



Hochschule Karlsruhe
Technik und Wirtschaft
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



**GENERATION OF 3D MODELS FOR THE
VISUALIZATION OF THE WORLD HERITAGE
MONASTERY OF MAULBRONN THROUGH
THE USE OF PHOTOGRAMMETRIC
TECHNIQUES AND LASER SCANNING.
APPLICATION STUDY OF VIRTUAL REALITY.**

First Referee: Ph. D. J. L. Nunes e Silva Brito (UERJ)

Second Referee: Ph. D.-Eng. J. L. Lerma García (UPV)

Third Referee: Ph. D.-Eng. H. Saler (HsKA)

Macarena Parrizas Siles
macarena.parrizas@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

- **¿QUIÉN SOY?**
- **BACKGROUND PROFESIONAL**
- **¿POR QUÉ ESTOY AQUÍ?**

¿Quién soy? – Background Profesional

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía.

“Modelización 3D mediante técnicas SfM de vuelos fotogramétricos antiguos. Evaluación de posibilidades aplicadas al vuelo de 1957.”

Doble Titulación de Máster en Ingeniería Geomática y Geoinformación (UPV 2018).

1990
Spain

2012-2016

2016-2017

2017-2018

2018-2019

Macarena Parrizas Siles
Valencia (Spain)



Doble Titulación de Máster en Ingeniería Geomática (HsKA 2017).
Escuela de Verano en el asentamiento informal de Alaska, Pretoria (Sudáfrica).

Investigación en el campo de la Geografía del Delito (Ecuador).
Tesis de Máster desarrollada en la UERJ.

MOTIVACIÓN

Acuerdo
Internacional
Firmado
(2018)

UERJ

Prof. Nunes

Prof. Saler

HsKA

UPV

Prof. Lerma

AUTH

Prof. Patias



2. BACKGROUND TEÓRICO

- **TECNOLOGÍA LÁSER ESCANER**
- **FOTOGRAF. DEL OBJETO CERCANO**
- **REALIDAD VIRTUAL**

Background Teórico



Láser Escáner

Deflexión controlada de los rayos láser, tomando una medida de distancia en cada dirección para capturar rápidamente la forma de la superficie de los objetos, edificios y paisajes.

Focus S350 of FARO

- Precisión de distancias hasta $\pm 1\text{mm}$.
- Rango de 0,6m a 350m.
- Compensación in situ.
- Registro en sitio (con FARO SCENE).
- Re-explorar áreas distantes con mayor resolución.
- Superposición fotográfica HD de hasta 165 megapíxeles en color.



Background Teórico



Fotogrametría del Objeto Cercano

En fotogrametría terrestre o fotogrametría de corto alcance, la cámara está ubicada en el suelo. Este tipo de fotogrametría no es topográfica, es decir, la salida no son productos topográficos como modelos de terreno o mapas topográficos, sino dibujos, modelos 3D, medidas o nubes de puntos.

Canon EOS 5D Mark II

- Sensor CMOS formato full frame 35mm (36 x 24 mm).
- Píxeles efectivos: 5616 x 3744.
- Formato: 3:2
- Visor con 98% de cobertura y 0.71x de ampliación.
- Montura del objetivo: EF
- Sensor de 21 megapixels.
- Tamaño de pixel de 6,41 μ m.
- ISO 100-6400 (Ampliado, 50-25600)
- Graba vídeo en Full HD 1080 30P



Background Teórico



Tecnología Realidad Virtual

Imágenes 3D realistas o entornos artificiales que se crean con una combinación de hardware y software interactivos, y se presentan al usuario de tal manera que se acepta como un entorno real en el que se interactúa con ellos. Una forma aparentemente real o física.



Unity 3D / Blender

Herramienta de motor de videojuegos.



