

# La capacidad prospectiva y de visualización del escáner láser 3D aplicado al plan de conservación preventiva del conjunto cerámico, piedra y hierro de Antoni Gaudí y Josep María Jujol en la catedral gótica de Mallorca

Juan Antonio Ruiz<sup>1</sup>, Simón Garcés<sup>1</sup>, Mercè Gambús<sup>2</sup>, Catalina Mas<sup>2</sup>, Francisco J. Perales<sup>1</sup>, Xisco Ponseti<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> UGIVIA. Unidad de Gráficos y Visión por Computador e IA. Universidad de las Islas Baleares. España.

<sup>2</sup> CPAR. Conservación del Patrimonio Artístico Religioso. Universidad de las Islas Baleares. España.

## Resumen

*En este trabajo se presenta la eficiencia prospectiva y de visualización del escáner láser 3D como herramienta aplicada a la elaboración de un plan de conservación preventiva sobre la obra cerámica de Antoni Gaudí y Josep María Jujol en la catedral gótica de Mallorca. El uso de esta técnica ha posibilitado su investigación en relación al almacenamiento digital y metroológico de toda la superficie y elementos plásticos integrados. De esta manera se determina la creación de una base de datos multidisciplinaria e interactiva con contenidos documentales, técnico-materiales y prescriptivos a fin de elaborar el correspondiente plan de conservación preventiva.*

**Palabras Clave:** LÁSER ESCÁNER 3D, PATRIMONIO, CONSERVACIÓN PREVENTIVA, REALIDAD VIRTUAL, CERÁMICA.

## Abstract

*In this work it is presented the prospective and visualization efficiency of the 3D laser scanner as a tool applied to the elaboration of a preventive conservation plan of the ceramic done by Antoni Gaudí and Josep Maria Jujol in the gothic cathedral of Mallorca. The usage of this technique has enabled its investigation regarding digital information storage and metrology of the whole surface and plastic elements in it. This way it is determined the creation of a multidisciplinary and interactive database with documental, technical and prescriptive content in order to compose the preventive conservation plan.*

**Key words:** 3D LASER SCANNER, PATRIMONY, VIRTUAL REALITY, CERAMIC.

## 1. Introducción

La investigación que se abarca en este artículo, ha sido realizada por un equipo multidisciplinar de personas donde han interactuado investigadores pertenecientes a diferentes campos como la informática gráfica, la arquitectura o la historia del arte. Sus resultados son los que se presentan en este congreso, gracias a los proyectos de investigación citados en el apartado de agradecimientos correspondiente. Todos ellos han marcado un proceso de estudio, que entre otros objetivos, se ha centrado en mostrar la habilidad prospectiva y de visualización que la tecnología láser desarrolla mediante el escaneo 3D de estructuras y su relevancia para la elaboración de los planes de conservación preventiva en el patrimonio cultural. Esta tecnología nos ha permitido reflexionar en relación a las posibilidades operativas que el láser ofrece a los protocolos de actuación, una vez concluido un proceso de restauración. La utilización de esta nueva herramienta ha permitido que tareas laboriosas y detalladas se hagan de una forma más rápida, precisa y eliminando descuidos, sin la necesidad de alterar o manipular los elementos a escanear (RUBIO, 2010).

La reciente restauración realizada en la Capilla Real de la Catedral de Mallorca, construida en el último tercio del S. XIV, y aplicada sobre un conjunto artístico, original de los arquitectos catalanes Antoni Gaudí y Josep M<sup>a</sup> Jujol y realizado entre los años 1908 y 1909, e integrado por la superficie cerámica policromada, la cátedra episcopal de piedra con grafitis y dorados, además de cuatro candeleros de hierro forjados y policromados, ha posibilitado la investigación de los usos derivados del escaneo 3D en relación al almacenamiento digital y metroológico de toda la superficie y elementos plásticos integrados. De esta manera se determina la creación de una base de datos con contenidos documentales, técnico-materiales y prescriptivos, a fin de elaborar el correspondiente plan de conservación preventiva, cuya estructura ha sido organizada en tres partes:

1. **Metodológica:** Definición de un protocolo de actuación del láser escáner 3D y procesamiento de la información obtenida.
2. **Documental:** Alojamiento de un modelo operativo a partir de una base de datos digital y metroológica.
3. **Experimental:** Capacitación interactiva con otras aplicaciones informáticas y tecnológicas a fin de garantizar su actualización permanente.

