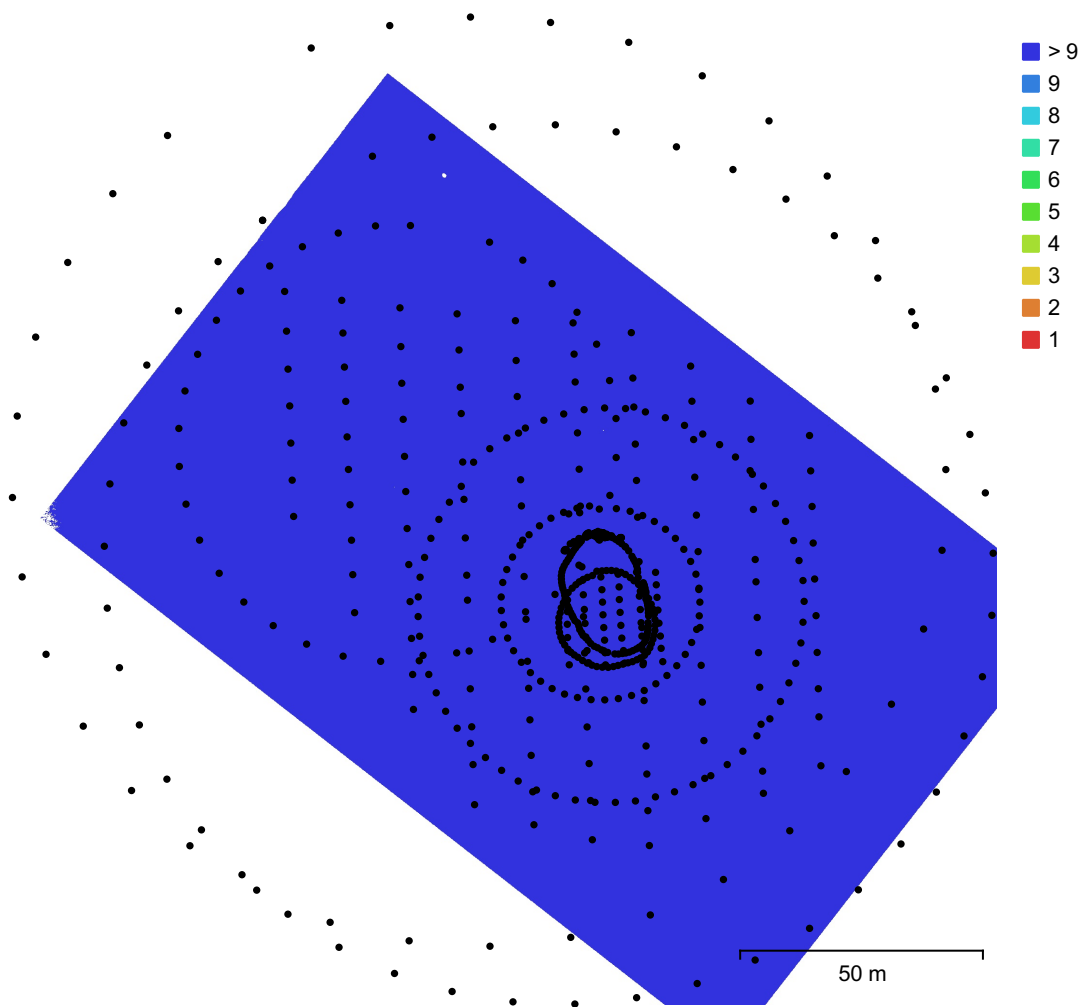


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 600

Imágenes alineadas: 600

Altitud media de vuelo: 26.7 m

Puntos de paso: 330,417

Resolución en terreno: 7.34 mm/pix

Proyecciones: 1,447,743

Área cubierta: 0.0205 km²

Error de reproyección: 0.871 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6310S (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 micras	No
FC6310S (8.8mm)	5472 x 3078	8.8 mm	2.53 x 2.53 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