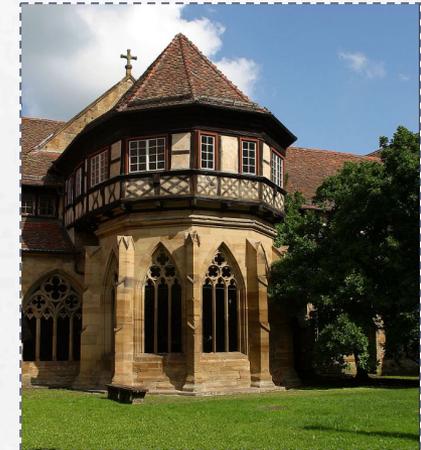
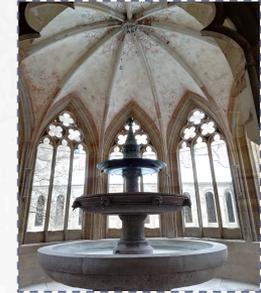
3. MI TESIS DE MÁSTER

- **CONTEXTO**
- **OBJETIVOS**
- **TOMA DE DATOS**
- **FLUJO DE TRABAJO**
- **PROCESAMIENTO**
- **RESULTADOS**

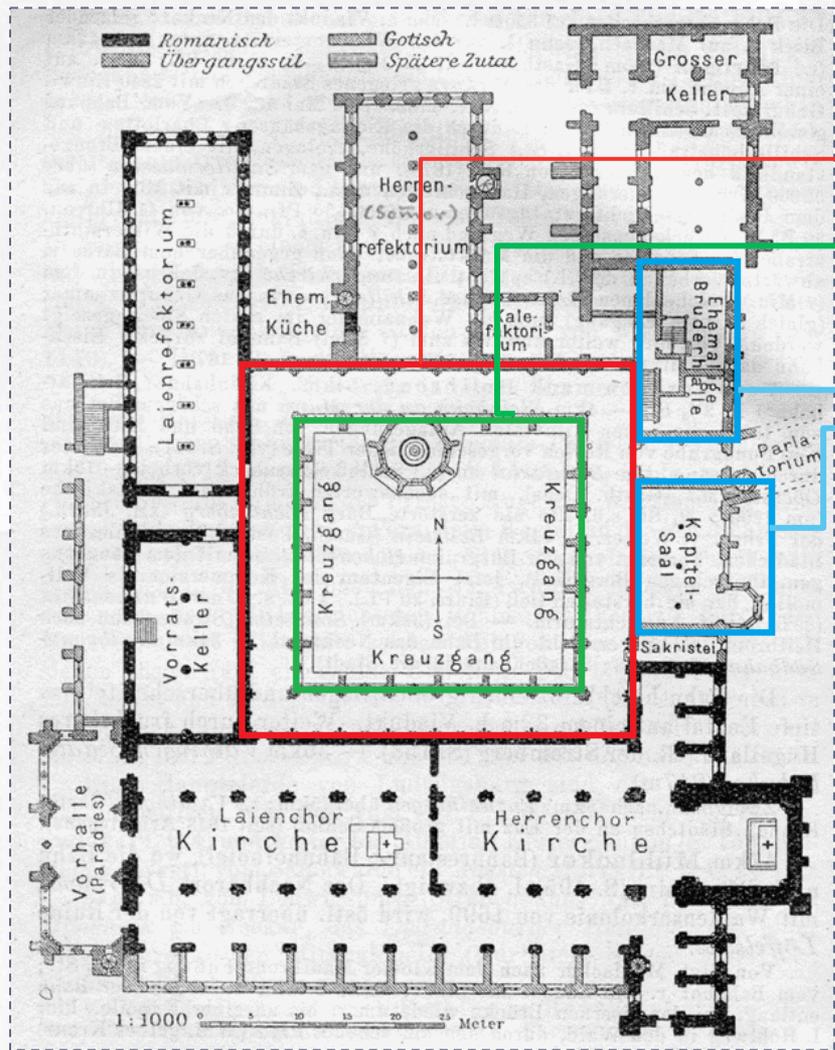
CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN



- Data de 1147.
- Uno de los monasterios medievales mejor conservado y el más completo de Europa.
- Patrimonio de la humanidad por la UNESCO.
- Supervivencia de sus amplios sistemas de manejo del agua de canales y embalses.



