

# Tecnologías de representación 3D en los procesos de documentación del Patrimonio Pétreo

M. Farjas

<sup>1</sup> E.T.S.I. en Topografía, Geodesia y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid (UPM), [m.farjas@upm.es](mailto:m.farjas@upm.es)

## ABSTRACT

By means of engineering technologies, the CARPA Laboratory specialises in data acquisition produced by different teams using topographic, photogrammetric and geodesic methods, in order to obtain 2D and 3D representations of objects, buildings and surfaces. Our speciality also extends to design techniques and associated technologies, such as Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing.

We present the results obtained during the search for cartographic methods, which can assist in the interpretation and dissemination of knowledge regarding Archaeology and our Heritage. Basing their research on techniques developed specifically for geodesic and cartographic engineering and architecture, the Universidad Politécnica de Madrid Research Team CARPA, are assessing how new tools applicable to their specialist can be used in an innovative way to capture and process information in the fields of archaeology and heritage.

To investigate different methods of portraying monumental edifices, we made use of new data capturing equipment for which traditional photogrammetrical methodologies were compared, taking advantage of the least square adjustment capability provided by the independent grids. To investigate procedures for the treatment of cartographic data a study was undertaken, to develop a thematic cartography that combines the scientific results with a graphical presentation.

All of the work referred to above strives to unite the disciplines of engineering and Heritage, using case studies to demonstrate the enormous potential that such interdisciplinary co-operation can offer.

## INTRODUCCIÓN

El Grupo de Trabajo CARPA (Cartografía en Patrimonio y Arqueología) de la Universidad Politécnica de Madrid fue creado en 1996 con el objetivo de desarrollar nuevos métodos de cooperación entre las ciencias cartográficas y la arqueología. La línea de investigación es doble. Por una parte pretendemos proporcionar a los gestores de Patrimonio cartografía básica a diferentes escalas. Por otro lado se persigue la obtención de documentos cartográficos que participen en la divulgación, con salidas en formato papel para procesos estáticos, o en formato digital en exposiciones dinámicas.

En ambos casos nuestra meta es que la topografía, la geodesia, sus ciencias afines, y en definitiva la métrica, permanezca bajo la divulgación y con ello se amplíen los campos de aplicación de nuestra especialidad.

Se dice que toda investigación comienza cuando nos encontramos ante una pregunta o incertidumbre que nos hace cuestionarnos una situación e iniciar una búsqueda.

En nuestro caso la pregunta surgió de la cooperación con las ciencias arqueológicas, intentando entender cuáles eran sus necesidades y buscando las herramientas que podían dar una respuesta a la misma. Nuestra pregunta es:

*¿Cómo reproducir y divulgar fielmente la belleza y geometría de un elemento del Patrimonio sin perder sus características técnicas y métricas?*

Nosotros pertenecemos al mundo de la ingeniería y dentro de él hemos aprendido cómo la fotogrametría y la topografía clásica son herramientas para la generación de Base de Datos Cartográficas. En la actualidad estamos trabajando con los equipos laser-escaner 3D gracias a la continua colaboración con la empresa Leica-Geosystems y a las horas de trabajo que nos dedica.

En el presente trabajo nos adentramos en el reto de divulgar todos los procesos necesarios para obtener bases de datos cartográficas en Patrimonio, poniendo en práctica todas las técnicas que la Geomática nos ofrece.

Iniciamos la línea de investigación con los siguientes objetivos:

- ✓ Obtener la cartografía base con la suficiente precisión métrica, conforme a las necesidades del monumento.
- ✓ Cubrir las necesidades de información para la evaluación de la información en Patrimonio.
- ✓ Permitir la integración de la información en forma digital, en la base de datos, con los formatos propuestos por la Direcciones correspondientes.
- ✓ Lograr que mediante la utilización de nuevas tecnologías, verificadas y normalizadas, se puedan usar metodologías de trabajo que permitan la optimización de los recursos humanos, materiales y económicos.

Para ello se van a presentar los resultados obtenidos en tres áreas de trabajo:

- Representación de entornos de interés cultural.
- Modelización tridimensional de yacimientos.
- Modelización de estatuas.
- Modelización de fachadas.

En cada caso se describe brevemente la metodología utilizada, dejando para un futuro inmediato la comparación de metodologías y la definición de propuestas de actuación.

## CARTOGRAFÍA EN ENTORNOS DE INTERES CULTURAL

El proyecto que presentamos se realizó en el yacimiento de Tuqueibah (E.A.U.). Esta zona arqueológica cuenta con una superficie de más de 50 Has y en ella se analizan restos urbanos del primer asentamiento del Emirato en el 3.000 a.C.