Calibración de cámara

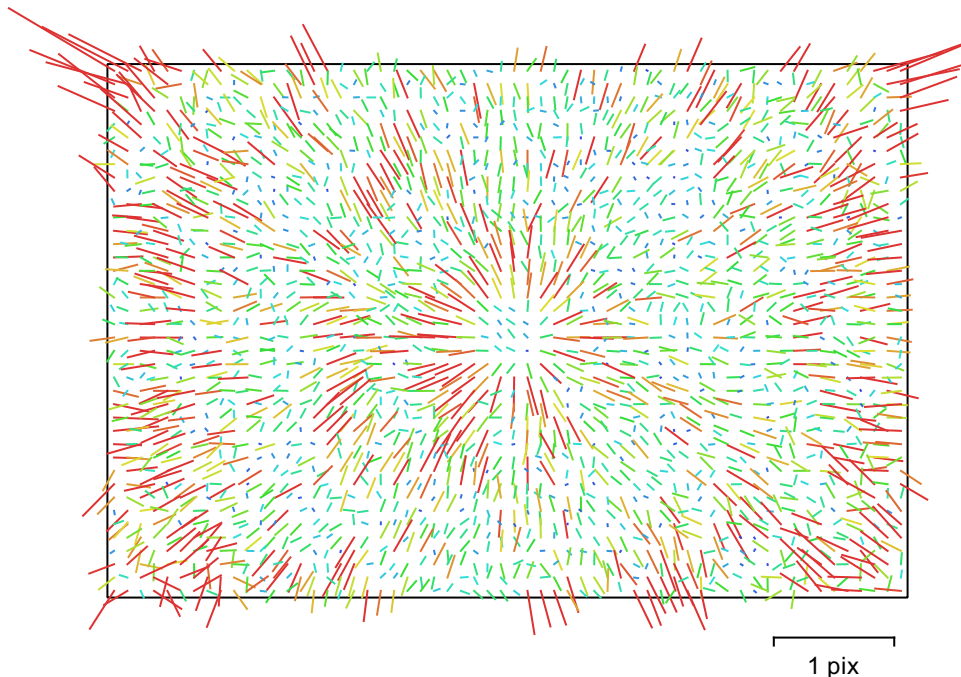


Fig. 2. Gráfico de residuales para FC6310S (8.8mm).

FC6310S (8.8mm)

539 imágenes

Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
Cuadro	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 micras

	Valor	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	P1	P2
F	3641.53	0.081	1.00	0.03	-0.30	-0.24	-0.04	-0.14	0.20	-0.17	0.01	-0.12
Cx	-8.21736	0.049		1.00	0.02	0.01	0.13	0.01	-0.01	0.01	0.83	0.07
Cy	28.0383	0.039			1.00	-0.11	-0.02	-0.03	0.01	-0.00	0.05	0.60
B1	0.497723	0.019				1.00	0.07	-0.06	-0.02	0.03	-0.01	0.11
B2	0.0717448	0.018					1.00	0.01	-0.03	0.03	-0.06	-0.04
K1	-0.00120943	5.7e-05						1.00	-0.95	0.89	-0.01	-0.04
K2	-0.00806185	0.00016							1.00	-0.98	0.01	0.00
K3	0.00828548	0.00014								1.00	-0.01	-0.00
P1	-0.00031436	4.5e-06									1.00	0.06
P2	0.00175825	3.3e-06										1.00

Tabla 2. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Calibración de cámara