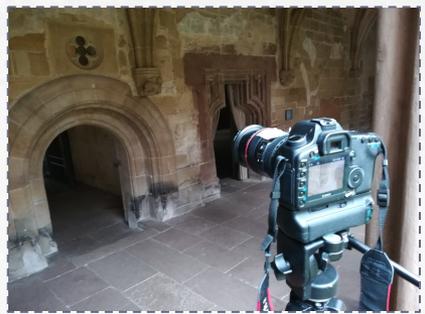
CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN



CLAUSTRO

PATIO INTERIOR

HALL CAPITEL



OBJETIVOS PRINCIPALES



Obtención de un **modelo 3D** del claustro y patio del monasterio para contribuir a la preservación del patrimonio cultural con técnicas geomáticas.

Creación de una **realidad virtual**.

Datos:

- Levantamientos del claustro con láser escáner
- Algunos detalles arquitectónicos con cámara fotográfica

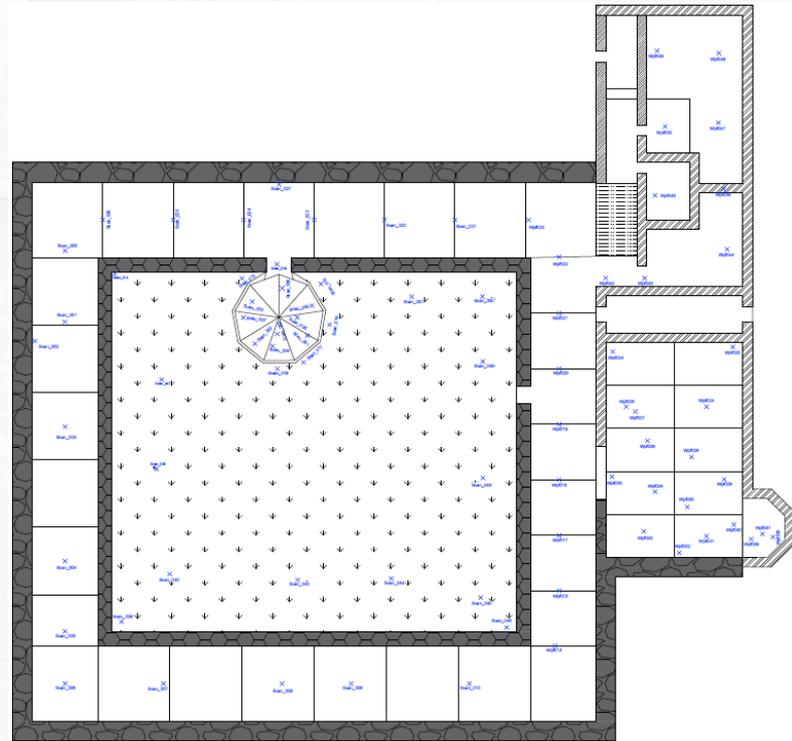


TOMA DE DATOS



LEVANTAMIENTO DEL CLAUSTRO Y HABITACIONES

88 SCANS



TOMA DE DATOS

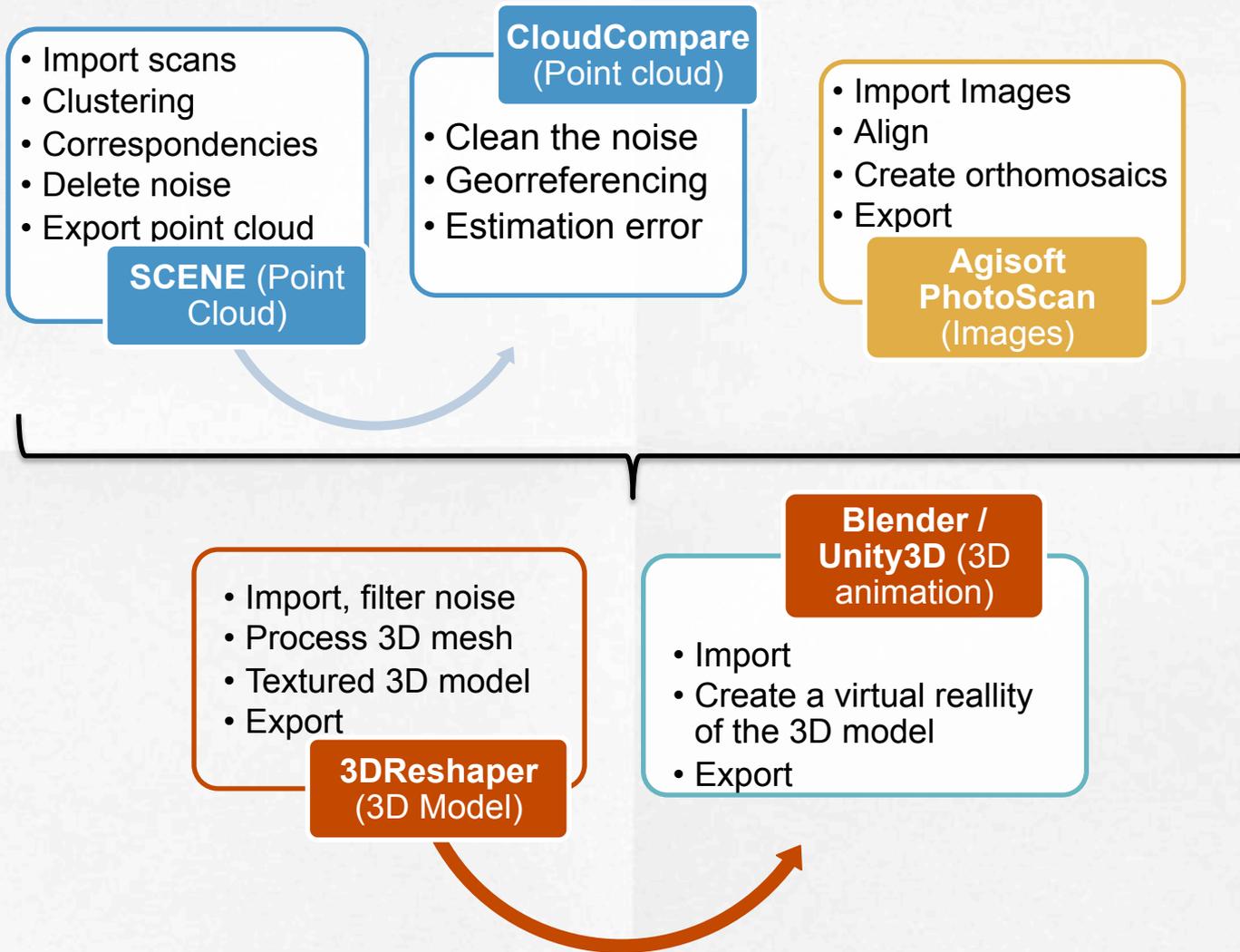


DETALLES ARQUITECTÓNICOS

- **134:** detalle del león de la fuente.
- **168:** cúpula.
- **68:** cuerpo cilíndrico de la fuente.
- **142:** dintel.