*Figura 1: Área Arqueológica de Tuqueibah (E.A.U.)*

La propuesta básica consistía en proporcionar una cartografía digital soporte de los trabajos multidisciplinares que se están realizando. En este sentido, además de dotar de una base de datos espaciales a la excavación y todo su entorno nos cuestionamos estudiar procesos y analizar propuestas de optimización en la adquisición, tratamiento y divulgación de la información.

Se proyectó un levantamiento a escala 1/1000 en una extensión de 50 Has que cubriese la totalidad del área arqueológica<sup>1</sup>. El período de tiempo de que disponíamos para la toma de datos de campo, así como el no poder recurrir a vuelos fotogramétricos, nos llevaron a poner en práctica el uso de la metodología GPS en estático rápido para la implantación de la red básica, y en RTK para el levantamiento.

El total de puntos adquirido fue superior a 20.000, y el tratamiento de los mismos obligó a un minucioso trabajo manual sobre las curvas de nivel para la representación del curvado en dunas, ya que no respondían a las formas tradicionales de los materiales en nuestro país.

En la zona de Tuqueibah el análisis de la cartografía resultante nos impulsó a buscar nuevas formas de mejorar la imagen final del documento. La cartografía contenía el detalle, cumplía todos los requisitos de tolerancia, pero no resultaba clara para “el lector”. Ensayamos con imágenes sobre el fondo y se trabajó el detalle altimétrico utilizando vistas perspectivas. Para la edición de tintas y sombreado se utilizó el programa *Adobe Photoshop*. Se diseñó una gama de color y se llevo a cabo una edición de tintas, sometiéndola a un proceso de desenfoque gaussiano y aplicándole un filtro de mediana. La imagen se superpuso al levantamiento realizando el relieve, y facilitando la interpretación.

La cartografía final fue la que se muestra en la figura 2.

<sup>1</sup> Bodas, C. y Velez, Jose Juan (2001): *Proyecto e Implantación de una Red Básica mediante GPS para posteriores Levantamientos de Detalle Arqueológicos en el Yacimiento de Tuqueibah (Emirato de Sharjah). Levantamiento a Escala 1:1000 con Receptores GPS.* Proyecto Fin de Carrera, E.U.I.T. Topográfica.



Figura 2: Cartografía final resultante del área de excavación arqueológica

## MODELO TRIDIMENSIONAL DEL YACIMIENTO ML2 (U.A.E.)

En la realización del modelo tridimensional del yacimiento arqueológico ML2<sup>2</sup>, se pretendió alcanzar una representación 3D para análisis métricos, y modelos de divulgación a través de animaciones y de soportes digitales que pudieran introducirse en reconstrucciones virtuales.

Adquiridos todos los puntos que representan el objeto a representar, se dividieron en dos categorías:

- Puntos del terreno
- Puntos del yacimiento arqueológico ML2

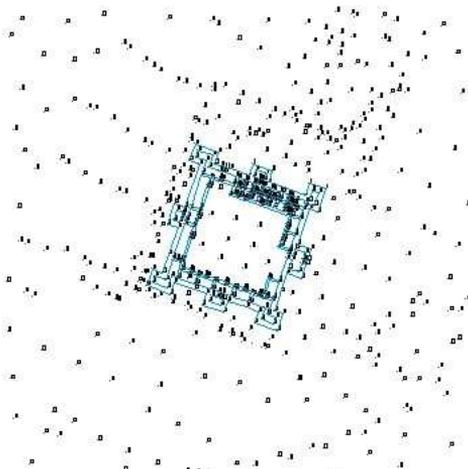


Figura 3: Nube de puntos adquirida en el yacimiento arqueológico ML2

La nube de puntos del terreno seleccionada alrededor del yacimiento, cubría una superficie de 150 x 150 m aproximadamente, mientras que el yacimiento propiamente dicho era de 50 x 50 m, situándose éste en la zona central del terreno.

Las líneas de ruptura que se introdujeron fueron las que forman la base del edificio, para que al fusionar la malla de triángulos del terreno con la de los muros del edificio, los muros casaran perfectamente con el terreno, y en el modelo no quedaran huecos.

Una vez que obtuvimos la nube de puntos definitiva, se realizó la malla de triángulos con el programa INROADS, y sobre ella se aplicaron las texturas.