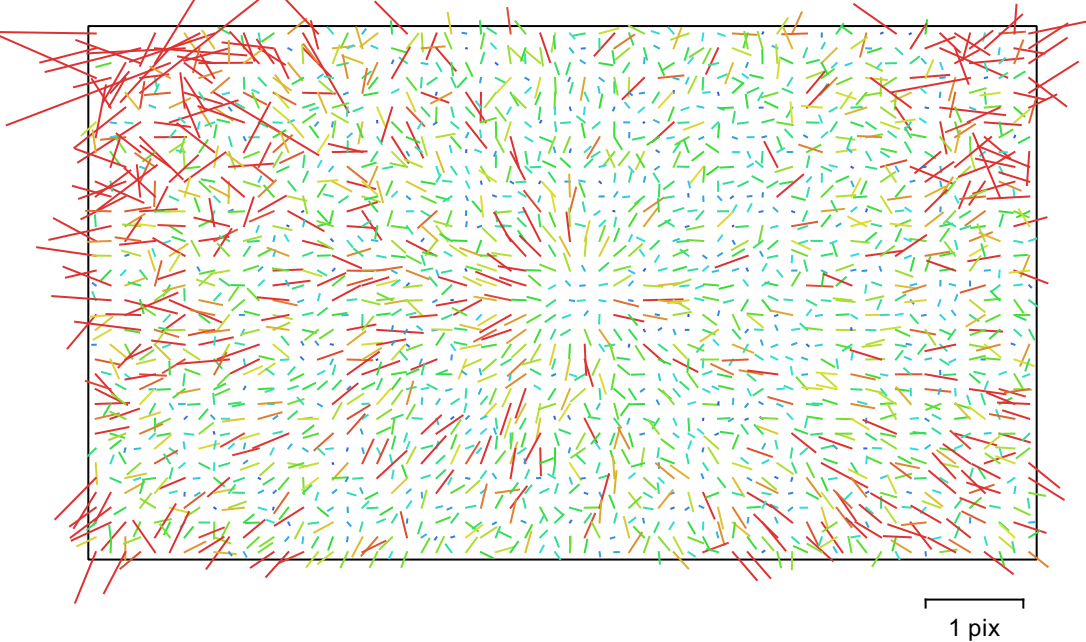


Fig. 3. Gráfico de residuales para FC6310S (8.8mm).

FC6310S (8.8mm)

61 imágenes

Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
Cuadro	5472 x 3078	8.8 mm	2.53 x 2.53 micras

	Valor	Error	F	Cx	Cy	B1	K1	K2	K3	P1	P2
F	3647.9	0.21	1.00	0.05	-0.34	-0.62	-0.33	0.31	-0.27	0.04	-0.28
Cx	-6.6981	0.46		1.00	-0.07	-0.06	0.01	-0.01	0.01	0.96	-0.06
Cy	31.8271	0.34			1.00	0.29	0.04	-0.03	0.02	-0.07	0.87
B1	-5.49907	0.11				1.00	-0.03	0.00	0.00	-0.06	0.37
K1	0.0021832	0.00023					1.00	-0.96	0.90	0.02	0.02
K2	-0.0194114	0.00076						1.00	-0.98	-0.02	-0.03
K3	0.0199356	0.00074							1.00	0.02	0.02
P1	-0.000188849	3.8e-05								1.00	-0.06
P2	0.00180267	2.8e-05									1.00

Tabla 3. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Posiciones de cámaras