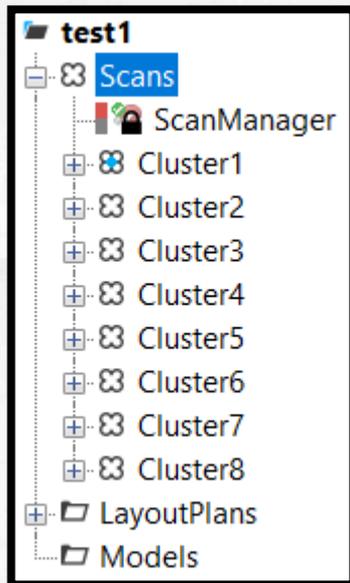
FLUJO DE TRABAJO



PROCESAMIENTO DE DATOS

PROCESAMIENTO CON SCENE

- CLUSTER



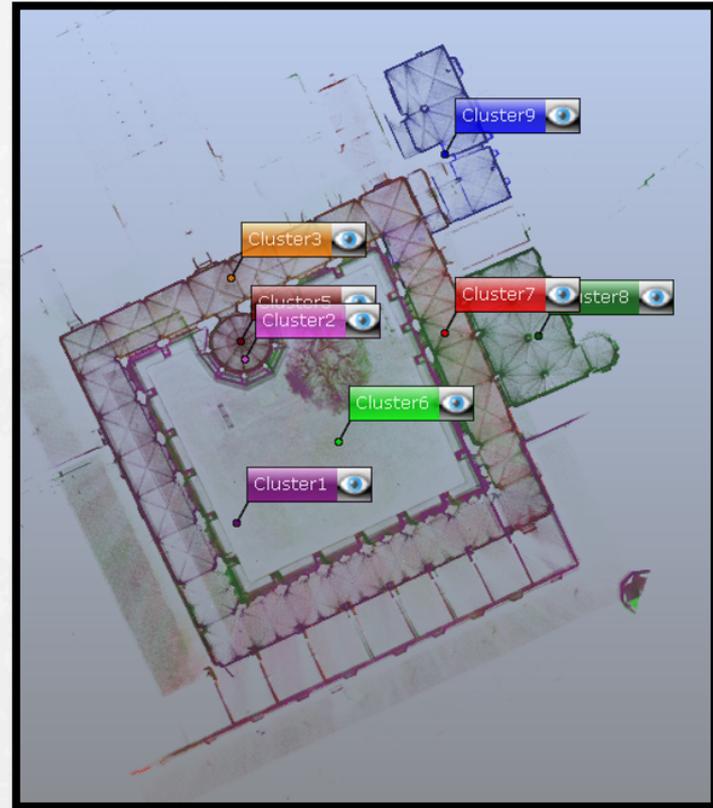
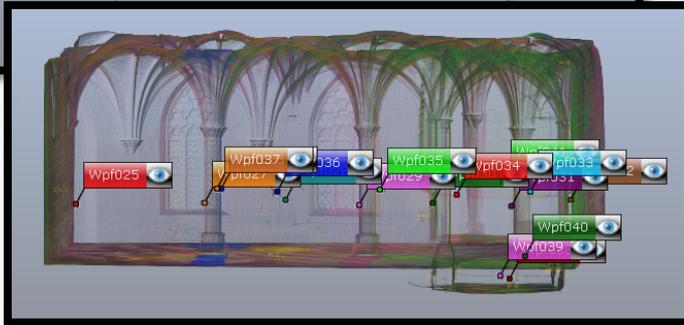
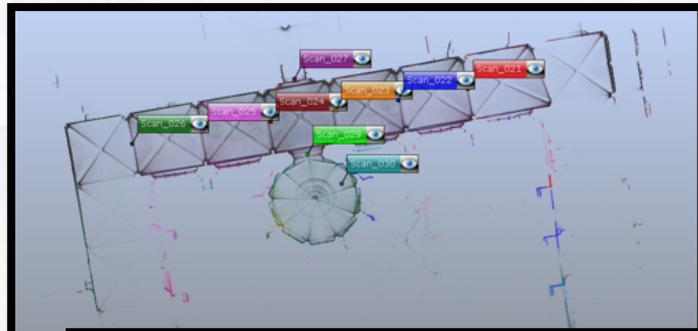
- BÚSQUEDA DE
CORRESPONDENCIAS