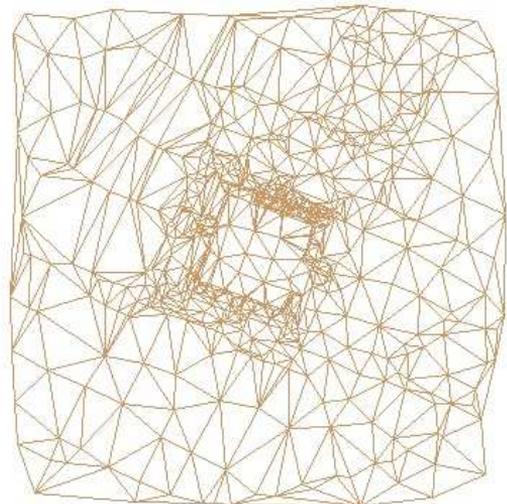
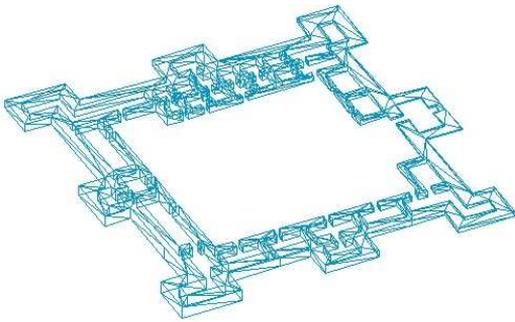


Figura 4: Malla de triángulos del entorno

Con todos los puntos que formaban la estructura del yacimiento, se procedió a la edición con ayuda de los croquis realizados en campo.

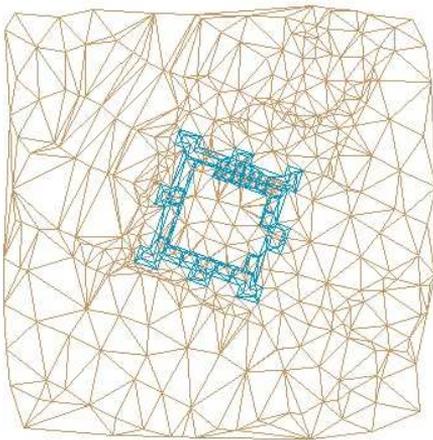
En el yacimiento se obtuvieron a su vez, las caras de la malla de triángulos, y se realizó la fusión de todos los ficheros. Finalmente se llevó a cabo una revisión de cada uno de los vértices que formaban el edificio para que hubiera una perfecta coincidencia de todos los vértices de los triángulos que coincidían en un mismo punto, obteniendo el resultado que aparece en la figura 5, en una vista en isométrica.

<sup>2</sup> Fuentes, I. y Granado D. (2004): *Levantamiento a escala 1/500 de la zona arqueológica de Mleiha en el Emirato de Sharjah on receptores GPS. Obtención de un modelo tridimensional del yacimiento arqueológico ML2.* Proyecto Fin de Carrera, E.U.I.T. Topográfica



*Figura 5: Malla de triángulos del fuerte*

Con las mallas de triángulos correspondientes al yacimiento arqueológico y al terreno, se realizó la fusión que se muestra en la figura 6.



*Figura 6: Malla de triángulos del área arqueológica*

A esta malla de triángulos resultante para el modelo se le iban a asignar materiales para obtener una imagen realista y los productos de divulgación mencionados anteriormente.

La conversión del formato DGN en el que estaba el modelo, al formato MB (Maya binary), necesario para utilizar el programa MAYA 5.0, en el proceso de asignación de materiales, se realizó en dos fases:

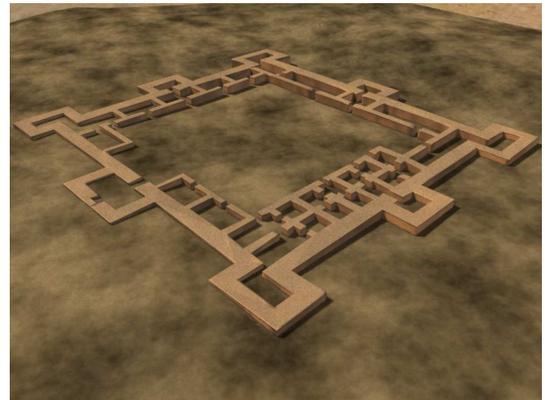
1. Exportar nuestro fichero en formato DGN al formato DXF a través del programa Microstación V8.
2. Para pasar del formato DXF al formato MB, utilizamos un programa llamado DEEP EXPLORATION, el cual me va a permitir exportar el fichero manteniendo la geometría de nuestro modelo

