



## Modelo digital de información para la gestión del conjunto arqueológico de Itálica. Necesidades y estrategias

José María Guerrero Vega (1); Roque Angulo Fornos (2); Manuel Castellano Román (2)

(1) *Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación. Universidad de Sevilla*

(2) *Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica. Universidad de Sevilla*

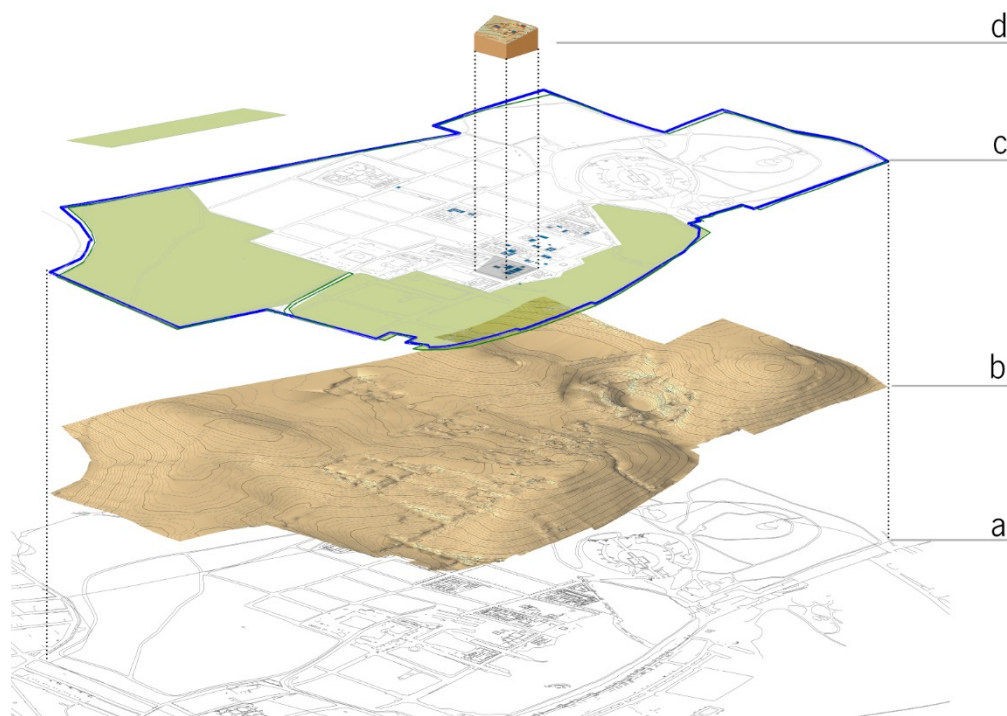


Figura 1. Esquema resumen de los diferentes modelos digitales considerados para el Conjunto Arqueológico de Itálica (Imagen de los autores)

### Resumen / Abstract

*El uso de modelos digitales de información en los procesos de tutela del patrimonio arquitectónico constituye hoy día un activo campo de experimentación e innovación, no tanto en la proposición de nuevas herramientas, sino en el desarrollo de adecuaciones y ajustes de éstas a requerimientos como su conocimiento, conservación, difusión y gestión en general. Sin embargo, la complejidad de los procesos digitales relacionados con estos modelos, y el restringido acceso a los mismos por parte de aquellas disciplinas y actores implicados en la gestión patrimonial, aún supone un freno para su aplicación a problemas reales. En esta comunicación se presenta el desarrollo de una experiencia que pretende responder a este reto, y que tiene como finalidad la implementación y uso de modelos digitales de información SIG y HBIM en la gestión de un conjunto monumental, el yacimiento arqueológico de Itálica. Se exponen las dificultades presentadas, las etapas propuestas para responder a los requerimientos planteados y el estado actual del trabajo en curso.*

### Palabras clave / Key words

*HBIM; SIG; conservación; arqueología; arquitectura.*

## 1. Introducción

A lo largo del tiempo el dibujo ha servido para mostrar y hacer valer la arquitectura monumental y sus restos con distintos enfoques e intenciones: desde la demostración de la autoridad de los textos clásicos en el siglo XVI, al dibujo anatómico de carácter forense, propio de la arqueología contemporánea (González-Varas, 2006).

A esta evolución natural del dibujo de la arquitectura histórica, se incorporan los modelos digitales de información que añaden la posibilidad, inédita hasta el siglo XX, de asociar a la descripción geométrica una serie de valores alfanuméricos, y la capacidad dinámica e iterativa con los procesos en los que estaba implicado el dibujo. Estas nuevas posibilidades, permiten abordar la complejidad de lo que hoy día entendemos como patrimonio arquitectónico desde enfoques más amplios evitando reducciones antes imprescindibles. Como contrapartida, precisan gestionar una información creciente en cantidad y diversidad, producto de registros cada vez más sofisticados.

