

Documentación gráfica del busto de Adriano

Josefina García-León (1); Filippo Fantini (2); Jesús A. González García (1)

(1) Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación, Universidad Politécnica de Cartagena; (2) Departamento de Arquitectura, Universidad de Bolonia.



Figura 1. Composición con las diferentes fases fotogramétricas del Busto de Adriano del yacimiento de los Torrejones.

Resumen / Abstract

El busto de Adriano del yacimiento de los Torrejones, está realizado con un mármol procedente de las canteras del Emperador, descubierto en 2014, se realizó en el año 135 y está actualmente en el Museo Arqueológico de Yecla.

Con la realización del modelo tridimensional preciso se lleva a cabo la documentación gráfica de la pieza que servirá para posteriores análisis y estudios que permitirá su conocimiento y conservación. Para materializar dicho modelo se ha realizado una impresión 3D que permite realizar exposiciones inclusivas e interactivas donde los visitantes puedan tocar la pieza.

Cuando estos modelos tridimensionales se optimizan, permiten la democratización del patrimonio, al ponerlos a disposición del público desde cualquier dispositivo móvil, pero para hacerlo conservando su calidad visual es necesario hacer varios procesos, como son una retopología de la malla triangular, un mapa u,v, un mapa de rugosidad y la reproyección de la textura.

Palabras clave / Key words

Reconstrucción virtual; retopología; modelización tridimensional; patrimonio

1. Introducción

En el año 2014 se encontró un busto en mármol de excelente calidad (Gutiérrez, Lapuente y Rodá, 2018), que representaba al emperador Adriano, datado en el año 135 de nuestra era (Noguera y Ruiz, 2018).

La villa romana del yacimiento arqueológico de Los Torrejones se encuentra ubicada en las cercanías de la vía Herculea. La zona del yacimiento fue un cruce de caminos, en el cual se cruzaban la vía interior, que unía el Levante con la Alta Andalucía, y las vías que conectaban la costa sudeste mediterránea con el interior de la península (Ruiz y Muñoz, 1988).

La modelización tridimensional precisa de esta pieza se ha realizado mediante fotogrametría terrestre convergente y topografía clásica. Con el modelo obtenido se ha realizado la impresión 3D a escala del busto, consiguiendo una copia detallada de la obra y una documentación gráfica completa de la misma.

Para poder subir a una plataforma pública y permitir que desde cualquier dispositivo móvil pueda descargarse o consultarse (Apollonio et al., 2021), es recomendable realizar una optimización del modelo, para que sea más ligero.

Tras dicha modelización hay muchas cuestiones que pueden ser investigadas como son, el espacio en T de la villa en la que estaba situado el busto a través de una reconstrucción virtual del mismo o la escultura completa que estaba situada en altura, encima del dintel de la puerta que daba a el *impluvium* o *peristylum* de la villa.

2. Objeto de estudio

El busto se encontró en 2014 en el yacimiento de los Torrejones, cercano a la ciudad de Yecla. La pieza procede de las canteras del propio emperador (Noguera y Ruiz, 2018) destacando por su gran calidad y tipo Rollockenfrisur, con los nueve rizos que giran a la izquierda y enmarcan la frente (Fig.1).

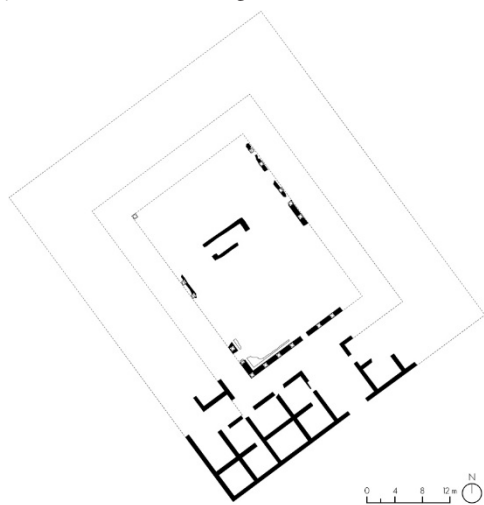


Figura 2. Plano de la villa de los Torrejones, donde se aprecia la zona en T donde estaba situado el busto. (Noguera C y Ruiz 2020, 331)

En la figura 2 puede verse el plano de la villa con la excavación realizada hasta ese momento (Noguera y Ruiz, 2020), en el que se aprecia el peristilo y la zona en T donde estaba situado el busto sobre el dintel de la arcada que rodea el peristilo y que comunica visualmente la estancia de recepción de visitantes con el lago interior de la villa.

