

PRIMER CONGRESO EUROPEO SOBRE  
RESTAURACIÓN DE CATEDRALES GÓTICAS  
KATEDRALE GOTIKOEN ZAHARBERRIKUNTZARI  
BURUZKO EUROPAKO 1. BATZARREA  
FIRST EUROPEAN CONGRESS ON  
RESTORATION OF GOTHIC CATHEDRALS  
PREMIER CONGRÈS EUROPÉEN SUR LA  
RESTAURATION DES CATHÉDRALES GOTHIQUES

## **LIBRO DE COMUNICACIONES**

**20 - 23 de Mayo de 1.998. Palacio de Congresos Europa. VITORIA - GASTEIZ**

**1998ko Maiatzaren 20 - 23. Europa Biltzar Etxea. VITORIA-GASTEIZ**

**May 20th - 23rd 1998. Europa Congress Hall. VITORIA-GASTEIZ**

**20 - 23 Mai 1998. Palais des Congrès Europe. VITORIA - GASTEIZ**



## 1.- INTRODUCCIÓN

Una de las características fundamentales de los levantamientos arqueológicos es lo efímero en el tiempo de gran parte de la información que suministran, y de la subjetividad del análisis de estos datos, motivado en muchas ocasiones por la necesidad de una rápida valoración ante la inminencia de la excavación del estrato siguiente.

La fotogrametría como técnica de registro y extracción de información de fotografías, viene a paliar los problemas anteriormente enunciados, ya que por un lado el registro fotográfico de las distintas fases de la excavación arqueológica así como su posterior restitución fotogramétrica permite:

- Servir como registro permanente de la totalidad de la información
- Realizar el análisis posterior de los distintos estratos, ayudados por la visión estereoscópica.
- Realizar la cartografía métrica precisa y por tanto la localización relativa o absoluta de los elementos que van viendo la luz.
- Servir como base para la reconstrucción in situ o maquetación del yacimiento, con fines didácticos, divulgativos, científicos,...
- Generar la cartografía básica y complementaria para proyectar y diseñar sobre ella elementos constructivos, de restauración o reconstrucción.

Definida la importancia de la fotogrametría como herramienta para el registro y documentación de levantamientos arqueológicos, vamos a interesarnos por las posibilidades que plantean la documentación cartográfica extraída de ella.

Junto a la tradicional representación en planos de planta y alzados, las técnicas de modelado tridimensional informatizado, permiten una aproximación métrica y visual a la realidad estudiada, de manera que el modelo a escala puede servir para determinar sobre él tanto medidas tridimensionales como perfiles, secciones, etc. Además de estas posibilidades, la aplicación de tramas o texturas permiten dotar al modelo de un aspecto visual totalmente evocador del objeto al que representa.

Disponiendo del modelo tridimensional completo con todas sus unidades diferenciadas y documentadas arqueológicamente, el siguiente paso supone agilizar la gestión de la ingente cantidad de información, tanto gráfica como alfanumérica, recopilada por los distintos profesionales que participan en los trabajos de la excavación. Para ello, el enlace de cada una de las unidades del modelo gráfico tridimensional con una base de datos permite la alimentación y extracción de información multidisciplinar que se traduce en un enriquecimiento de los estudios, aumentando y facilitando la velocidad y calidad en el cruce de los distintos tipos de información extraída, debido, en gran parte, al automatismo de estos procesos de análisis. Al mismo tiempo, la asociación de programas de diseño asistido por ordenador y bases de datos permite la generación de cartografía temática con innumerables posibilidades.

Finalmente, dentro de la enumeración de las posibilidades de la modernización tridimensional fotogramétrica de los trabajos arqueológicos, destacaremos, como una de las más importantes, la generación de modelos tridimensionales virtuales; estos modelos suponen la representación más próxima a la realidad y, lo que es más importante, permite la interacción por parte del usuario/a, experimentado/a o no, en el conocimiento del elemento representado. La utilización de formatos de modelos compatibles con los estándares de Internet permite, a su vez, la divulgación universal de la forma y dimensiones del bien objeto de estudio.

