

LA CREACIÓN DE UN ARCHIVO DIGITAL TRIDIMENSIONAL DE “SANT BULT”

Dr. Juan Pérez Miralles.

Técnico del Servicio de Restauración de la Exma. Diputación de Castellón SCRC
Coordinador de Investigación Aplicada y Gráfica del IVC+R

Introducción al mundo de la digitalización 3D.

Los trabajos actuales en materia de documentación exigen cada vez más un mayor grado de precisión y rigor científico. Este nuevo enfoque en la documentación de los Bienes Culturales tiene, en la actualidad, un aliado muy importante en las nuevas tecnologías y en concreto en la digitalización de Bienes Culturales con un importante valor patrimonial, mediante modernos escáneres tridimensionales. La digitalización 3D ha supuesto toda una revolución en las aplicaciones tecnológicas en constante crecimiento de la industria, en particular para el desarrollo de productos y control de calidad. Pero esta tecnología no sólo se utiliza actualmente en el campo industrial, sino que ha supuesto un gran avance en arquitectura, en medicina, en educación y como no, en el campo del arte y los Bienes Culturales.

Hasta los inicios de año 2000 las dificultades en este campo todavía eran grandes¹. Hoy, gracias a los programas de tratamiento de superficies 3D, se ha resuelto el gran problema de las superficies no analíticas – que algunos llaman “complejas” – como son los rasgos de la anatomía humana u otras morfologías naturales, la ornamentación artística o del patrimonio, e incluso en elementos decorativos –.

Los sistemas de digitalización permite, trasladar la información de la superficie física de un objeto a ficheros digitales. Esta técnica está demostrando que resulta clave cuando realizamos un trabajo no invasivo de reconocimiento del modelo a estudiar y documentar (ya no es necesario tocarlo), sin el deterioro consiguiente que podría generar otro tipo de técnicas o mediciones. Estas Tecnologías con las que trabajamos están siendo utilizadas por centros referentes en el campo del patrimonio de todo el mundo, como es el Metropolitan de Nueva York o la National Gallery de Londres, para digitalizar y documentar obras y trabajos de conservación y restauración.

Esta nueva instrumentación que ha ampliado la forma de documentar y realizar archivos digitales 3D, realiza este proceso mediante lo que se conoce como ingeniería inversa. En la ingeniería inversa, el proceso de diseño y reconstrucción 3D se inicia a partir de un modelo tridimensional ya existente, sea una maqueta o prototipo, una obra, un patrón o un modelo natural. En el campo del Patrimonio estos modelos lo proporcionan las propias obras artísticas. Este proceso permite diversas aplicaciones interesantes para nuestro patrimonio artístico y arqueológico, convirtiéndose en la actualidad en una herramienta fundamental para la documentación de los Bienes Culturales.

¹ *Prototipado Rápido. Beneficios para la empresa.* MARTÍNEZ TORÁN, M. d(X)i, Magazine para la cultura del diseño. Diciembre, 2001. En este artículo ya se expuso el recorrido de estas tecnologías, donde la tendencia apuntaba a esta solución de la digitalización 3D.

Razones para la Digitalización Tridimensional

La carta de Londres es hasta la fecha el documento internacional que más ha avanzado en temas de visualización tridimensional o digitalización 3D. En el año 2009 se redactó la versión 2.1 enfocándola hacia la visualización computerizada del Patrimonio Cultural y la Carta de Sevilla viene a ampliar el campo de aplicaciones reflejado en la Carta de Londres. En ellas queda claro que es necesario garantizar que los métodos de visualización tridimensional sean aplicados con rigor científico. Uno de sus objetivos es precisamente permitir que la visualización tridimensional contribuya plenamente al estudio, interpretación, gestión y salvaguarda de la imagen volumétrica de los bienes culturales.

Podemos pues hablar de una serie de razones que hacen de la digitalización 3D un instrumento necesario para la preservación de la imagen volumétrica de los Bienes Culturales.

- 1.- Razones de Documentación del Patrimonio. Como nueva exigencia en documentar de manera precisa cualquier Bien Cultural susceptible de ser digitalizado.
- 2.- Razones de Deterioro y Pérdida del Objeto Cultural por causas fortuitas, antropogénicas e inherentes a la propia naturaleza del objeto. Hay que pensar que, si por cualquier causa desaparece una pieza artística, como únicas y excepcionales que son, lo único que nos queda de ellas son las documentaciones realizadas. Y son de incalculable valor aquellas capaces de reproducir exactamente la pieza desaparecida.
- 3.- Razones de Estudio, Investigación, Difusión y Didáctica. Es un nuevo instrumento de expertización, capaz de mostrar una obra para su estudio, sin necesidad de tenerla físicamente delante y pudiendo ser enviado ese fichero a cualquier parte del mundo.