3. Metodología de trabajo.

La toma de datos se realizó en una de las salas del interior del museo el día 9 de marzo de 2020. El busto se trasladó de su lugar habitual de exposición mediante el equipo técnico del museo al centro de una sala, situándolo en el propio pedestal que poseía el museo. Y desde allí se tomaron in situ los datos por los diferentes métodos, como se aprecia en la figura 3.



Figura 3. Toma de datos mediante fotogrametría y topografía clásica en el museo arqueológico de Yecla, en marzo de 2020.

Para esta modelización se han realizado un total de 184 fotografías. Con una cámara Nikon D3300, con las siguientes características: velocidad de obturación 1/20, apertura de diafragma F/8, sensibilidad ISO 800 y distancia focal de 17 mm, debido a las características de la toma y el lugar en el que se realizó.



Figura 4. Toma de datos in situ, donde se fotografía la carta de color Colorchecker y uno de los puntos de apoyo y control prediseñados.

Todas las fotografías se realizaron en formato RAW para posteriormente realizar una corrección de color. Para ello se han hecho diferentes fotografías mostrando la carta de color Colorchecker Classic (Fig. 4), obteniendo un perfil de la cámara específico para la iluminación utilizada en la medición (Gaiani, 2015).

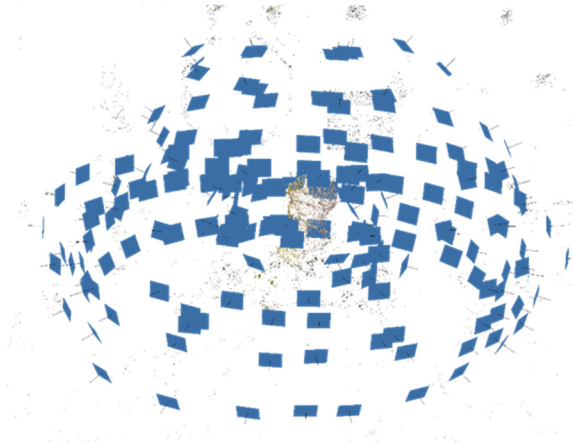


Figura 5. Orientación relativa de las imágenes tomadas en Metashape.

Se han procesado todas las imágenes (Fig. 5) con Metashape de Agisoft. Esta fase ha sido complicada por las características de la pieza de mármol blanco que produce reflexión y de una gran uniformidad cromática, lo que ha provocado tener zonas con menos correlación automática de lo habitual debido a las reflexiones producidas por el material y el entorno (Fig. 6). Para evitar la presencia de errores geométricos y topológicos en este modelo, se utilizó una aplicación de modelado inverso de última generación, Geomagic Design X de 3D Systems (Cipriani, Fantini y Bertacchi, 2015), que proporciona una herramienta de remuestreo destinada a obtener una malla de triángulos isotrópicos sin agujeros. Las correcciones posteriores y puntuales se llevaron a cabo utilizando los comandos de esculpiado de mallas presentes en el programa Blender.



Figura 6. Las diferentes fases de generación del modelo, puntos correlados, puntos densos, elaboración de la triangulación, generación de la superficie y aplicación de la textura.

Para aligerar el peso del modelo generado se ha realizado una optimización del modelo que conlleva una serie de fases de trabajo que serían las siguientes:

- "retopología" automática del modelo mediante el programa Instant Meshes (Jakob et al., 2015), que convierte el modelo triangular de alto detalle en un modelo "cuádruple dominante" de bajo detalle.