PROCESAMIENTO DE DATOS

PROCESAMIENTO CON SCENE

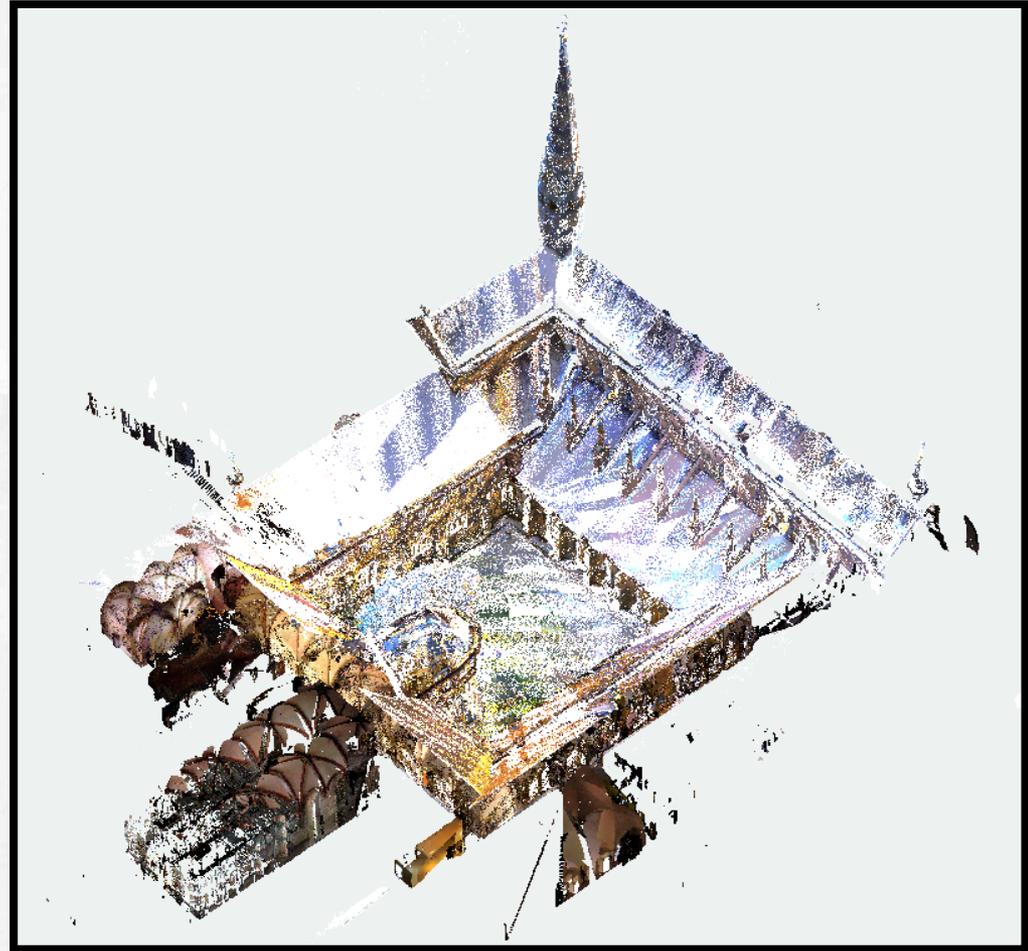
- REGISTRO



PROCESAMIENTO DE DATOS

PROCESAMIENTO CON SCENE

- CREACIÓN DE
LA NUBE DE
PUNTOS DENSA



PROCESAMIENTO DE DATOS

PROCESAMIENTO CON SCENE

- RESULTADOS DEL REGISTRO

Max. Distance Error

36.4 mm

Mean Distance Error

11.9 mm

Max. Horizontal Error

36.3 mm

Mean Horizontal Error

10.7 mm

Max. Vertical Error

12.8 mm

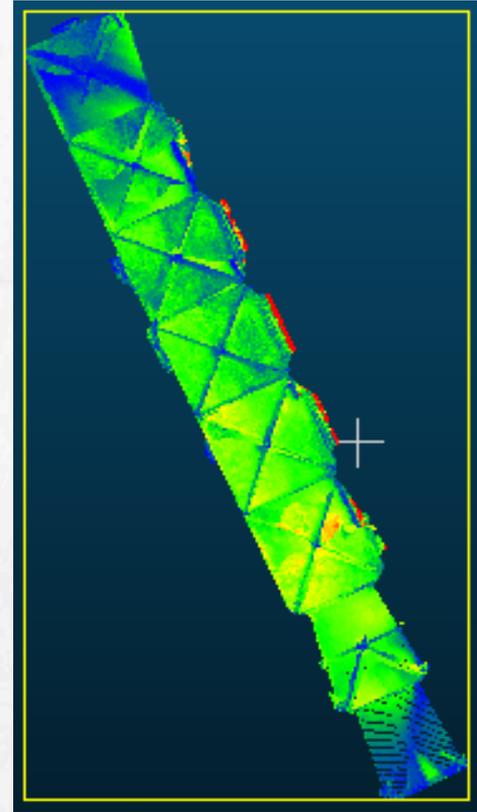
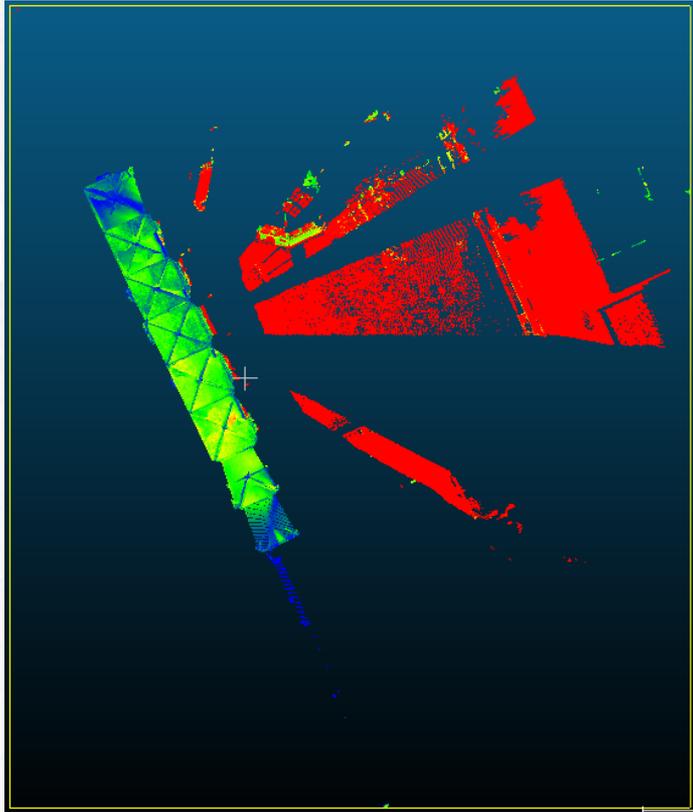
Mean Vertical Error