El siguiente paso y uno de los más laboriosos, fue asignar a cada uno de los triángulos en 3D la cara que

iba a ser la visible, es decir a la que se le iba a asignar el material, ya que un triángulo iba a tener dos caras. Para ello hubo que establecer la dirección del vector normal de cada cara, ya que estos vectores están descolocados en el diseño en 3D en el momento inicial. Para que una cara sea visible, el vector normal debe dirigirse hacia la cámara, es decir, hacia el lado que se desea que sea observado el material, en caso contrario esa cara se considera invisible. Los vectores normales, aparecen como el resultado de un producto vectorial. Cada triángulo, va a estar formado por sus tres vértices (A, B, C), dando lugar a seis vectores (AB, AC, BA, BC, CA, CB). Una vez que se obtienen las tres normales en los tres vértices, se realiza una media de las tres normales y se obtiene la normal definitiva.

Una vez realizado este proceso, el modelo estaba listo para aplicarle las texturas y que éstas fueran visibles.

A continuación se adjuntan imágenes del modelo final.



*Figura 7: Vista cenital de la representación virtual*



*Figura 8: Imagen de la representación virtual*

## REPRESENTACIÓN 3D DE LA ESTATUA DE CIBELES (MADRID)

La casa Leica Geosystem puso a nuestra disposición el equipo Cyrax 2500 para analizar la capacidad de adquisición de datos. Elegimos como emplazamiento de ensayo la Plaza de Cibeles de Madrid, y en ella la estatua que lleva su nombre, como objeto a representar.

El equipo Cyrax 2500 es un escáner laser diseñado para permitir aplicaciones topográficas, de ingeniería y de construcción en adquisición de datos espaciales. La radiación de un punto se obtiene con una precisión en distancias de  $\pm 4$  mm y de  $\pm 60$  micro-radianes en ángulo. La capacidad de captura de datos alcanza los 1.000 puntos por segundo, lográndose una precisión interna en el haz de puntos de 1,2 mm.



Figura 9: Equipo laser escaner CYRAX 2500, Leica

El escáner, conectado a un ordenador portátil se sitúa sobre un trípode. Una vez orientado hacia el objeto a levantar se selecciona la zona concreta mediante un rectángulo en pantalla, y se da comienzo a la adquisición de datos. La nube de puntos se trata dentro de un software específico denominado Cyclone, que cuenta con módulos de cálculo y modelización en dos y tres dimensiones.

La utilización de estos equipos está recomendada en un rango de distancias de 1,5 a 80 metros, pero pueden alcanzarse los 100 m manteniendo la precisión, y en la actualidad incluso superiores.

En el ensayo de adquisición de datos en la Estatua de La Cibeles, el *laser escaner CYRAX 2500* necesitó sólo quince minutos para crear la nube de puntos.

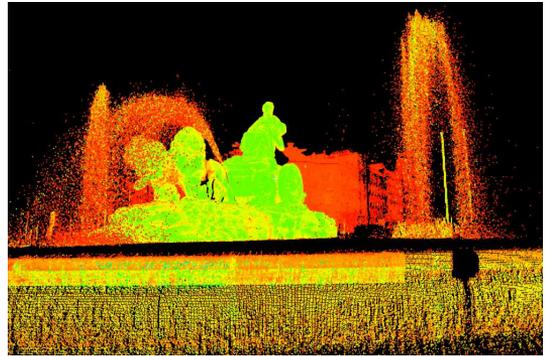


Figura 10: Nube de puntos CYRAX 2500, Leica

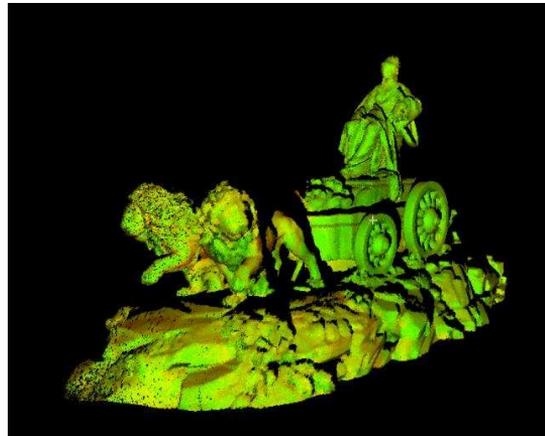


Figura 11: Imagen texturizada CYRAX 2500, Leica

Por otro lado nuestra experiencia con la estación Leica TC 305 (de medida directa sin prisma) y las versiones posteriores TCR-705 nos habían permitido trabajar con haces de puntos discretos, interconectados mediante ajustes mínimo cuadráticos. El equipo Cyrax nos lanzó en esta línea de estudio pero con una secuencia de puntos casi continua.

