

Modelos digitales aplicados a la intervención del patrimonio arquitectónico: La restauración del remate sureste de la puerta de San Cristóbal en la catedral de Sevilla

Digital models applied to the intervention of the architectural heritage: Restoration Southeast closing of the door of San Cristobal Cathedral of Seville

Francisco Pinto Puerto¹, José María Guerrero Vega²

HUM 799-ESTRATEGIAS DE CONOCIMIENTO PATRIMONIAL

¹Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica. ETS de Arquitectura.

²Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación. ETS de Ingeniería de Edificación. Universidad de Sevilla, Sevilla. España

Resumen

Los procesos de intervención en el patrimonio histórico se presentan como una oportunidad para profundizar en su conocimiento. La puesta en práctica de una adecuada metodología y la aplicación racional de los medios tecnológicos disponibles pueden permitir a investigadores de distintas disciplinas generar una valiosa información que es necesario documentar y poner a disposición de la sociedad. Teniendo en cuenta estos planteamientos se presenta el caso específico de las recientes obras de consolidación en el remate de la escalera de caracol de la puerta de San Cristóbal de la catedral de Sevilla. Además del levantamiento gráfico, se generó un modelo virtual de este elemento arquitectónico en el que se pudieran vincular los datos que fueron surgiendo durante los trabajos. Se exploraron las bases teóricas para la elaboración de dicho modelo, constatando la importancia de un profundo análisis previo así como las posibilidades para la difusión.

Palabras Clave: MODELO, CONOCIMIENTO, RESTAURACIÓN.

Abstract

Interventions in historical heritage present an opportunity to gain a deeper knowledge of the element in question. The use of an appropriate methodology and the rational application of the technologies now available allow researchers from different disciplines to obtain valuable information that must be recorded and placed at the disposal of society in general. The recent consolidation works carried out on the finial of the spiral staircase of the San Cristóbal Door of Seville Cathedral is a case in point. In addition to creating an elevation of this architectural element, a virtual model was generated, incorporating all the data obtained during the course of the works. The theoretical bases were explored prior to creating the model, highlighting the importance of a profound preliminary analysis as well as the dissemination possibilities.

Key words: MODEL, KNOWLEDGE, RESTORATION

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos de intervención en el patrimonio histórico, ya sea en objetos muebles o inmuebles, constituyen una oportunidad irreplicable para profundizar en su conocimiento. En la mayoría de los casos la posibilidad de registrar aquellas partes que han quedado ocultas o inaccesibles en elementos mobiliarios o edificios solamente es posible en estos momentos. Una intervención de restauración suele dejar ocasionalmente a la vista elementos que han quedado herméticos tras su proceso de construcción, desvelando soluciones técnicas, huellas y marcas hasta entonces desconocidas. La experiencia cotidiana en estos procesos de intervención demuestra la importancia de estos datos, y la dificultad de contar con medios y recursos técnicos que permitan registrarlos con la mayor rapidez, incluso a tiempo real, para no interrumpir el propio desarrollo de los trabajos, esto es, la planificación de tiempos y costes que genera la actuación del equipo encargado de la restauración. Por ello, hoy día, entender la propia intervención como un proceso de conocimiento es una cuestión ineludible, aunque sólo sea para dejar testimonio de estos datos. La restauración de la obra de arte, y por extensión de la arquitectura, no puede atender exclusivamente a su aspecto material sino que constituye también el reconocimiento de sus valores estéticos e históricos, en orden a su transmisión al futuro (BRANDI, 2002).

El objeto arquitectónico se presenta como un documento en sí mismo, el cual contiene una gran cantidad de información indispensable para el conocimiento no solamente de su realidad física, en sus múltiples aspectos, sino también de las circunstancias históricas y culturales que lo han generado y transformado a lo largo del tiempo. La disponibilidad de medios auxiliares, ya sea en las fases de estudios previos o durante los propios trabajos de intervención, y sobre todo, la convergencia de investigadores de distintas disciplinas permite aumentar el conocimiento sobre el bien en el que se actúa. Se obtiene una valiosa información que es necesario documentar y difundir. Sin embargo, la información generada no debería, al menos en

nuestra opinión, considerarse como la suma final de análisis parciales constreñidos a los límites impuestos por dichas disciplinas. La colaboración y el diálogo entre los distintos agentes, cada uno de ellos desde puntos de vista diversos, y la interacción entre las distintas interpretaciones constituyen las bases para un conocimiento profundo, de aquello en lo que se actúa.