En el caso que tratamos en esta comunicación, el yacimiento arqueológico de Itálica, este problema es especialmente acuciante. Se trata de un conjunto arqueológico de 45 hectáreas, formado por una Nova Urbs de época adriana que amplió la antigua ciudad turdetana —actualmente bajo la población de Santiponce— y varios edificios públicos como termas, anfiteatro y teatro (Fig. 2). Su gestión requiere en la actualidad de recursos que superan las posibilidades que ofrecen los dibujos y gráficos convencionales, recurriendo a modelos digitales de información.



Figura 2. Ortofotografía del Conjunto Arqueológico de Itálica, 2003 (Archivo del CAI).

## 2. Antecedentes

La consideración de la dimensión histórica de la arquitectura y su valor como documento en sí misma determinan la necesidad de gestionar una gran cantidad de información que, de cara a su conservación, permita un adecuado conocimiento de su realidad física y de sus circunstancias culturales.

Los modelos digitales aplicados a la arquitectura se

caracterizan por incluir información de distinta naturaleza, que incluye, además de la geometría del edificio, datos geográficos, relaciones espaciales, así como propiedades cuantitativas y cualitativas de sus componentes materiales y espaciales. En los últimos años numerosos autores han destacado las ventajas de las plataformas BIM (Building Information Modelling) en la gestión del uso y mantenimiento de bienes inmuebles (Aziz, Nawawi, y Ariff, 2016; Volk, Stengel y Schultmann, 2014). La aplicación de este tipo de modelos digitales, cuyo origen se encuentra en el diseño, construcción y mantenimiento de edificios de nueva planta, a la arquitectura patrimonial, bajo la denominación HBIM (Heritage Building Information Modelling), viene dando lugar a una profusa literatura científica que atiende a muy diversos enfoques (Adegoriola et al., 2021; Burgarelli et al 2020; Pocobelli et al., 2018).

En todo caso, cabe considerar HBIM como un caso particular del bagaje metodológico BIM, en el que adquiere especial relevancia la consideración significación cultural de la arquitectura sobre la que se actúa, lo que pone en primer término el problema de su documentación geométrica. Ésta debe producirse como un proceso crítico que aúna la captura dimensional y el análisis arquitectónico, que puede concretarse en diferentes Niveles de Conocimiento —LOK (Levels of Knowledge)— sobre el objeto patrimonial tratado (Castellano Román y Pinto Puerto, 2019).

## 3. Problemática abordada

Este trabajo pretende abordar el problema del tratamiento de la información gráfica e infográfica acumulada a lo largo de la historia reciente del yacimiento arqueológico, así como aquellos levantamientos vinculados a las acciones de su tutela, para facilitar su gestión sostenible. Esto implica organizar y racionalizar su uso en niveles de utilidad y complejidad: desde una planimetría base claramente codificada, a la modelización y parametrización de sus elementos arquitectónicos. La consideración tanto de problemas que afectan de forma global a la conservación del conjunto, como de aquellos específicos de partes muy concretas deben ser compatibles en la gestión cotidiana, lo que implica trabajar en diferentes niveles de forma simultánea e interrelacionada.

## 4. Método y estrategia de trabajo

Las estrategias puestas en práctica se han estructurado en diferentes acciones en base a su nivel de complejidad, los objetivos particulares previstos en cada momento, y su capacidad de transferencia a los agentes implicados, describiéndose de la siguiente forma:

En un primer momento se generó un modelo vectorial en CAD que compuso una base gráfica organizada en capas de información y referencias que posibilita la obtención de una planimetría básica del estado actual formada por plantas de cada uno de los inmuebles, del conjunto completo y su inserción territorial (Fig. 1.a). El fin de esta base gráfica es la de constituir un apoyo para la gestión cotidiana, tanto en los procesos de inspección, como

prospección arqueológica o difusión (Pinto Puerto et al., 2011). Se trataría del soporte para distintos tipos de trabajo de estudios y análisis desarrollados en el conjunto arqueológico.

En un siguiente nivel superior se planea la utilización de modelos HBIM que permiten modelar y parametrizar en 3D elementos concretos, a medida que su conservación o intervención lo requieren, con el mismo objetivo de realizar análisis, profundizar en su comprensión espacial: como la topografía (Fig. 1.b), volumetría de los restos arquitectónicos existentes, o restituciones gráficas, entendiendo este modelo como un lugar de relación geométrica y análisis predictivos. En ambos modelos la estructura física de la realidad se categoriza en base a la distinta naturaleza de los componentes del modelo, desarrollando una organización semántica en distintas capas de información o familias.