El carácter inédito de esta investigación en el campo de la conservación preventiva, la singularidad de la obra artística objeto de esta aplicación y el diálogo histórico entre el arte contemporáneo y un conjunto monumental medieval de la relevancia de la Catedral de Mallorca, apuestan, con esta investigación, por una visibilidad innovadora entre las ciencias aplicadas y de la conservación del patrimonio.



Fig. 1. Miembros del Taller Xicaranda durante el proceso de restauración de la cerámica de Gaudí y Jujol en la Catedral de Mallorca (fuente: taller Xicaranda)

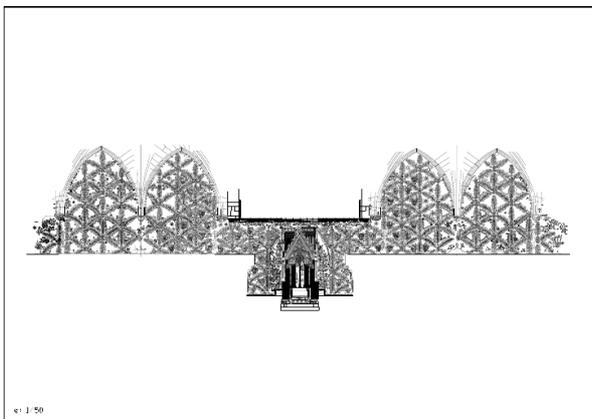


Fig. 2. Estudios preliminares. Cartografía general (fuente: taller Xicaranda).

## 2. Trabajos previos

El uso del escáner láser 3D para tareas de conservación y restauración del patrimonio está extendiéndose y es aplicado de diferentes maneras. Una de las aplicaciones más representativas es en la realización de levantamientos. Un ejemplo es el del trabajo realizado sobre el puente romano de Córdoba a la hora de plantear su reforma (GONZÁLEZ, 2010). Otra posible aplicación es la utilización del escáner láser 3D para el prototipado específico de piezas arqueológicas. Un ejemplo lo podemos ver en el trabajo realizado por J. M. Tejado con piezas arqueológicas extraídas de la comunidad autónoma de La Rioja (TEJADO, 2005). Hay que destacar que el proyecto aquí explicado se aprovecha de esta tecnología para elaborar todo un

plan de conservación preventiva que forma parte de todo el proceso de restauración, recogiendo toda la información antes y después de la restauración física de la cerámica.

## 3. Equipamiento

La base del equipamiento usado en este trabajo es el escáner láser 3D, el cual se puede definir como un instrumento que captura la geometría de un volumen o espacio el cual permite, mediante un software específico, la modelización del mismo. En nuestro caso además disponemos de un dispositivo que captura el color de la escena basado en una cámara fotográfica sincronizada con el escáner. De esta manera obtenemos seis coordenadas, XYZRGB, tres de ellas espaciales y tres de color.

El sistema utilizado ha estado compuesto, como partes primordiales, por los siguientes elementos:

- Faro Laser Scanner 3D Photon 80.
- Cámara Nikon D200.
- Elementos de referencia.

## 4. Planificación previa

Es de suma importancia una buena planificación previa al trabajo de campo en la cual se detalle de manera muy específica la disposición tanto de las tomas, allí donde se situará el escáner, como de las referencias que se vayan a usar, en este caso se optó por esferas.

En la figura 3 se observa la distribución tanto de las estaciones como de las referencias. En la zona de la cerámica se optó por una densidad mayor de puntos, una mayor resolución, a través de tres tomas, una de ellas a escala 1/1 y dos a 1/2. Como se observa en la figura, en color amarillo, rojo y verde se pueden observar los puntos desde donde se han realizado las diferentes tomas de datos. Los puntos azules indican donde se colocaron las esferas de referencia.