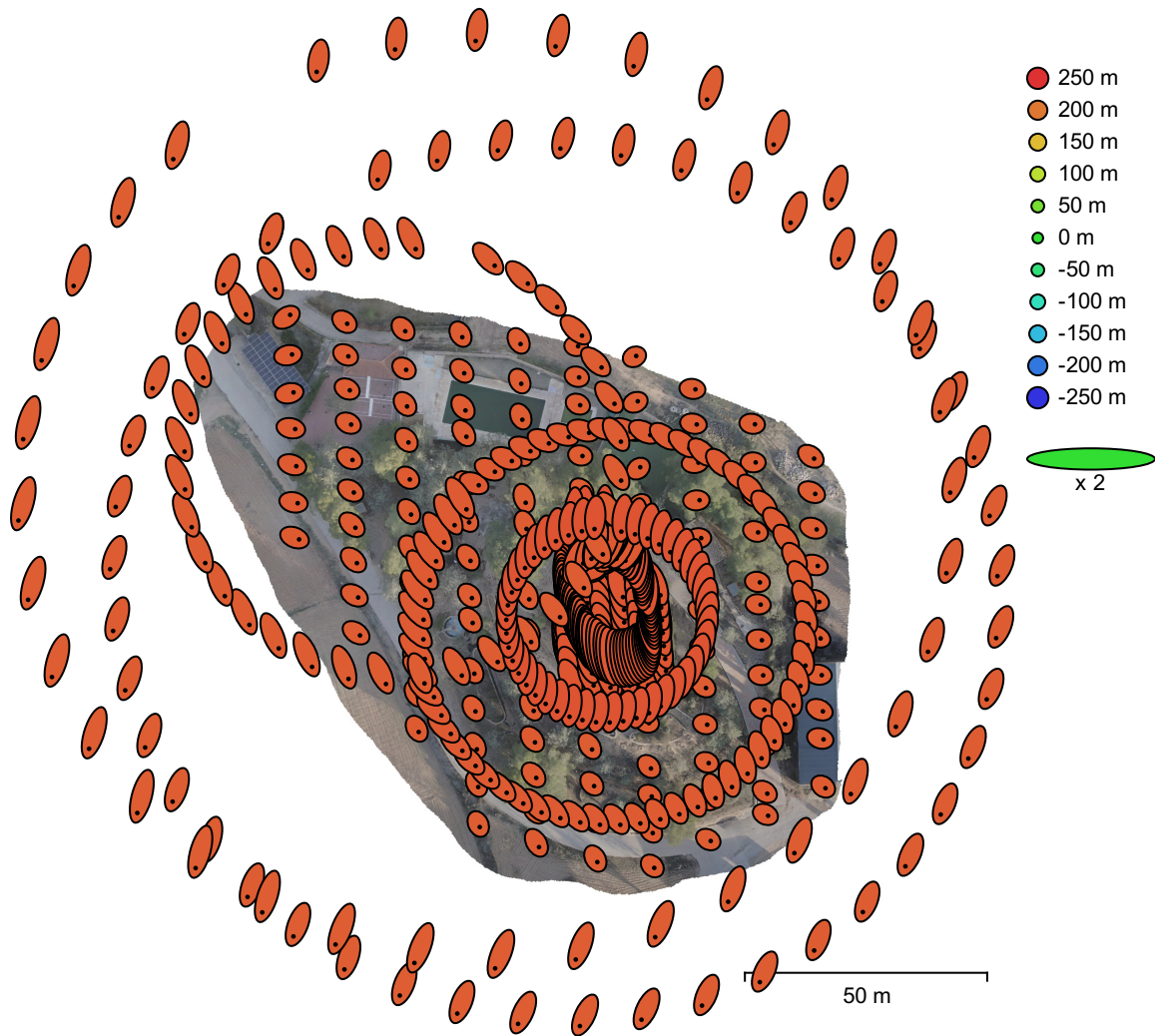


Fig. 4. Posiciones de cámaras y estimadores de error.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.
Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
0.945937	2.32903	222.119	2.5138	222.133

Tabla 4. Errores medios de las posiciones de cámaras.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Puntos de control terrestre