Una posible herramienta para alcanzar lo anteriormente propuesto es la generación de un modelo digital, en el cual vincular y gestionar información de distinto género, y que permita su consulta por aquellos vinculados con la investigación, restauración, gestión o difusión del patrimonio histórico arquitectónico. Diseñar una adecuada metodología de trabajo y la aplicación racional de los medios tecnológicos son los objetivos de nuestro proyecto de investigación. Presentamos a continuación un caso específico al que nos tuvimos que enfrentar, los resultados obtenidos y la problemática que se nos planteó en el desarrollo del mismo.

2. ANTECEDENTES

En mayo de 2012, en el curso de los trabajos de mantenimiento e inspección que lleva a cabo el equipo técnico de la catedral de Sevilla, se detectó un avanzado deterioro en el remate sureste de la Puerta de San Cristóbal (Fig.1). Las condiciones de estabilidad de este elemento hizo necesaria una intervención urgente, dirigida por el arquitecto conservador del edificio Alfonso Jiménez Martín, en la cual se preveía el montaje de los medios necesarios para poder efectuar un registro directo minucioso, la limpieza y consolidación estructural y la sustitución de alguno de los sillares que presentaban un grave estado de descomposición. Con tal motivo se encargó a nuestro equipo la elaboración de un levantamiento gráfico riguroso de este elemento donde quedara definido su despiece de cantería, sus elementos constructivos, además de realizar un registro e inventario fotográfico sistemático de todos sus detalles, deterioros y patologías perceptibles. El objetivo era que esta

información, junto con aquella que surgiera de la lectura cercana del elemento, adquiriera el papel de documento tanto del estado actual como del proceso y del resultado final de la intervención.



Figura 1. Estado actual del remate

Se trata de una construcción en cantería que cubre el cilindro de la escalera de caracol que da acceso a distintos niveles de las cubiertas del edificio, configurándose como un significativo elemento de su volumetría exterior. El cilindro de la escalera de caracol se cubre mediante una bóveda hemiesférica y exteriormente está decorado con baquetones rectos y helicoidales que se unen superiormente formando ocho gabletes. Por encima de la citada bóveda y separado por una cornisa que se une a los capiteles de los gabletes se sitúa un cuerpo calado cuya sección es un fragmento de conoide de generatriz curva, rematado por un cuerpo cilíndrico recto formado por entablamento, friso y una potente cornisa. Sobre este apoya un cuerpo cónico hueco de piedra de sección constante que forma el chapitel decorado exteriormente por *crochets*, de idéntico tamaño y forma, algunos de los cuales se han perdido. Sucede de igual forma con el elemento de remate macizo cuya configuración, hoy perdida, debió ser semejante a la de los restantes chapiteles del crucero del edificio (Fig.2).

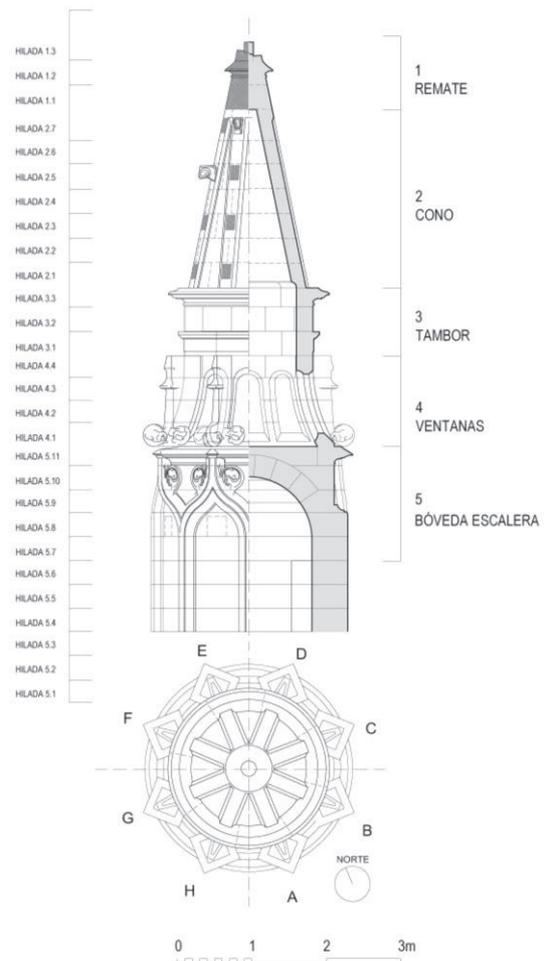


Figura 2. Planta y alzado del remate (dibujo de los autores)