## 2.- METODOLOGÍA

### 2.1.- Objetivos:

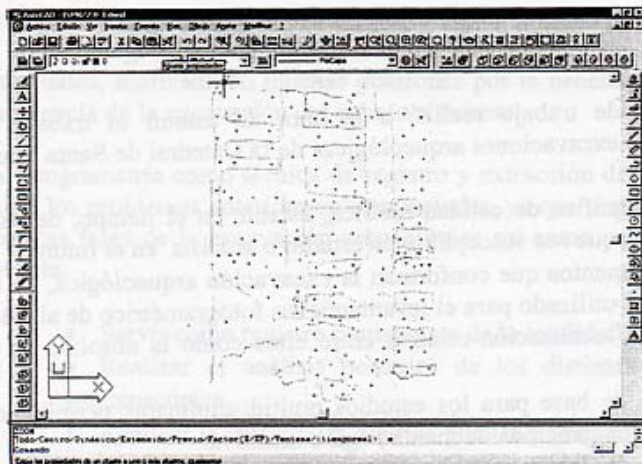
Las premisas que nuestro equipo de trabajo realizó a la hora de asumir el trabajo de documentación fotogramétrica de las excavaciones arqueológicas de la Catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz, fueron:

- Generar una documentación fotográfica de calidad métrica, estable en el tiempo, de cada uno de los procesos de la excavación, que sea susceptible de estudio o análisis en el futuro.
- Representación precisa de los elementos que conforman la excavación arqueológica, en un sistema topográfico único y común al utilizado para el levantamiento fotogramétrico de alzados de la Catedral, que permita tanto la localización relativa entre ellos como la absoluta en el conjunto arquitectónico de la Catedral.
- Generar la cartografía que sirva de base para los estudios multidisciplinarios permitiendo además la gestión de la documentación generada de manera ágil e intuitiva.
- Realizar un modelado virtual de las excavaciones y poner a punto mecanismos de divulgación adicionales a los tradicionales escritos e impresos que permita la difusión de los resultados del trabajo desarrollado, de modo sencillo, interactivo e universal.

### 2.2.- Método operativo

El proceso general desarrollado en las excavaciones arqueológicas de la Catedral de Santa María ha constado de las siguientes fases:

- *Planificación, croquización, determinación y codificación de las zonas de la excavación*  
Punto de partida fundamental para diseñar las estructuras para la toma fotográfica, el número y disposición de los fotogramas, las poligonales que dotarán de coordenadas topográficas a cada parte del yacimiento.
- *Trabajos de campo* consistentes en:
  - ⇒ Implantación de señales de puntería en las zonas recubiertas por los fotogramas para dotar de coordenadas sin ambigüedad y servir como puntos de apoyo fotogramétrico.
  - ⇒ Toma de datos topográficos, radiados desde poligonales dotadas de coordenadas en el mismo sistema de referencia que el resto del levantamiento topográfico de la Catedral.
  - ⇒ Tomas fotográficas, teniendo en cuenta en ellas todos los requisitos que la fotogrametría métrica de calidad impone en lo referente a: escala de los fotogramas, posición de las tomas respecto al objeto, recubrimiento de las escenas por las diferentes fotografías, iluminación,...
- *Cálculo y Restitución fotogramétrica*
  - ⇒ Ya en gabinete los trabajos comienzan con el cálculo y compensación de los datos topográficos, imprescindibles para que todo el proceso posterior tenga la consistencia geométrica y la homogeneidad en la calidad de los datos necesaria.
  - ⇒ Seguidamente cada uno de los pares fotográficos que forman los modelos estereoscópicos son restituidos fotograméticamente por medio de un restituidor analítico, que, conectado a una estación gráfica dotada con un programa de diseño asistido por ordenador, permite que la información cartográfica generada por medio de la fotogrametría se almacene en formato y estructura digital.
- *Generación del modelo tridimensional*
  - ⇒ Limitación de la restitución y su solución: Los problemas fundamentales que supone la representación tridimensional de un yacimiento arqueológico son, entre otros, la gran irregularidad de los elementos que lo forman como; sepulturas, muros, nivel de base y por otro lado la situación en planos diferentes e incluso normales unos a otros.