El Proceso de digitalización tridimensional de "Sant Bult"

La primera premisa a tener en consideración ante un trabajo de digitalización 3D es planificar el trabajo a realizar, ya que en ocasiones por una serie de cuestiones como, la importancia del objeto, la dificultad de obtener permisos, la localización e incluso la disponibilidad de tiempo, hacen que no se puedan repetir leños trabajos. Por esto hay que establecer un protocolo de trabajo que nos ayude a optimizar recursos y tiempo, pero garantizando el éxito del trabajo. Reconocer la obra o elemento a escanear, cuál es el objetivo o el fin de este trabajo, son aspectos que debemos conocer. Para el proceso de escaneado analizamos las distintas necesidades que pueden aparecer cuando se procede a digitalizar un Bien Cultural, por tanto, tenemos que tener en cuenta los siguientes factores:

- Geometría. Es importante considerar las características que conforman la superficie a digitalizar y la accesibilidad que tendremos.
- Precisión. Dependiendo de los usos que vayamos a dar al archivo, trabajaremos con mayor o menor resolución (distancia entre puntos X, Y, Z capturados).
- Contexto. El entorno de trabajo de la obra, si hay que trabajar in situ o se puede trasladar al laboratorio.

- Usos futuros del archivo. Vamos a tener presente que los objetivos que se persiguen, son únicamente de documentación, pero pudiendo en un futuro realizar otros trabajos como una infografía virtual o la reproducción mecanizada del modelo.

Todos estos factores son decisivos a la hora de validar cuál es el equipo de escaneo adecuado. Bien es cierto que, cada vez más, es posible resolver estas cuestiones con equipos altamente versátiles existentes en el mercado, pero conviene valorar cuestiones como el tiempo de captura, el alcance del sistema (distancia focal y dimensiones máximas del campo de trabajo del sensor), los niveles de reflectividad de cada equipo (necesidades de aplicar spray sobre la pieza o no), el coste de medios (personal requerido, adecuación del medio, manipulación) y el tiempo estimado de procesado de la información 3D.

En Nuestro caso concreto de la digitalización de esta magnífica pieza artística, el equipo utilizado ha sido un escaner LMI 3D HDI Advance R3 con una precisión de desvío de $11\mu\text{m}$ y resolución de 0.025 mm, utilizando un campo de trabajo de 200 mm aproximadamente. Se trata por tanto de un equipo conocido como “*Escaner de corto alcance de luz Blanca Estructurada*”, por ser uno de los equipos de mayor precisión e ideales para trabajos de gran delicadeza y detalle. Son los que mejores resultados y detalle ofrecen para los bienes culturales. El método de captura se basa en triangulación óptica, por lo que siempre hay un proyector digital que emite el patrón y en nuestro caso dos cámaras que reciben los datos.

Además proyecta varios patrones, estos aseguran la precisión de medida de cada punto medido aplicando dos métodos de cálculo digital al mismo tiempo (cambio de fase y codificación de grises), lo que proporciona precisiones típicamente en el orden de la centésima de milímetro y permite por tanto capturar detalles necesarios para describir geometrías no analíticas en el ámbito de los bienes culturales que suelen requerir estas magnitudes de precisión, para quedar correctamente datadas en 3D. El escáner necesita estar completamente estático durante unos segundos para realizar la medida, al igual que haríamos con una cámara de fotos, por lo que es necesario el uso de soportes como trípodes y rótulas de fotografía para situarlo enfocando la región de interés en cada momento.

Básicamente los pasos seguidos para el trabajo de digitalización 3D de la escultura de Sant Bult han sido:

1. Preparación de la tomas y planificación del trabajo. En esta etapa destacar que es muy importante determinar la tolerancia de error volumétrico permitida. Este factor influirá sobre la dimensión del objeto y sobre la densidad de información que necesitamos obtener de la superficie. Es por tanto necesario la realización de un calibrado del equipo para determinar el campo de trabajo y su resolución. En el proceso de digitalización del Sant Bultl, realizamos capturas dinámicas. Estas se diferencian de las estáticas en que se realizan moviendo el sistema de coordenadas, es decir, variando de posición inicial de la escultura y también del

equipo. Cada captura dinámica se van alineando y añadiendo al modelo completo a medida que vamos pasando las diferentes tomas de luz sobre la pieza.