A pesar de que la configuración de los elementos mantiene una cierta coherencia y continuidad que podemos atribuir a una misma intención compositiva y unidad constructiva se identifican dos fases constructivas claramente diferenciadas. Sobre el cuerpo calado, con los elementos ornamentales genuinamente propios del gótico, se aprecian diferencias formales, que nos recuerdan soluciones clásicas, y materiales ya que en la parte superior la piedra utilizada fue diferente. Sin tener certeza de una cronología absoluta para la ejecución del remate, ya que algunos de estos se construyeron mucho después de la conclusión del edificio gótico (GUERRERO, 2013), si podemos adscribirlo a un contexto de transición entre la tradición constructiva y el lenguaje y composición clásica propios del tardogótico (PINTO, 2014).

3. PROCESO DE TRABAJO

El proceso de toma de datos se inició una vez montado el andamiaje de inspección y trabajo, lo cual permitía el acceso directo a la totalidad del elemento pero a su vez impidió la utilización de escáner laser o fotogrametría, precisando de una toma manual de las dimensiones, apoyadas en foto-rectificaciones de algunos perfiles y molduras. En principio se llevó a cabo un registro e inventario fotográfico, tanto del estado previo como de los trabajos desarrollados y una recopilación documental e iconográfica de la historia del edificio. Para la localización de esta información planteamos un sistema de referencia espacial definiendo ocho orientaciones polares, sirviéndonos de la propia configuración formal del elemento estudiado. En altura se dividió el remate en cinco sectores diferentes identificando la posición de las diferentes hiladas que constituían la fábrica de piedra. De forma paralela se elaboró un levantamiento gráfico mediante la combinación de medios manuales y digitales. La imposibilidad de usar métodos de captura geométrica más precisos se compensó con un reconocimiento, croquizado y medición cercana de todas las piezas que componían el remate. De esta manera fue posible avanzar en el conocimiento de las técnicas constructivas puestas en práctica, así como identificar las dos fases referidas en la construcción de este elemento. Especialmente relevante fueron los trazados geométricos localizados en los lechos de algunas piezas que se desmontaron, usados en el proceso original de talla de las mismas.

Con la información métrica obtenida se elaboró un modelo tridimensional del objeto (Fig.3). El objetivo del mismo era visualizar el conjunto estudiado de forma interactiva, diferenciando cada uno de los sectores y los despieces de cantería que lo construyen. A partir del mismo se puede generar una colección de dibujos que describen las dimensiones y formas del remate de forma pormenorizada. Estos dibujos se han producido a partir de un modelo digital en 3D, realizando sucesivas proyecciones planas que han permitido obtener plantas, alzados y numerosas secciones. Somos conscientes de que

en la práctica, este tipo de dibujos, basados en el sistema diédrico, presentan un problema de lectura para muchas personas, pues implican un importante nivel de abstracción que los aleja de la visión que usualmente tenemos de ellos. Sin embargo su utilidad es esencial por tres razones básicas; permiten un acceso directo a sus dimensiones, una ubicación exacta y rigurosa de la información que queramos asociar a las formas dibujadas, y desde un enfoque historiográfico un modo de expresión en muchos casos cercano al que usaban los artífices y maestros en la ejecución y diseño de sus obras. Pero entendemos que si aspiramos a un intercambio interdisciplinar en la intervención sobre los bienes muebles e inmuebles, se requiere de medios gráficos más accesibles a un colectivo variado que no tiene por qué tener una formación especializada en el medio gráfico arquitectónico. En este caso la maqueta digital en 3D y los medios actuales de edición de imágenes tanto fijas como interactivas, son de una enorme utilidad.