Viendo cómo se realiza la adquisición de datos y la potencia de esta nueva herramienta, nos cuestionamos la potencia de estas nuevas metodologías frente a los trabajos fotogramétricos tradicionales. Para contestar a la cuestión de qué aportan a los levantamientos en Patrimonio y Arqueología realizamos el trabajo de La Lonja de La Seda de Valencia.

## LEVANTAMIENTO DE LA LONJA DE LA SEDA (VALENCIA)

En este trabajo nos planteamos la utilización de la Fotogrametría terrestre en Patrimonio. El objetivo fue obtener un documento métrico 3D, como soporte científico, así como obtener productos

fotogramétricos derivados que ayudasen a la divulgación museológica de un monumento.

### **Metodología Fotogramétrica**

En una primera fase realizamos el levantamiento de uno de los pórticos interiores de la Lonja de la Seda de Valencia, mediante la utilización de métodos fotogramétricos de objeto cercano, a partir de la realización del apoyo referido al sistema de referencia de la Lonja<sup>3</sup>. El levantamiento fotogramétrico del pórtico se planteó a escala 1:25, con unas precisiones próximas a los 5 mm.

Frente a los métodos clásicos de ejecución de levantamientos con estaciones totales o equipos GPS, la fotogrametría necesita de puntos con coordenadas (X,Y,Z) en un sistema de referencia que sean el nexo de unión entre el sistema de referencia inicial y las fotografías.

Para la realización de las tomas fotográficas se trabajó con la cámara fotogramétrica Rollei metric 35, semimétrica de 42 mm de focal.



Figura 13: Cámara fotogramétrica Rollei metric 35

Y la captura de datos topográficos se llevó a cabo con una estación total láser de la marca Leica, modelo TCR 705.



Figura 12: Estación Total sin prisma TCR-705. Leica

<sup>3</sup> Mora, M. y Saenz, A. (2004): *Levantamiento Fotogramétrico del pórtico interior de La Lonja de La Seda de Valencia*. Proyecto Fin de Carrera, E.U.I.T. Topográfica

En primer lugar se implantó una red topográfica en el exterior e interior de la Lonja de la Seda, observada con dicho. Realizadas todas las observaciones se procedió a calcular las coordenadas de todos los puntos de la red, así como su precisión, realizando un ajuste por M.M.C.C. de todo el conjunto de observaciones, tratando planimetría y altimetría independientemente.

Al estar trabajando sobre un edificio calificado, considerado y proclamado monumento perteneciente al Patrimonio Nacional de la Humanidad, la señalización no fue permanente, una vez finalizadas las tareas de observación y medición, se retiraron todas las señales sin que dejasen ningún tipo marca. Las señales artificiales estuvieron única y exclusivamente presentes el tiempo necesario para la realización de las observaciones, sobre las zonas accesibles. En la zona inaccesible se utilizaron puntos naturales con buena definición.

Los puntos de control fotogramétricos debían ser fácilmente identificables y estar debidamente señalizados, condiciones necesarias para posteriores observaciones sobre los mismos y mediciones sobre los fotogramas. Estos puntos quedaron distribuidos sobre los entornos mas adecuados para la posterior orientación de los modelos, decidiendo situarlos en los extremos del pórtico (sobre columnas y arcos) y los demás puntos de control a lo largo y ancho del pórtico, sobre puntos característicos del mismo.

A continuación, se adjunta una fotografía con la situación de los puntos de apoyo en el pórtico.