El resultado directo de la restitución fotogramétrica de las excavaciones es un conjunto de polilíneas que definen los contornos de las unidades excavadas, además de una serie de puntos que caracterizan las irregularidades del terreno. Vemos en la imagen una vista en plana de una zona excavada.

Fig. 1: Planta de las excavaciones

La información alámbrica obtenida de la restitución dificulta la abstracción del relieve y la gestión del modelo tridimensional resultado de la restitución fotogramétrica. Uno de los objetivos impuestos en este trabajo era generar un modelo tridimensional que resultase legible para cualquier usuario.

Fig. 2. Modelo tridimensional alámbrico

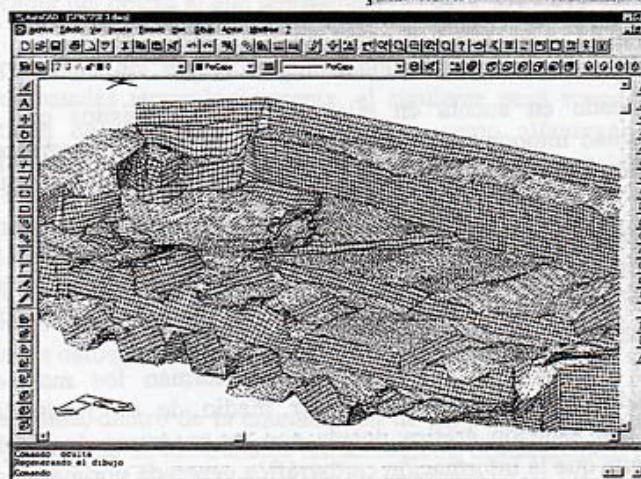
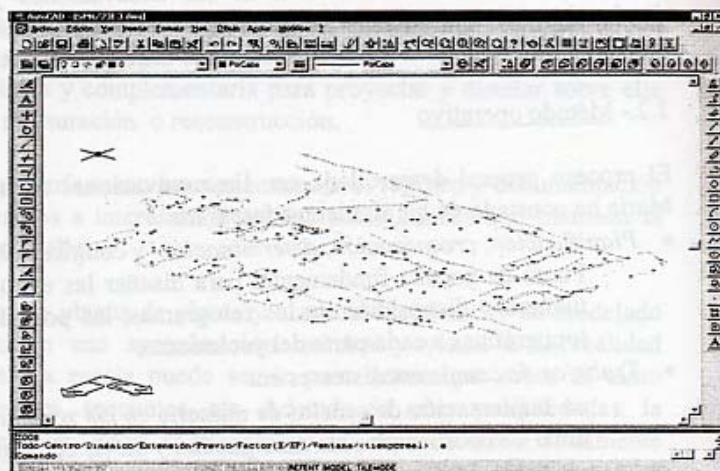


Fig. 3. Modelo tridimensional compuesto por superficies teseladas

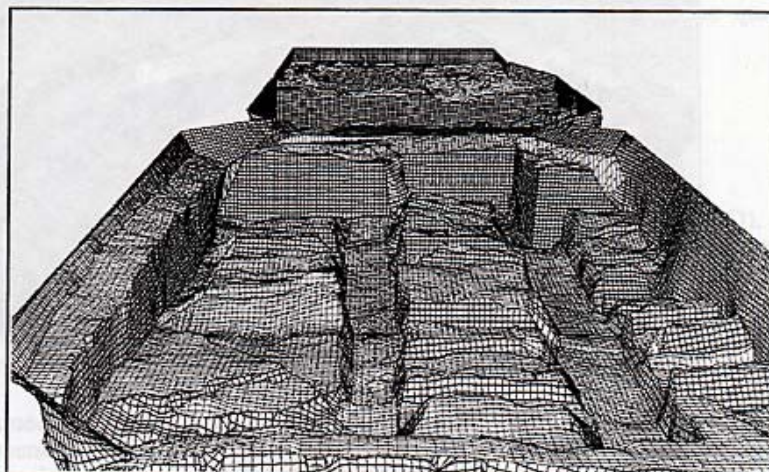
La solución a este problema fue la representación de las superficies mediante unidades teseladas independientes, de tamaño fijo y su adaptación a las superficies irregulares que conforman el yacimiento. De esta forma el modelo resultante es fácilmente manipulable tanto por los arqueólogos/as que participan en la excavación como para el resto del público, especialista o no, que manifestase interés por los descubrimientos y hallazgos del subsuelo de la Catedral.