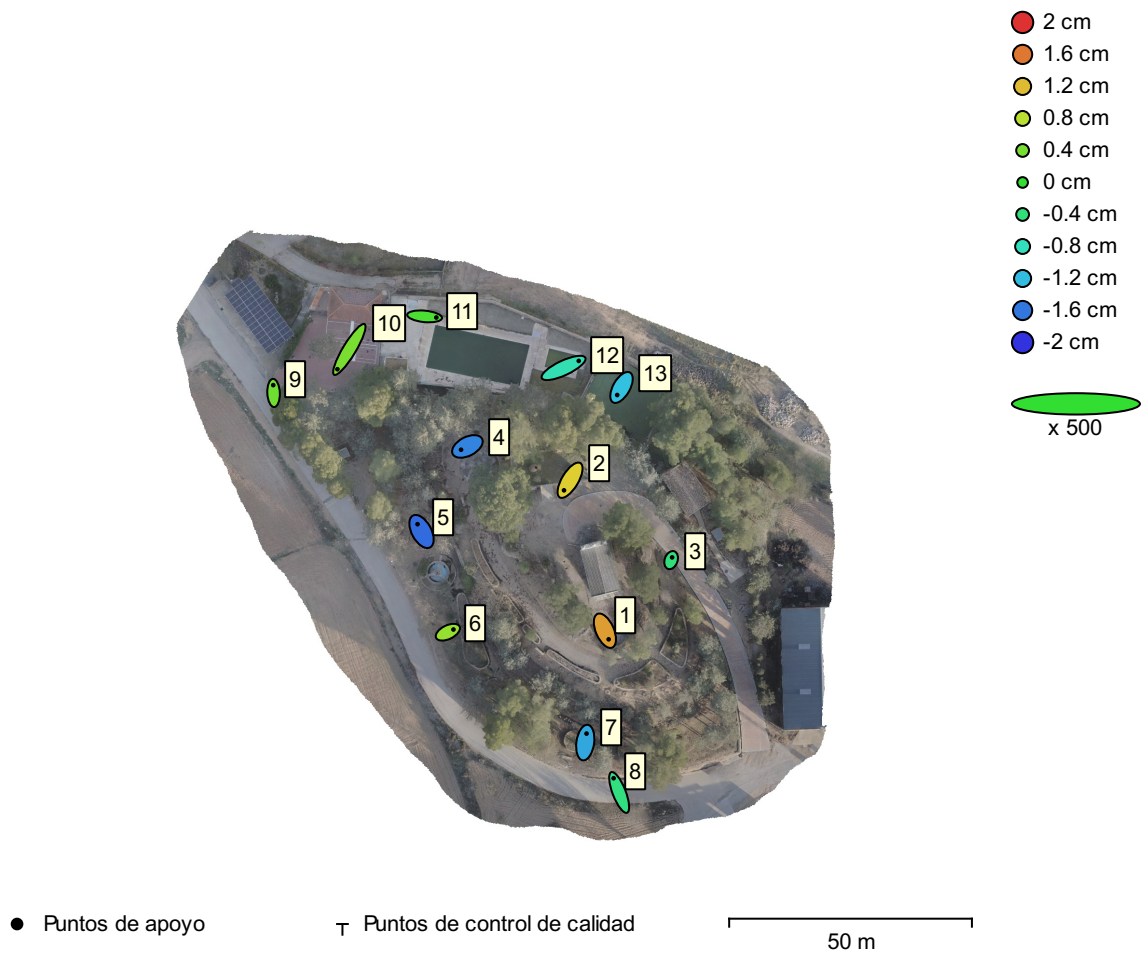


Fig. 5. Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.

Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

Número	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Error en XY (cm)	Total (cm)
13	0.603982	0.756836	0.994874	0.968295	1.3883

Tabla 5. ECM de puntos de apoyo.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Nombre	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
1	0.310713	-0.706563	1.37911	1.58042	0.728 (7)
2	-0.49985	-0.831395	1.08935	1.45868	0.626 (10)
3	0.0808835	0.225341	-0.416391	0.480314	0.352 (15)
4	-0.522736	-0.271941	-1.52434	1.63426	0.665 (8)
5	-0.325096	0.599799	-1.66781	1.80195	0.444 (15)
6	0.458302	0.221759	0.575011	0.76802	0.418 (15)
7	0.105347	0.740949	-1.31711	1.51489	0.481 (16)
8	-0.45545	1.16992	-0.455408	1.33549	0.345 (13)
9	-0.0284209	0.645056	0.348723	0.733834	0.755 (4)
10	-0.981749	-1.62876	0.418473	1.94726	0.453 (9)
11	0.965349	-0.0936861	0.146691	0.980915	0.308 (15)
12	1.2483	0.582339	-0.743227	1.56517	0.485 (15)
13	-0.356494	-0.622683	-1.16466	1.36794	0.457 (14)
Total	0.603982	0.756836	0.994874	1.3883	0.479

Tabla 6. Puntos de apoyo.
X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Modelo digital de elevaciones