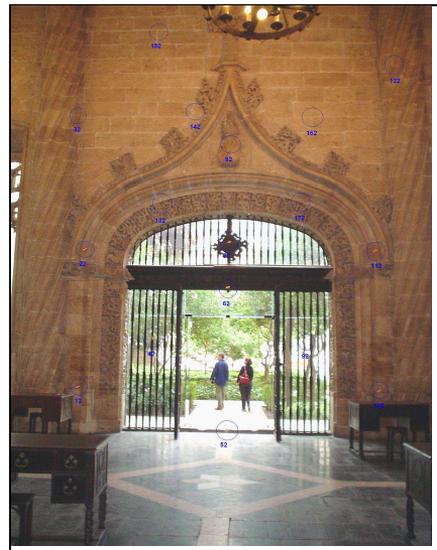


Figura 14: Localización de los puntos de apoyo

El método topográfico empleado para la observación de los puntos de apoyo, fue el de la intersección

directa, utilizando como bases de observación los puntos que fueran necesarios de la red implantada anteriormente y que permite la referenciación de cualquier observación que se realice a partir de ella. Se optó por utilizar la misma estación total Leica TCR-705

Las tomas fotográficas se realizaron teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Búsqueda de la iluminación adecuada del objeto a fotografiar, evitando, en la manera de lo posible, la existencia de sombras, reflejos, contraluces o fotos quemadas (debido a los elevados tiempos de exposición).
- Trabajar con valores altos de profundidad de campo, para evitar desenfoques inoportunos.
- De forma habitual el valor de la velocidad queda impuesto por la propia cámara, al controlar de forma automática las condiciones de iluminación. Para evitar fotos movidas se utilizó cámara sobre trípode fotográfico.
- Obtención de encuadres correctos, evitando que el suelo-caso concreto-ocupase mucha superficie en las fotografías para evitar alteraciones en las condiciones de iluminación.

Como se ha indicado la obtención de las fotografías se realizó con la cámara Rollei semimétrica modelo Metric 35, con una focal de unos 42mm, que a pesar del reducido ángulo de campo nos proporcionaba intersecciones de calidad adecuada.

La película que se utilizó para obtener los fotogramas del pórtico, fue una película pancromática, con formato 24x36 mm, y con una sensibilidad ISO 50. Este tipo de película nos permitía obtener unos fotogramas muy bien definidos debido al grano fino que este tipo de sensibilidad ofrece.

En todo momento se buscó que la toma fotográfica se realizase en el caso normal, es decir, lo más perpendicular posible al objeto, teniendo en cuenta en todo momento una relación base-alejamiento lo más favorable posible que garantizase una visión estereoscópica cómoda, una completa cobertura con el mínimo número de fotogramas posible y por último unas adecuadas precisiones en las determinaciones fotogramétricas. Basta indicar que los valores de esta relación base-alejamiento deben seguir una proporción 1 a 5 en el caso de fotogrametría convencional, pudiendo reducirse a 1 a 4 e incluso menor, en fotogrametría de objeto cercano.

Elegidas las posiciones de la cámara, se realizaron varios grupos de fotogramas desde cada una de ellas,

con distintos valores de abertura y exposición. Posteriormente y una vez reveladas las fotografías, se eligieron las 5 que tenían una iluminación y características más favorables.

El revelado del carrete y la calibración de la cámara, se realizó en laboratorio.

El proceso de restitución se llevó a cabo, en toda su magnitud, en instrumentos digitales, instrumentos en los que los fotogramas físicos se sustituyen por imágenes escaneadas de los mismos.

En este tipo de instrumentos todo el proceso de orientaciones fotogramétricas se llevan a cabo mediante métodos analíticos al igual que el proceso de asociación de posiciones de marcas medidas en el sistema de referencia modelo con las posiciones correspondientes sobre cada uno de los fotogramas, obteniendo finalmente una representación en el sistema tridimensional de referencia impuesto por los puntos de apoyo, de todos aquellos elementos de interés presentes en los fotogramas (forma numérica), generalmente en el formato propio del programa de dibujo asistido por ordenador.

Esta representación permite, además de la obtención de planos de detalle del objeto, la generación de ortofotos y MDTs, posibilitando una correcta conservación de este elemento arquitectónico, pudiendo reproducir fielmente la forma y dimensiones del objeto en un futuro.

El restituidor digital utilizado, con el programa DIGI3D, está compuesto de dos monitores: uno para la visualización estereoscópica y otro para controlar el propio programa.



*Figura 15: Restituidor digital*

De este modo se pueden ir realizando las distintas orientaciones fotogramétricas y posteriormente la restitución del objeto.