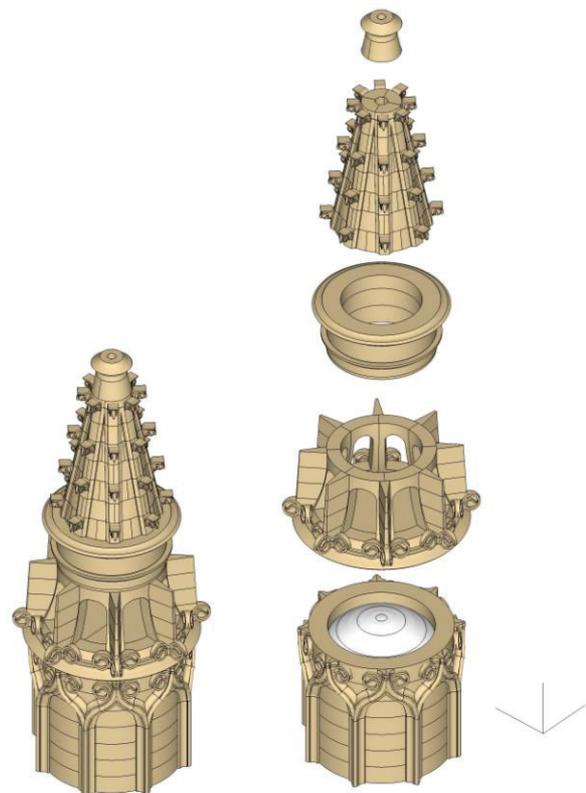


Figura 3. Modelo tridimensional del remate (dibujo de los autores)

Las posibilidades que proporcionan los actuales programas de procesamiento y gestión de modelos tridimensionales son múltiples. Si nos limitamos a su visualización se pueden adoptar distintas opciones en cuanto a su sistema proyectivo (proyección paralela o cónica), a la representación de las aristas, color y texturas de los sólidos, sombreados, opacidad... con resultados que pueden ir desde aquellas más “realistas” a otras con un mayor nivel de abstracción.

En el campo de la arquitectura, sobretodo en la de nueva planta, viene cobrando un gran protagonismo desde hace años aquellas herramientas informáticas que permiten el desarrollo de modelos tridimensionales de edificios en los cuales se generan objetos con entidad material propia con las propiedades físicas de los objetos reales que representan (vigas, pilares, muros...) Conocidas como BIM (Building Information Modeling), se trata de un tipo de software cuya principal baza es la sustitución de la representación vectorial en que se basa el CAD tradicional por la representación basada en elementos constructivos de tipo paramétrico (ANGULO, 2012).

En esta línea, partiendo del levantamiento tridimensional realizado se construyó un modelo de información de los tres cuerpos superiores, donde se concentraron los trabajos de limpieza y consolidación del remate. En cuanto a la concepción del modelo este se ha basado en parte en el sistema de referencia propuesto inicialmente. Así, cada uno de los elementos que forman parte del modelo ha sido tratado como una unidad constructiva, que en este caso coincidía con el despiece de la piedra, y se ha agrupado jerárquicamente en los sectores en los que se había dividido el remate. Las relaciones de agrupamiento de las unidades singulares permiten por ejemplo la selección rápida de elementos pertenecientes al mismo sector y es posible visualizarlos de forma inmediata en un esquema tipo “árbol”. Por tanto es posible seleccionar o editar los elementos de manera individual, o bien agrupados según un criterio preestablecido. La estructura del modelo parte de un análisis previo del objeto en el cual se

tienen en cuenta tanto su configuración formal como estructural. Aunque de forma general consideramos que sería interesante tener en cuenta también las relaciones estratigráficas y constructivas. Por tanto la segmentación del objeto principal, o edificio, podría ser la intersección de divisiones en función de distintos criterios, que además deberían ser capaces de poder modificarse de la manera sencilla, conforme se vayan teniendo más datos que puedan variar las bases de partida con las que se concibió inicialmente.

En este caso se utilizó una signatura alfanumérica para cada una de las piezas de piedra, la cual se componía de una serie de caracteres que nos informaban del sector en el que se situaba (01-remate; 02-cono y 03-tambor), el número de la hilada correspondiente, y la orientación (especificada por la asignación de uno o dos, según el caso, de los ocho ejes definidos) (Fig.4).