⇒ Proceso: Se pretendió que la formación del modelo teselar, partiendo del modelo alámbrico (CAD) de restitución, se realizara de una forma semiautomática, en la que la intervención del técnico fuera necesaria únicamente para la validación de las superficies generadas. Para ello se desarrollaron diversos programas informáticos que realizan funciones como: adecuación y

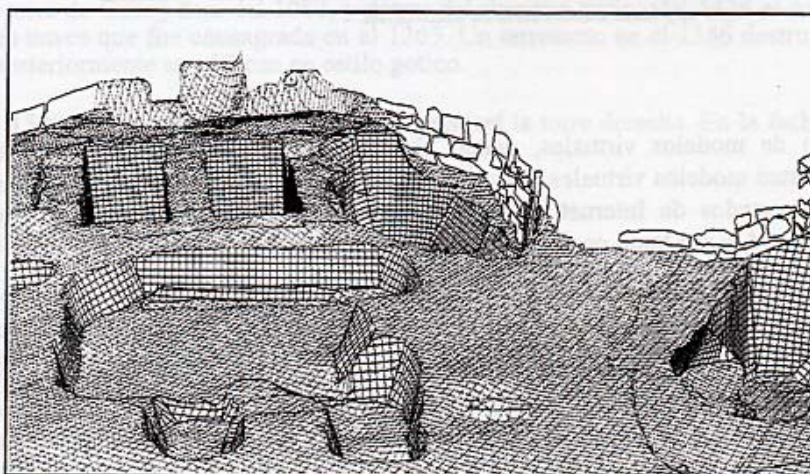
preparación de datos CAD para su tratamiento posterior, generación de superficies teseladas, homogeneización e importación de estas superficies, corrección de los datos importados y formación del modelo final.

⇒ **Resultado final:** Generadas las representaciones de las distintas zonas de excavación mediante superficies teseladas, se procedió a la unificación de dichas zonas en un modelo tridimensional definitivo. Dicho modelo permite al usuario realizar innumerables vistas de las excavaciones obteniendo la información deseada en cada momento.

En la figura vemos una imagen en perspectiva de las excavaciones donde podemos observar en detalle las unidades de la parte central de la excavación



*Fig. 4: Vista en perspectiva de las excavaciones.*



En esta imagen se pueden observar las excavaciones en la zona correspondiente a la girola de la catedral y más concretamente vemos en detalle las unidades de un absidiolo.