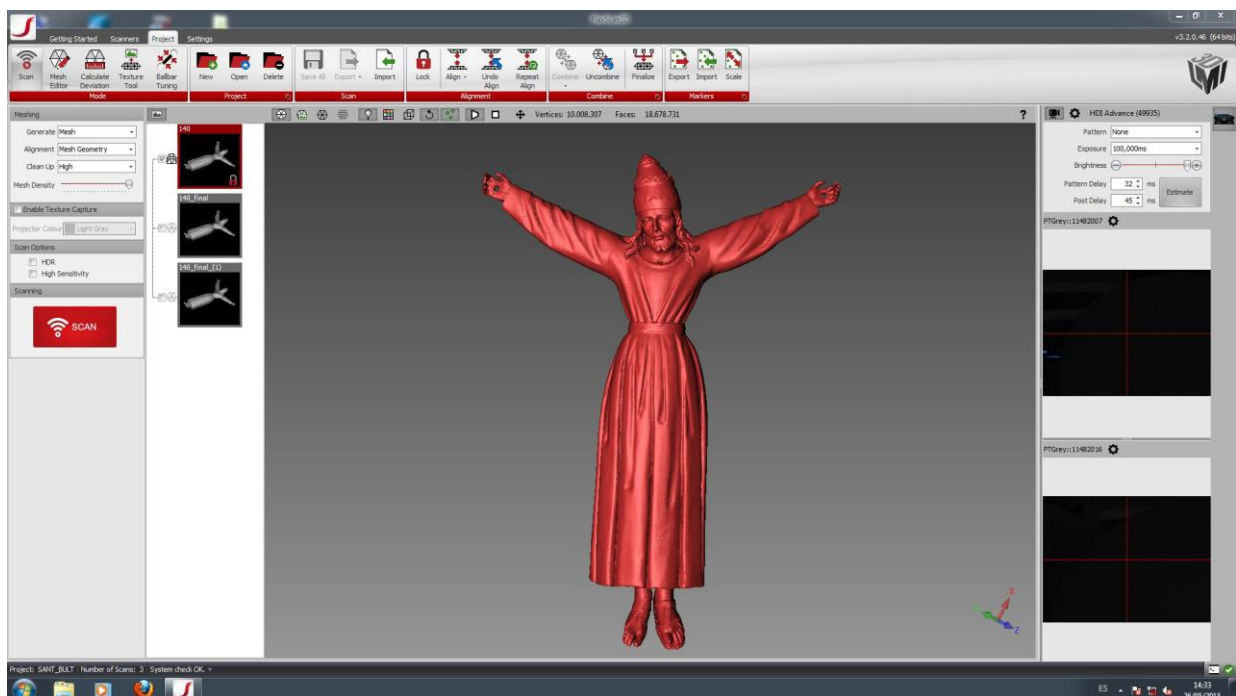
2. A medida que se va generando una nube de puntos en cada toma, se importa al software de tratamiento de superficies. Solamente mencionar que existe multitud de formatos en que poder salvar la información digitalizada. Cada formato tiene capacidad para guardar un tipo de entidades, y estas se definirá en función de lo que se pretenda hacer con el modelo 3D informatizado.
3. Una vez seleccionadas las vistas mejor tomadas se combinaron sistemas de alineación inicial y global. La alineación inicial consiste en alinear dos tomas del escáner a través de un método de aproximación visual. La alineación global es muy precisa y rápida.
4. La siguiente etapa en la digitalización del Sant Bult ha sido el cosido de las mallas. Mediante la aplicación de complejos algoritmos, el software es capaz de coser las áreas coincidentes con gran calidad, sin producir ningún tipo de alteración significativa del volumen del modelo. Se obtiene por tanto un modelo final de calidad.
5. Posteriormente se realizó una limpieza de errores del proceso de digitalización y del cosido. Es recomendable ejecutar la limpieza del modelo varias veces a lo largo del proceso de trabajo, debido a que los errores citados pueden producirse fácilmente y dificultan en muchos casos el discurrir correcto de ciertas operaciones posteriores
6. La siguiente etapa del proceso es el suavizado de la malla u optimización. Consiste en crear una malla uniforme. Se entiende por malla uniforme, aquella donde los polígonos integrantes siguen una proporcionalidad en cuanto a dimensión, dirección de crecimiento y definición. Aquí finaliza todo el proceso de trabajo sobre los polígonos del modelo. Con este nivel de definición se puede utilizar el modelo en aplicaciones donde no se necesita una precisión muy elevada.
7. Finalmente, obtenidas las superficies, podremos exportarlo a cualquier aplicación 3D. Con este tipo de archivo documentamos de una manera precisa la obra y queda guardado para un futuro emplearlo en estudios, en aplicaciones virtuales multimedia para su difusión, su puesta en valor o la reproducción parcial de alguna zona o en su totalidad en caso de sufrir cualquier percance.