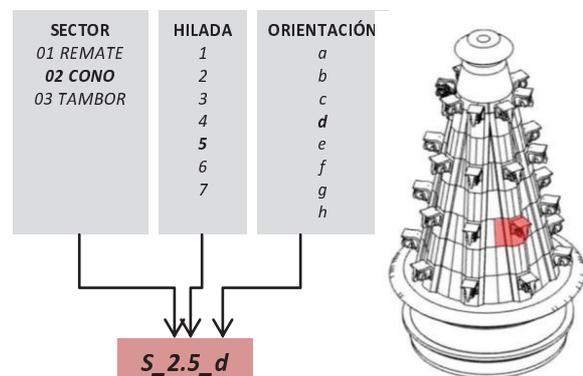


Figura 4. Criterio seguido para la signatura de cada pieza

A cada uno de los elementos que formaban el modelo se le fueron asignando propiedades específicas relativas a su estructura, composición, origen..., otorgando a cada elemento un valor propio que podía editarse en cualquier momento. El conjunto de propiedades añadidas facilitaban la síntesis del estudio realizado del objeto. Ya que además de la función representativa de su geometría, en la línea con el proyecto de investigación en curso hemos pretendido desarrollar un modelo de información y análisis vinculado a la

intervención realizada, con objeto de que pudiera ser consultable y editable por los agentes que intervienen en su conservación y por aquellos interesados en su conocimiento e investigación, generando para ello visualizaciones simples en PDF 3D.

La posibilidad de trabajar con capas, permitiría además la inclusión en el modelo de otro tipo de elementos inmateriales como el análisis realizado de los trazados geométricos empleados en el diseño y la visualización de hipótesis de fases históricas de edificios, siguiendo criterios de diferenciación visual que permita diferenciarlos claramente de lo existente.

4. CONCLUSIONES

En este modelo ha sido posible añadir propiedades de distinto tipo a los diversos elementos y unidades que lo conforman. Por otra parte, esta experiencia nos ha permitido explorar nuevas posibilidades de registro, visualización y difusión de la información generada en actuaciones de intervención en el patrimonio arquitectónico. El objetivo último sería que esta información, que suele quedar relegada a informes y archivos de estudios profesionales e instituciones públicas, constituya un repositorio actualizado y vivo que pueda constituir una herramienta válida para los profesionales vinculados con la investigación, intervención y difusión del patrimonio arquitectónico. Consideramos que esto puede contribuir a la racionalización de los recursos y esfuerzos que la sociedad dedica a la conservación del mismo.

BIBLIOGRAFIA

ANGULO, R. (2012): "Construcción de la base gráfica para un sistema de información y gestión del patrimonio arquitectónico: Casa de Hylas", in *Arqueología de la Arquitectura*, nº 9, pp. 11-25.

BRANDI, C. (2002): *Teoría de la Restauración*. Alianza. Madrid.

GUERRERO VEGA, J.M. (2013): "Los hastiales de la catedral. Una lectura de su proceso constructivo", in *La Catedral entre 1343 y 1517; historia y conservación. Actas del XX Edición del Aula Hernán Ruiz*, Sevilla, pp. 25-76.

PINTO PUERTO, F. (2014): "Transferencias e hibridaciones en los procesos de control geométrico y formal en la arquitectura del tardogótico: del pináculo al cono", in *II Seminario Internacional Arquitectura Tardogótica en la Corona de Castilla: Trayectorias e intercambios*. Universidad de Cantabria. Santander. (En prensa).

AGRADECIMIENTOS

La metodología aplicada en este trabajo forma parte del proyecto de Investigación HAR2012-34571 financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, que tiene como objetivo la generación de Modelos Digitales para la gestión de conocimiento del patrimonio arquitectónico (<http://grupos.us.es/ecphum799>). La participación en la restauración del remate se ha realizado en el marco de un convenio 68/83 LOU de transferencia de conocimiento entre FIUS (Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla) y Joaquín Pérez Díez S.L., con código CP1599/CGT0121, mediante financiación de esta última institución.

Nos gustaría agradecer al arquitecto Alfonso Jiménez Martín, Maestro Mayor de la Catedral de Sevilla, la invitación a colaborar en los trabajos de restauración del remate objeto de este estudio, y sobre todo su constante empeño en vincular de manera rigurosa la intervención en el patrimonio arquitectónico con la profundización de su conocimiento.

También nos gustaría mostrar nuestro agradecimiento a los empleados de la empresa constructora, en especial al encargado Francisco Sotelo quién con su maestría ha sido capaz de identificar los más mínimos detalles y huellas reveladoras de los procesos de degradación y transformación sufridos por este elemento.