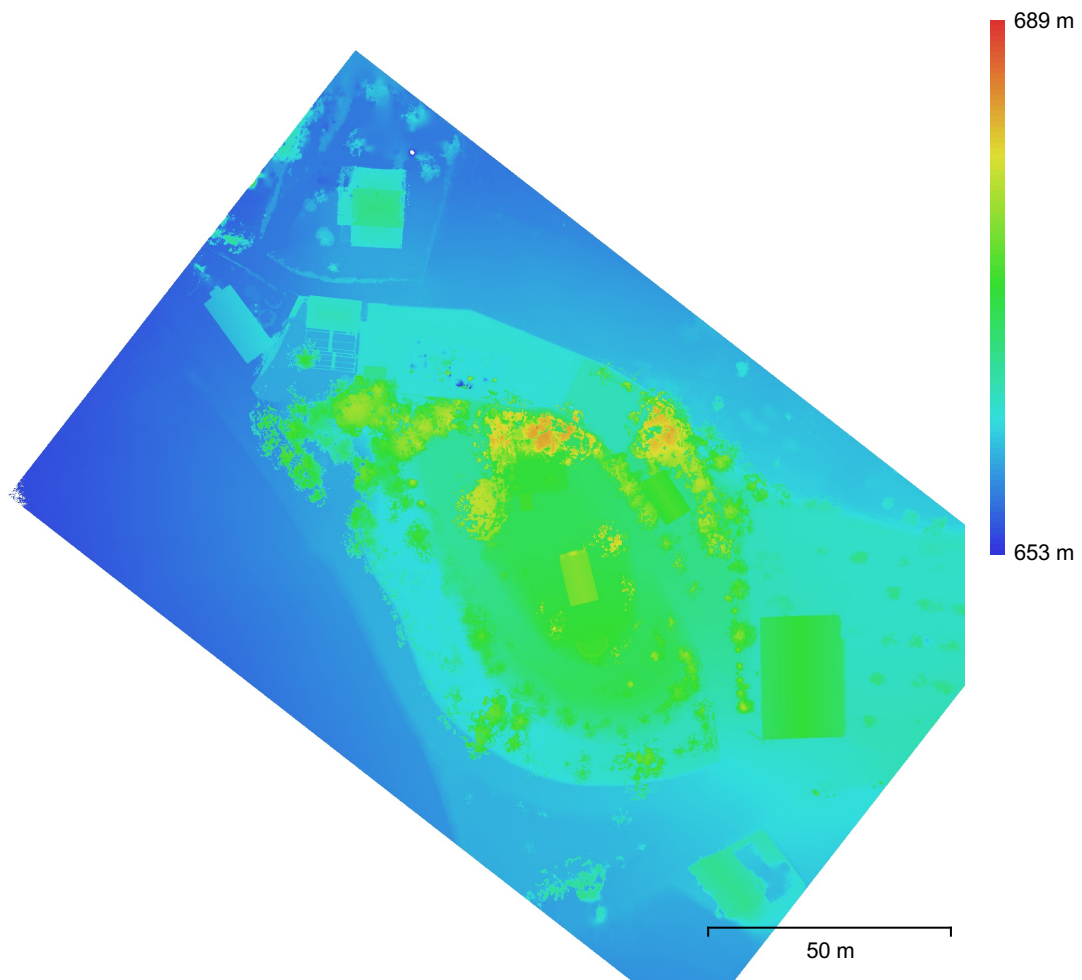


Fig. 6. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 7.34 mm/pix

Densidad de puntos: 1.85 puntos/cm²

Parámetros de procesamiento

Generales

Cámaras	600
Cámaras orientadas	600
Marcadores	13
Sistema de coordenadas	ETRS89 / UTM zone 30N (N-E) (EPSG::3042)
Ángulo de rotación	Guiñada, cabeceo, alabeo

Puntos de paso

Puntos	330,417 de 553,275
RMS error de reproyección	0.199661 (0.871394 pix)
Error de reproyección máximo	0.918005 (55.6992 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	3.57111 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	4.58077

Parámetros de orientación

Precisión	Alta
Preselección genérica	No
Preselección de referencia	Origen
Puntos clave por foto	40,000
Límite de puntos clave por megapixel	1,000
Puntos de paso por foto	4,000
Excluir puntos de paso inmóviles	Sí
Emparejamiento guiado	No
Ajuste adaptativo del modelo de cámara	No
Tiempo búsqueda de emparejamientos	55 minutos 4 segundos
Uso de memoria durante el emparejamiento	1.12 GB
Tiempo de orientación	8 minutos 56 segundos
Uso de memoria durante el alineamiento	437.79 MB

Parámetros de optimización

Parámetros	f, b1, b2, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajuste adaptativo del modelo de cámara	Sí
Tiempo de optimización	12 segundos
Fecha de creación	2024:04:13 16:57:26
Versión del programa	2.0.4.17434
Tamaño de archivo	47.90 MB

Mapas de profundidad

Número	598
--------	-----

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Extra alta
Modo de filtrado	Leve
Límite máximo de redundancias	16
Tiempo de procesamiento	3 horas 24 minutos
Uso de memoria	14.79 GB
Fecha de creación	2024:04:16 20:37:47
Versión del programa	2.0.4.17434
Tamaño de archivo	11.16 GB