- A continuación, se corrigió el modelo en función de los defectos topológicos que inevitablemente se producen en el proceso de remuestreo. Esta actividad se llevó a cabo mediante un *script* propio de The Foundry Modo, que selecciona automáticamente los polígonos pentagonales para convertirlos en triángulos, así como en cuadrángulos no planos.
- A continuación, el modelo se parametriza en The Foundry Modo para lograr una perfecta correspondencia uno a uno entre la malla 3D y su correspondiente versión 2D en el espacio de parámetros (u,v) .
- Para los detalles macroscópicos se utilizó una técnica de *baking* de modelo a modelo (Apollonio et al., 2021) para restaurar los detalles retenidos del levantamiento fotogramétrico. Para los detalles más pequeños de la superficie (no documentados geoméricamente), se aplicó un filtro Wallis a la textura de color difuso para generar un mapa de rugosidad.
- Para la realización del mapa de rugosidad se utilizaron los filtros presentes en el programa Adobe Substance Alchemist. (Fig.7).

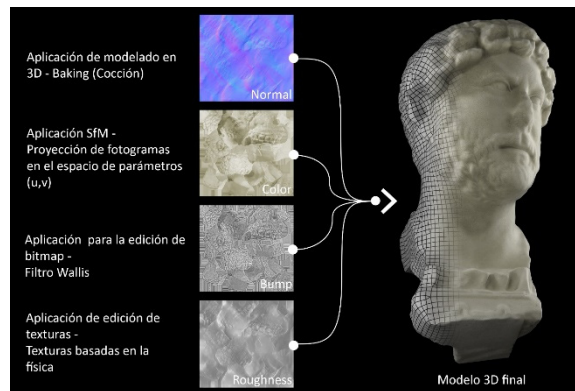


Figura 7. Todas las fases realizadas para la optimización del modelo del Busto de Adriano del yacimiento de los Torrejones.

4. Resultados y conclusiones

La modelización tridimensional del busto ha sido realizada. El modelo generado puede imprimirse en una impresora 3D, obteniendo réplicas a escala del busto encontrado en el yacimiento.

A partir de este modelo, se ha realizado una optimización del mismo, en el que sin pérdida de calidad visual aunque sí geométrica, puede reducirse significativamente el peso del mismo para de éste modo poder ponerlo disponible en una plataforma digital para acceder desde cualquier dispositivo móvil (García León et al., 2018).

También podría realizarse una reconstrucción virtual, completando las partes que faltan, (García-León, González-García y Collado-Espejo, 2021), haciendo una hipótesis de reconstrucción de la policromía de la pieza o recreando el lugar de la villa en la que estaba situado con sus pinturas murales con escenas figuradas en interpaneles negros y paneles rojos y amarillos (Fernández Díaz, 1999) y la experiencia visual de la persona que llegase a dicha estancia.

Referencias

Apollonio, F.I., Fantini, F., Garagnani, S., Gaiani, M., (2021). *A Photogrammetry-Based Workflow for the Accurate 3D Construction and Visualization of Museums Assets*, Remote Sensing, 13(3):486, pp. 1-39.

Cipriani, L., Fantini, F., Bertacchi, S. (2015): «*El color en las piedras y en los mosaicos de Rávena: nuevas imágenes de los monumentos antiguos a través de la fotogrametría no convencional de última generación*», EGA, n. 26, pp. 190-201.

Fernández Díaz, A., (1999). *La pintura mural de la villa romana de los Torrejones (Yecla, Murcia)*. Anales de prehistoria y arqueología. AnMurcia, 15, pp. 57-86.

Gaiani, M., (2015). “*Color Acquisition, Management, Rendering, and Assessment in 3D Reality-Based Models Construction*”, Brusaporci, S. (coord.), Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation (2 Volumes). Hershey, PA, IGI Global, pp. 1 – 43.

García-León, J., González-García J.A. y Collado-Espejo, P.E. (2021). *Documentation and modelling of a hypothetical reconstruction of the first Roman watermill in Hispania*. Virtual Archaeology Review, Vol. 12 nº 25 pp. In press. <https://doi.org/10.4995/var.2021.15316>.

García-León, J., Sánchez-Allegue, P., Peña-Velasco, C., Cipriani, L. y Fantini, F. (2018): «*Interactive Dissemination of the 3D Model of a Baroque Altarpiece: A Pipeline from Digital Survey to Game Engines*», Scires-it, nº 8 (2), pp. 59-76.