La finalidad de hacer varias tomas de escaneo (en este caso seis) es evitar el mayor número de sombras y a su vez la mayor cantidad de información útil.

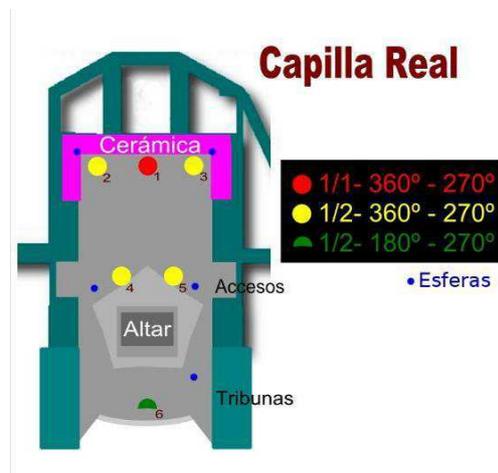


Fig. 3. Esquema de la toma de datos.

## 5. Proceso de escaneado

El tiempo de trabajo de campo para la captura de datos es breve teniendo que ser completado por un trabajo de gabinete de post-procesado de la información.

En el caso que aquí abarcamos el tiempo empleado ha sido de siete horas de captura de datos. El resultado final de este proceso ha sido el de seis nubes de puntos que en conjunto suman más de 340 millones de puntos. El siguiente paso, es el de tratar toda esta información en bruto, para obtener un conjunto útil y a su vez manejable.

## 6. Post-proceso de datos

Una vez realizado el proceso de toma de datos de la escena, pasamos al post-procesado de la información obtenida. Este proceso se realiza sobre las nubes de puntos obtenidas a través de las seis tomas de datos anteriormente descritos.

El post-proceso realizado ha seguido los pasos más comunes, descritos en el trabajo de Marambío et al sobre el escaneado láser de la iglesia de Santa María del Mar de Barcelona (MARAMBÍO, 2006).

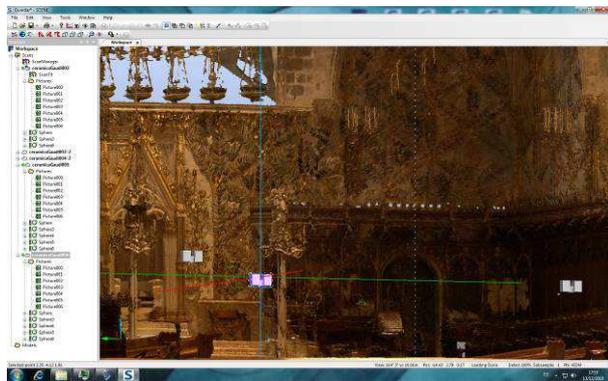


Fig. 4. Software de tratamiento de nubes, a la izquierda el árbol de datos, en la imagen se observa parte de la escena y los puntos donde están las estaciones.

El primer paso realizado ha sido la eliminación de la información no deseada. Para esta tarea se han aplicado los siguientes tipos de filtros, la eliminación de puntos negros y la eliminación de puntos dispersos generados por errores en la toma de datos. De esta forma conseguimos tanto eliminar información errónea como conseguir un modelo más manejable.

A continuación, se realiza la fase de registro. En esta fase se realiza la unión de las 6 escaneadas sobre un eje de coordenadas específico. Para esta tarea se utilizan las referencias (esferas) indicando sobre cada nube de puntos la correspondencia entre referencias.

Para optimizar el modelo obtenido se han eliminado zonas de la escena válidas, pero que no eran necesarias para el objetivo de nuestro trabajo. Un ejemplo de estas zonas sería desde la zona que va del altar hasta la entrada a de la Capilla Real. De este

modo conseguimos un modelo más homogéneo sobre el que es más fácil trabajar.