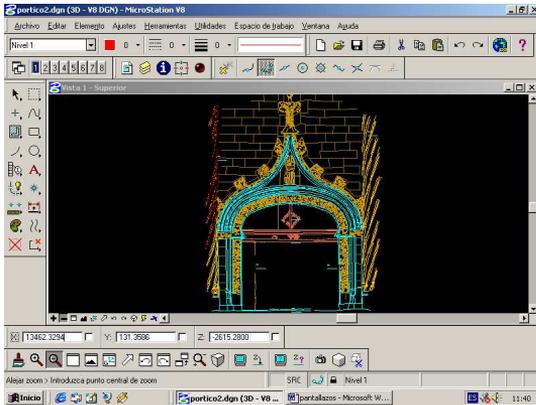


Figura 16: Proceso de restitución

El proceso de orientación de fotogramas es un proceso secuencial análogo en todas las operaciones de este tipo, realizando las orientaciones según el orden pertinente:

- Orientación interna de cada uno de los fotogramas.
- Orientación relativa de cada modelo o bloque.
- Orientación absoluta del modelo o bloque.

Estos procesos, en la actualidad y con el tipo de aparatos indicados para la restitución, se desarrollan íntegramente bajo un programa específico.

Para iniciar la representación del objeto en cuestión, el programa que se utilizó trabaja directamente con los fotogramas originales, sin necesidad de realizar posteriormente ningún tipo de transformación geométrica. Esta preparado para el Diseño Asistido por Ordenador (CAD), a través de una serie de menús que permiten el dibujo de líneas, elementos puntuales así como superficiales.



Figura 17: Proceso de restitución

Para llevar a cabo una restitución ordenada, se asignaron los mismos códigos a los elementos de

características parecidas, o a aquellos que formaban parte de elementos singulares. A cada uno de estos grupos se le adjudicó un color para una mejor comprensión del dibujo completo durante la restitución.



Figura 18: Proceso de restitución

Las precisiones finales de la restitución fueron de  $\pm 0.01\text{m}$  en planimetría y de  $\pm 0.018\text{m}$  en altimetría.

Una vez obtenido el fichero final, éste se transformó a un formato de intercambio con el programa Microstation de la casa Bentley, para llevar a cabo una última edición del plano. En este proceso se eliminaron aquellos errores o incongruencias que existían en el dibujo y que durante la restitución se hubieran pasado por alto.

### Metodología Laser Escaner

Utilizando el mismo objeto como modelo a representar y con el fin de analizar y experimentar con resultados semejantes, se aplicaron los sistemas de adquisición de datos laser escaner.

Nuestro objetivo es ensayar metodologías y por ello decidimos realizar la toma de datos de un mismo elemento patrimonial con equipos de la Casa Leica-Geosystems, efectuando un tratamiento posterior de los datos semejante.

El equipo utilizado fue el laser escaner Cyrax-2500. La nube de puntos resultante de una toma de 15 minutos fue la que aparece en la imagen 19.



Figura 19: Nube de puntos

Aplicándole texturas y tras un tratamiento mínimo de post-proceso se obtiene el modelo tridimensional del pórtico. Si bien el procedimiento es semejante al que se ha expuesto para el yacimiento arqueológico ML2, se ha indicado que la diferencia de tiempos de ejecución es notable.

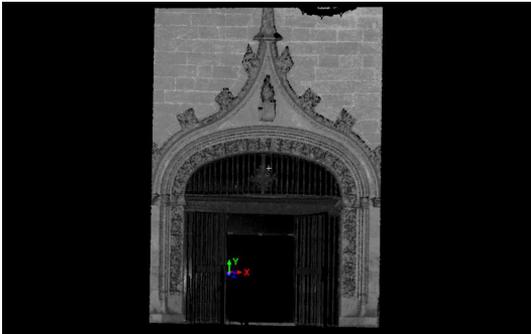


Figura 20: Pórtico con texturas

Se llevaron a cabo ensayos adicionales de toma de datos con el equipo laser escaner en zonas de difícil acceso para la adquisición de datos topográficos, optando por la búsqueda de la representación de las bóvedas del patio principal.

La imagen 21 nos muestra la malla de triángulos de la nube de puntos adquirida.

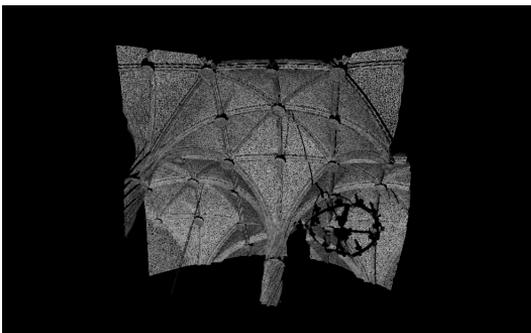


Figura 21: Malla de triángulos de la bóveda central

Es sorprendente la facilidad del proceso de asignación de texturas del software Cyclone, del equipo láser escaner. Esta tarea puede realizarse in situ, observando la imagen final al finalizar la toma de datos de la nube de puntos topográficos.