Gutiérrez, A., Lapuente, P. y Rodà, I., 2018: *Estudio analítico complementario de dos piezas de mármol halladas en la villa romana de Los Torrejones (Yecla, Murcia)*, Informe inédito del Instituto Catalán de Arqueología Clásica, Tarragona.

Jakob, W., Tarini, M., Panozzo, D., Sorkine-Hornung, O. (2015), «*Instant Field-Aligned Meshes*», ACM Transactions on Graphics (Proceedings of SIGGRAPH ASIA), Vol. 34 nº6 pp. 1-15.

Noguera Celdrán, J. M., Ruiz Molina, L. (2020). *El Hércules de Los Torrejones (Yecla, Murcia): contexto e interpretación. A propósito de un reencuentro inesperado*. Yakka Escultura romana en Hispania. 22, pp. 319-345.

Noguera Celdrán, J. M., Ruiz Molina, L., (2018) “*El retrato de Adriano de la villa de Los Torrejones (Yecla, Murcia) y su contexto arqueológico*”, Márquez, C. – Ojeda, D. (eds.), Escultura romana en Hispania, VIII. Homenaje a Luis Baena del Alcázar, Córdoba, pp.299-317.

Ruiz, L., Muñoz, F., (1988) “*La vías romanas de comunicación en la comarca de Yecla (Murcia)*”, González Blanco, A. (coord.), Vías romanas del sureste. Actas del Symp. celebrado en Murcia, 23-24/10/ 1986, Murcia, pp.67-75.

Datos biográficos de los autores

Josefina García-León
Universidad Politécnica de Cartagena;
josefina.leon@upct.es

Doctora Ingeniera en Geodesia y Cartografía, Profesora Titular del área de Expresión Gráfica Arquitectónica desde 2012, investigadora responsable del grupo de investigación Thermal Analysis and Geomatics (TAG) desde su creación en 2014, con sexenio de investigación vivo, miembro de comités científicos de diferentes jornadas y congresos nacionales e internacionales relacionados con el patrimonio, revisora de distintas revistas internacionales, cuyas principales líneas de investigación versan sobre la documentación del patrimonio a través de fotogrametría y medición láser escáner, optimización de modelos tridimensionales, reconstrucciones virtuales, selección multicriterio, sistemas de información geográfica y turismo cultural a través de la economía azul.

Filippo Fantini

Universidad de Bolonia; Filippo.fantini2@unibo.it

Doctor arquitecto en expresión gráfica, profesor titular en el Departamento de Arquitectura del Alma Mater Studiorum - Universidad de Bolonia. Sus experiencias de investigación en el campo de la documentación del patrimonio cultural incluyen lugares de importancia histórica y artística como Villa Adriana (Tívoli, Italia), Sperlonga (Latina, Italia), Massa Marittima (Grosseto, Italia), Masada (Israel), Rávena (Italia), Chiuro (Sondrio, Italia) y Xian (Shaanxi, China). Es autor de más de 140 publicaciones, entre ellas artículos de revistas, capítulos de libros, entradas de catálogos de exposiciones. Es miembro del Consejo de Doctorado en Arquitectura y Culturas del Diseño del Departamento de Arquitectura de la Universidad de Bolonia.

Jesús A. González García

Universidad Politécnica de Cartagena;
jesusagel93@hotmail.es

Estudiante de Master en la UPCT. Con competencias en aplicaciones de diseño 3D, diseño gráfico, fotogrametría y edición de video. Se han realizado numerosas publicaciones destacando las siguientes: Documentation and modelling of a hypothetical reconstruction of the first Roman watermill in Hispania en la revista Virtual Archaeology Review en 2021; Modelado tridimensional de precisión de piezas del museo arqueológico de Murcia. caso de estudio: capitel jónico romano. XXVI Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia en 2020; Modelado tridimensional y musealización del molino hidráulico vertical romano del yacimiento “hoya de los molinos”, en Caravaca de la Cruz. XXVII Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia en 2021.