Nube de puntos

Puntos	467,091,018
Precisión de las coordenadas	1.83 mm

Atributos de los puntos

Color	3 bandas, uint8
-------	-----------------

Normal

Clases de puntos

Terreno	3,980,049
Vegetación alta	99,279,438
Edificio	178,436,765
Firme de la carretera	149,763,098
Vehículo	31,884,187
Objetos hechos por el hombre	3,747,481

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Extra alta
Modo de filtrado	Leve
Límite máximo de redundancias	16
Tiempo de procesamiento	3 horas 24 minutos
Uso de memoria	14.79 GB

Parámetros de generación de la nube de puntos

Tiempo de procesamiento	12 horas 52 minutos
Uso de memoria	22.12 GB

Parámetros de clasificación de puntos

Confianza	0
Tiempo de clasificación	56 minutos 58 segundos
Uso de memoria durante la clasificación	8.44 GB
Fecha de creación	2024:04:24 12:44:22
Versión del programa	2.0.4.17434
Tamaño de archivo	8.08 GB

Modelo

Caras	77,905,523
Vértices	39,017,220
Colores de vértices	3 bandas, uint8
Textura	16,384 x 16,384 x 2, 4 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Extra alta
Modo de filtrado	Leve
Límite máximo de redundancias	16
Tiempo de procesamiento	3 horas 24 minutos
Uso de memoria	14.79 GB

Parámetros de reconstrucción

Tipo de superficie	Arbitrario
Origen de datos	Mapas de profundidad
Interpolación	Habilitada
Máscaras volumétricas estrictas	No
Tiempo de procesamiento	8 horas 7 minutos
Uso de memoria	18.89 GB

Parámetros de texturizado

Modo de mapeado	Genérico
Modo de mezcla	Mosaico
Tamaño de textura	16,384
Habilitar el cierre de agujeros	Sí
Habilitar el filtro de efecto fantasma	Sí
Tiempo de mapeado en UV	15 minutos 49 segundos
uso de memoria para mapa UV	8.67 GB
Tiempo de mezcla	6 horas 57 minutos
Uso de memoria durante la mezcla	22.67 GB
Fecha de creación	2024:04:17 04:38:19
Versión del programa	2.0.4.17434
Tamaño de archivo	3.93 GB

Modelo de teselas

Textura	3 bandas, uint8
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Extra alta
Modo de filtrado	Leve
Límite máximo de redundancias	16
Tiempo de procesamiento	3 horas 24 minutos
Uso de memoria	14.79 GB
Parámetros de reconstrucción	
Origen de datos	Mapas de profundidad
Tamaño de tesela	8192
Número de caras	Alta
Habilitar el filtro de efecto fantasma	Sí
Tiempo de procesamiento	17 horas 54 minutos
Uso de memoria	22.23 GB
Fecha de creación	2024:04:21 03:30:36
Versión del programa	2.0.4.17434
Tamaño de archivo	1.21 GB
MDE	
Tamaño	29,027 x 27,495
Sistema de coordenadas	ETRS89 / UTM zone 30N (N-E) (EPSG::3042)
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Extra alta
Modo de filtrado	Leve
Límite máximo de redundancias	16
Tiempo de procesamiento	3 horas 24 minutos
Uso de memoria	14.79 GB
Parámetros de reconstrucción	
Origen de datos	Mapas de profundidad
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	4 horas 41 minutos
Uso de memoria	17.80 GB
Fecha de creación	2024:04:25 02:04:10
Versión del programa	2.0.4.17434
Tamaño de archivo	1.20 GB
Ortomosaico	
Tamaño	18,451 x 17,084
Sistema de coordenadas	ETRS89 / UTM zone 30N (N-E) (EPSG::3042)
Colores	3 bandas, uint8
Parámetros de reconstrucción	
Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	Malla
Permitir el cierre de agujeros	Sí
Habilitar el filtro de efecto fantasma	Sí
Tiempo de procesamiento	4 horas 16 minutos
Uso de memoria	23.29 GB
Fecha de creación	2024:04:24 18:27:54
Versión del programa	2.0.4.17434
Tamaño de archivo	11.17 GB
Sistema	
Nombre del programa	Agisoft Metashape Professional
Versión del programa	2.0.4 build 17434
OS	Windows 64 bit
RAM	31.85 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-8750H CPU @ 2.20GHz
GPU(s)	NVIDIA GeForce GTX 1070