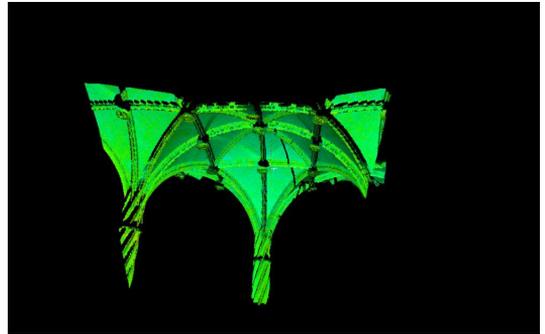


Figura 22: Malla de triángulos con asignación de texturas

Como último ensayo en la capacidad del sistema, y para poder analizar el nivel de detalle que puede alcanzarse en la representación, se realizó un escaneado de un escudo de una de las fachadas exteriores del edificio.

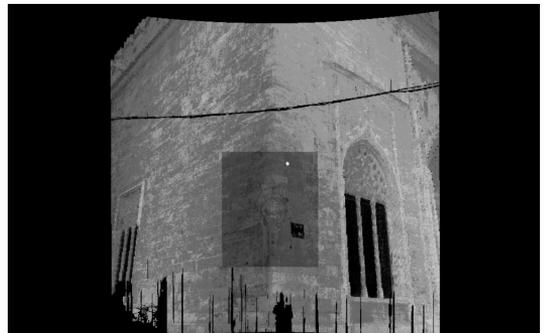


Figura 23: Nube de puntos de la fachada exterior

Sobre ella se seleccionaron aquellos que pertenecían a un escudo grabado en la propia fachada, y se trataron los datos para obtener las imágenes de malla de triángulos e imagen con texturas.

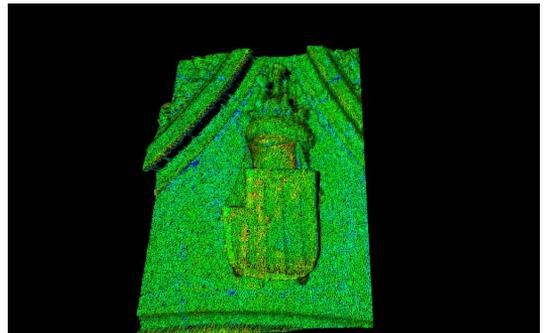


Figura 24: Malla de triángulos del escudo exterior

Como último ejemplo reproducimos a continuación el resultado del detalle con una asignación elemental de texturas.



*Figura 25: Escudo en fachada exterior con texturas*

En la actualidad estamos trabajando en un estudio pormenorizado de las dos metodologías planteadas: levantamiento fotogramétrico tradicional y levantamiento mediante sistemas laser-escaner; hasta alcanzar conclusiones metodológicas aplicables a elementos de Patrimonio.

## **CONCLUSIÓN**

En este trabajo hemos intentado mostrar diferentes líneas de investigación que apoyamos en el Grupo de Trabajo Cartografía en Patrimonio y Arqueología. Experimentamos con las nuevas tecnologías de la geomática, manteniendo siempre las relaciones métricas entre los datos, y creando modelos o prototipos que contribuyan desde nuestra disciplina a la divulgación. En este camino, a través de los modelos digitales ampliamos a tres dimensiones el escenario de referencia, sin perder la posibilidad de obtención de modelos cartográficos tradicionales.

Nuevos retos son lograr introducir interactividad a la modelización espacial, e integrar la diacronía del monumento en los sistemas de divulgación.

Nuestro objetivo es la búsqueda de la métrica tridimensional en las metodologías de representación de los monumentos ensayando distintos equipos e intentando dar respuesta a protocolos de documentación. La tarea final es establecer conclusiones, que desde nuestro laboratorio en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía de la Universidad Politécnica de Madrid, sirvan a otros especialistas.

Nuestra información no sólo ha de contribuir como soporte cartográfico de documentación del objeto, sino que sobre ella pueda llevarse a cabo la gestión y documentación del Patrimonio, y la preparación de

documentos diversos de aplicaciones virtuales o multimedia, que acerquen nuestro Patrimonio a los ciudadanos.

Queremos dar las gracias a todos aquellos que hacen que nuestro trabajo siga hacia delante, haciendo posible que la búsqueda de respuestas no cese. Todo ello muy especialmente pensando en los miembros de Leica, que tan desinteresadamente se involucran en nuestros proyectos.