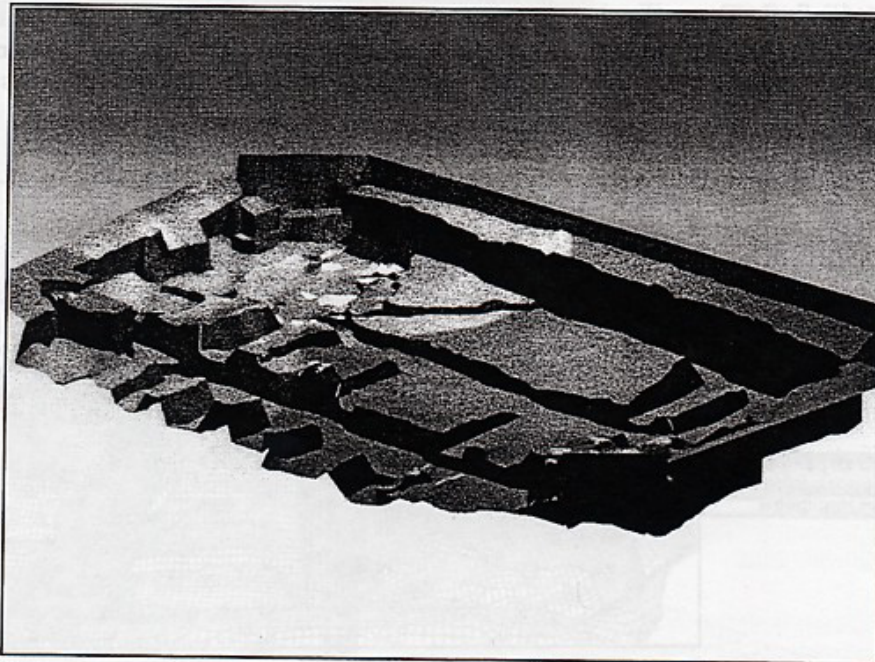
*Fig. 5: Vista de las excavaciones en la girola.*

- **Explotación del modelo tridimensional.**

Obtenido el modelo tridimensional preciso del yacimiento, el siguiente paso consistía en la explotación de ese modelo, para ello se trabajó en los siguientes procesos:

⇒ Asociación con bases de datos de cada una de las unidades estratigráficas, que conforman la arqueología de la Catedral con la información existente en la base de datos y suministrada por numerosas y diversas fuentes como, análisis estratigráfico, petrológico, histórico, químico,... quedando abierto a complementar con todos los que en un futuro se puedan realizar. Por otro lado, esta unión entre las bases de datos alfanuméricas y las gráficas permiten la realización de estudios y consultas de relación entre los factores en ellas introducidos, posibilitando la generación de cartografía temática sobre los diferentes temas de interés.

⇒ Aplicación de texturas para el modelado y la representación dinámica de las excavaciones con imágenes de calidad y de contenido explícito.



*Fig.6: Aplicación de texturas y luces en una zona de excavación.*

⇒ Generación de modelos virtuales, dando al usuario/a un grado de libertad de movimiento. Estos modelos virtuales han sido generados mediante programas de libre disposición importados de Internet y que hacen compatibles sus ficheros con los estándares de la red, y por tanto posibilitan su difusión universal.

### 3.- CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el desarrollo del trabajo de documentación de las excavaciones arqueológicas de la Catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz, permite afirmar que el método propuesto para la representación y gestión del patrimonio, cumple con los requisitos impuestos en cuanto a durabilidad del registro de datos, globalidad de la información recabada y la precisión y calidad en la representación gráfica, posibilitando asimismo: las reescrituras y reinterpretaciones de los análisis realizados, interconexión automática entre toda la información recabada, el análisis cruzado entre estas fuentes diversas de información, la representación fiel y evocadora de la realidad, y la divulgación universal de los resultados obtenidos.

Autores: Karmele Artano Perez (\*), Iñaki Koroso Arriaga (\*) y José Manuel Valle Melón (\*\*)

(\*) Colaboradores del equipo de Fotogrametría de Objeto Cercano de la Escuela de Ing. Téc. Industrial e Ing. Técnica en Topografía (EUITI E ITT) de Vitoria-Gasteiz (UPV/EHU)

(\*\*) Profesor Titular de la EUITI E ITT de Vitoria-Gasteiz (UPV/EHU) y coordinador del equipo de Fotogrametría de Objeto Cercano.

ORGANIZA / ANTOLATZAILEA

**Diputación  
Foral de Alava**  
Departamento de Urbanismo,  
Arquitectura y Medio Ambiente



**Arabako  
Foru Aldundia**  
Hirigintza, Arkitektura  
eta Ingurugiro Saila

COLABORA / PARTE HARTZAILEA