3.7 mm

PROCESAMIENTO DE DATOS

PROCESAMIENTO CON CLOUDCOMPARE

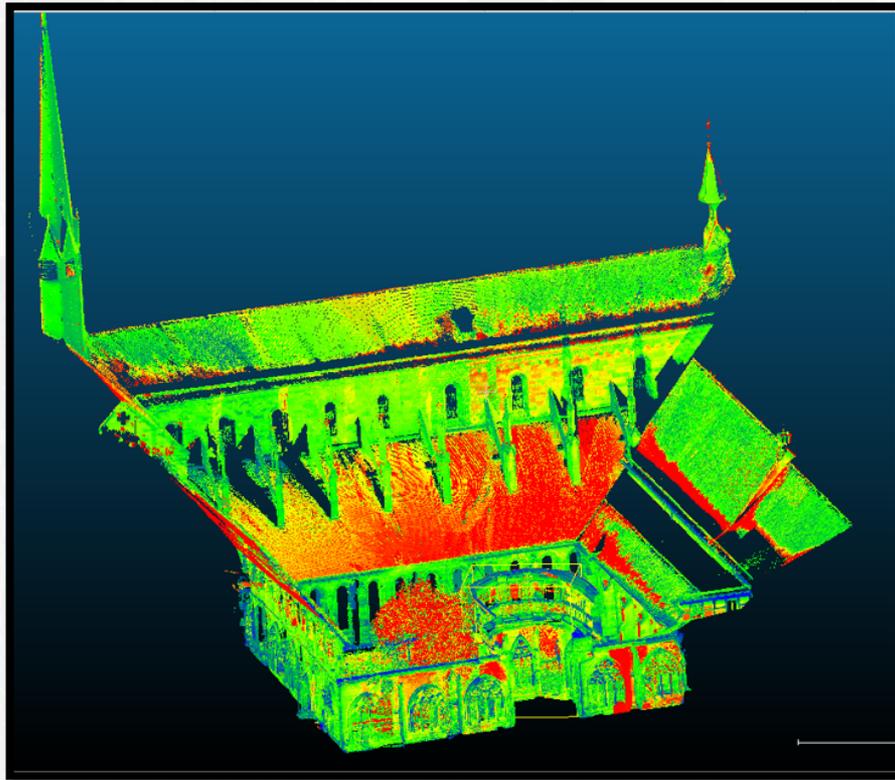
- LIMPIEZA DE LA NUBE DE PUNTOS SCAN POR SCAN