El último paso a realizar ha sido la aplicación del color a partir de las imágenes obtenidas mediante la cámara del sistema. Sobre estas imágenes también se han realizado tareas de limpieza y recorte debido a unas sombras que aparecían en el modelo original.

## 7. Resultados obtenidos

Tras todo el proceso realizado se obtiene una escena de la cual se muestra un ejemplo en la figura 3, en la que se puede observar las imágenes reales y virtuales respectivamente de un detalle de la cerámica sometida a estudio. En la figura 4, se muestra una comparativa de la zona de la Capilla Real.



Fig. 4. Comparativa de una toma real obtenida mediante fotografía (imagen izquierda) con una toma virtual mediante escaneo láser 3D (imagen derecha).



Fig. 5. Comparativa de una toma real obtenida mediante fotografía (imagen izquierda) con una toma virtual mediante escaneo láser 3D (imagen derecha).

## 8. Conclusiones

Desde el punto de vista de las conclusiones, indicamos las dos líneas de trabajo abiertas como resultado de la investigación expuesta en esta comunicación: 1. Desarrollar la fase de post-procesado asociada a la definición de un plan de necesidades documental derivado de la ejecución del proyecto de conservación preventiva. 2. Investigar la capacidad operativa del escáner láser a partir de las aplicaciones informáticas y tecnológicas necesarias para configurar un modelo de gestión integral en los planes de conservación preventiva del patrimonio histórico-artístico.

## 9. Trabajo futuro

Una futura aplicación opcional sería la utilización de un SIG (Sistema de Información Geográfica) aplicada sobre la información espacial obtenida mediante el escaneo 3D combinando la potencialidad de las bases de datos sobre un soporte gráfico.

Mediante seguimientos cíclicos de escaneo con intervalos temporales periódicos se podrán seguir de forma preventiva, parámetros de control geométrico y dimensional así como variaciones de color o apariciones de patologías como humedades o eflorescencias.

## Agradecimientos

HAR2009-09929. Ministerio de Ciencia e Innovación., *Diagnosis por imagen e interpretación histórico-artística en los procesos de recuperación de la decoración mural. Islas Baleares.*

AAEE 0091/09.Conselleria de Innovació, Interior y Justicia del Govern de les Illes Balears., *Documentación del proceso de restauración de la obra de Gaudí y Jujol en el conjunto absidal intergrado por el mural cerámico, cátedra de piedra y hierros de la capilla Real en la Catedral de Mallorca.*

AAEE123/09. Conselleria de Innovació, Interior y Justicia del Govern de les Illes Balear., *Utilización del láser en el proceso de restauración de la obra de Gaudí en la Catedral de Mallorca.*

AECID (D/027824/09, D/031964/10).

## Bibliografía

GONZÁLEZ MUÑOZ, Manuel J. et al (2010): "Uso de sistemas basados en escáner 3D para digitalización y estudio del patrimonio arqueológico" en *Virtual Archaeology Review*, pp. 99-102, [online] <http://www.arqueologiavirtual.com/var/num1/23.pdf> [Consulta: 10-02-2011]

MARAMBÍO, A y GARCIA, P.(2006): "Escáner laser: modelo 3D y ortimágenes arquitectónicas de la iglesia de Santa Maria del Mar en Barcelona", ACE: architecture, city and environment, nº2, pp. 178-187.

RUBIO GIL, Daniel et al (2010): "Nuevos métodos para viejas tecnologías: Análisis y documentación de los materiales arqueológicos mediante la aplicación de sistemas láser-scanner 3D", en *Virtual Archaeology Review*, pp. 169-173, [online] <http://www.arqueologiavirtual.com/var/num1/5.pdf> [Consulta: 20-02-2011]

TEJADO SEBASTIAN, Jose M. (2005): "Escaneado en 3D y prototipado de piezas arqueológicas: Las nuevas tecnologías en el registro, conservación y difusión del patrimonio arqueológico", en *Iberia: Revista de la Antigüedad*, nº 8, pp. 135-160.