En la actualidad podemos decir que este archivo digital tridimensional de la imagen de Sant bult es un proceso que podríamos considerar conservativo ya que tenemos guardado toda su información volumétrica.

Pies de Imagen.



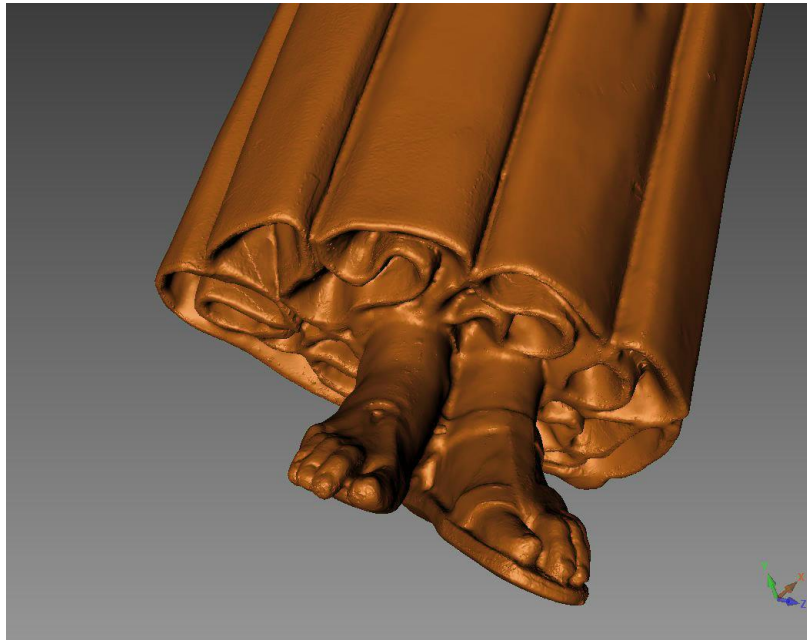
PORTADA.-Imagen fundida con una toma fotográfica general y el mallado de puntos de la digitalización 3D



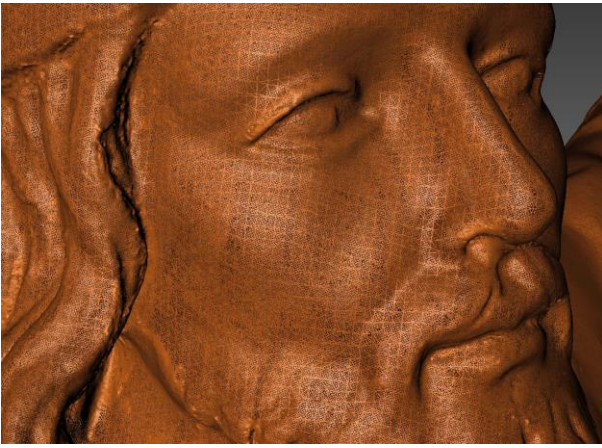
FOTO_01.- Captura de pantalla correspondiente a la ventana principal del software empleado para la digitalización.



FOTO_02/ 03.- Detalle de la imagen realizada con fotografía visible y el detalle de la misma zona extraída de la imagen 3D.



FOTO_04.- Detalle extraída de la digitalización 3D correspondiente a la zona de los pies y pliegues inferiores de las vestiduras.



FOTO_05 / 06.- Detalles del rostro y del pie de Sant Bult donde apreciamos la gran cantidad, tanto los puntos como de polígonos que conforman la malla digital 3D obtenidos en la digitalización.