PROCESAMIENTO DE DATOS

PROCESAMIENTO CON CLOUDCOMPARE

- LIMPIEZA DE LA NUBE DE PUNTOS SCAN POR SCAN



RESULTADOS ESPERADOS

MODELO 3D

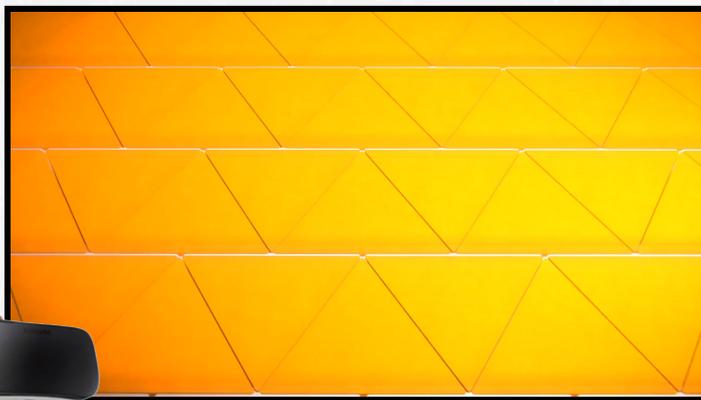


Mediciones láser y digitalización 3D
de patrimonio

Acueducto romano Les Ferreres -
Tarragona

www.scanphase.com

APP DE REALIDAD VIRTUAL



CONCLUSIONES

Actualmente:

- Nubes de puntos generadas para cada escáner con un error promedio en una distancia mayor de aproximadamente 4 mm. Objetivo: reducir el error después de limpiar el ruido y mejorar el registro.

Próximos pasos:

- Texturización de los modelos resultantes de cada escáner y unificación en uno. Corrección de posibles errores.

Finalmente:

- Creación de una realidad virtual para enriquecer el mundo patrimonial y facilitar su documentación, mantenimiento y conocimiento, abierto al público.

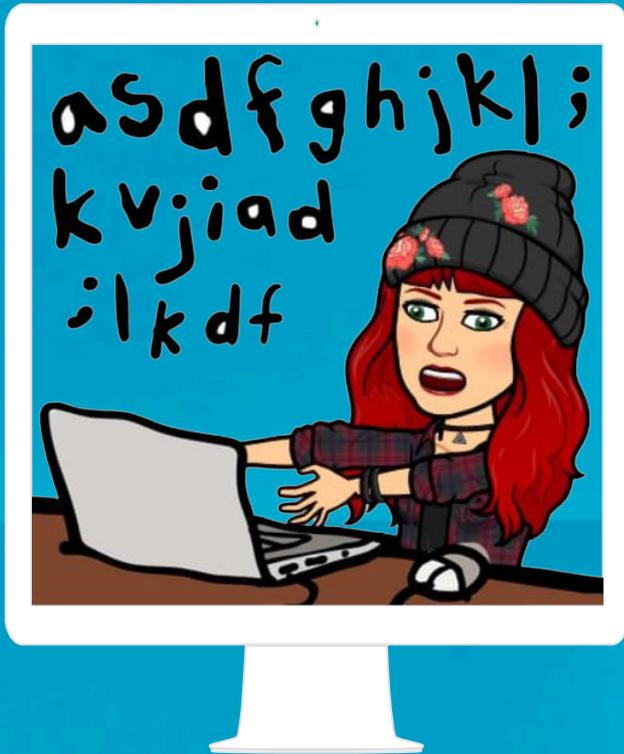
REFERENCIAS

SOFTWARES:

- SCENE 2019.0 User manual. Tools for Managing High-Quality 3D Data for Informed Project Decisions.
- CloudCompare wiki.

PAPERS CIENTÍFICOS:

- Lerma, J. L., Navarro, S., Cabrelles, M., & Villaverde, V. (2010). Terrestrial laser scanning and close range photogrammetry for 3D archaeological documentation. Journal of Archaeological Science.
- Uzal, J. M. P. (2013). 77. Modelado 3D en patrimonio por técnicas de structure from motion. ph investigación.
- Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., & Harley, I. (2007). Close range photogrammetry. Wiley.
- Battle, J. R. M. Digital photogrammetry of historical aerial photographs using open-source software.



OBRIGADA POR SUA ATENÇÃO
GOSTARIA DE CONVIDAR VOCÊ A DESCOBRIR VALENCIA!