En un nivel superior se plantea el uso de modelos digitales de información SIG o BIM al que estaría vinculado el anterior para permitir gestionar información en 2D como clasificaciones y registros georreferenciados que permiten elaborar análisis e informes. Se han empleado ambos sistemas para la actualización de un diagnóstico del estado de conservación de los bienes inmuebles en el marco de la redacción del Plan Director del CAI. Otro de los aspectos en fase de desarrollo es el de verificar la utilidad de estos modelos en los procesos de gestión del mantenimiento y conservación preventiva, explorándose su empleo en los mosaicos y en las tareas de desbroce de vegetación (Fig. 1.c y 3).

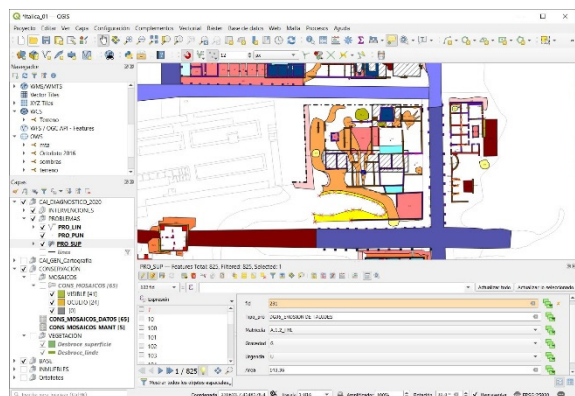


Figura 3. Captura de pantalla del diagnóstico del estado de conservación en el modelo SIG (Imagen de los autores).

Por último, en el nivel máximo de detalle, se situarían aquellos modelos parciales de los edificios en los que se modelan en tres dimensiones los elementos arqueológicos conservados, construidos de forma paramétrica y contenedores a su vez de información específica (Angulo Fornos, 2012). Estos modelos parciales están coordinados con el modelo central, de conjunto, estando condicionado su nivel de desarrollo por los requerimientos planteados por el conjunto arqueológico: el registro de procesos arqueológicos, intervenciones arquitectónicas de conservación, musealización o anastilosis (Fig 1.d y 4).

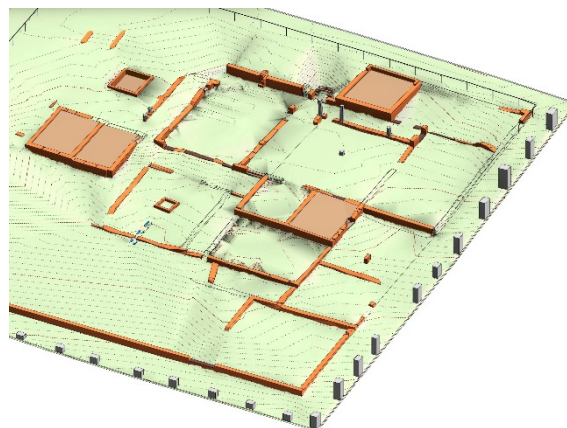


Figura 4. Modelo HBIM de la Casa de Hyas (Imagen de los autores).

## 5. Conclusiones

En cada uno de estos niveles de complejidad, la incorporación de nuevos elementos o datos al modelo digital de información debería pasar por un proceso de ajuste a cada uno de estos niveles antes expuestos. Así, no toda información estaría en todos los estratos o capas, sólo aquella que fuera necesaria para los objetivos marcados. En el caso del nivel (c) en 2D, es necesario realizar una síntesis mediante la cual parte de la información generada es trasvasada para su actualización. Para ello son interesantes también las posibilidades de conexión entre modelos BIM, de escala arquitectónica y modelos SIG de escala territorial, teniendo presente que en Itálica la frontera entre estos ámbitos es difusa y pueden solaparse.

Mientras las capas inferiores son útiles para gestionar información relativa al mantenimiento cotidiano del conjunto, las superiores son óptimas para trabajos puntuales de profundización. No toda la información que surge de una prospección arqueológica, o la intervención de restauración de un mosaico o la consolidación de un elemento constructivo, pasa al nivel inferior, donde se requieren datos más generales y sintéticos que permitan trabajos de limpieza, consolidación recurrente, etc.

El proceso de construcción de los diferentes modelos vendría determinado por las diferentes necesidades y los objetivos perseguidos en cada caso, constituyendo además un medio para el diálogo entre los diferentes agentes y disciplinas implicadas en la gestión y conocimiento del conjunto arqueológico. La importancia, por tanto, no reside únicamente en el resultado final, siempre susceptible de mejoras, y abierto a constantes variaciones en el propio proceso. El modelo debería adaptarse a las posibilidades de acceso y uso de los usuarios implicados, por ejemplo, con la base gráfica en un entorno CAD, muy extendido hoy día en el ámbito de la arquitectura y la arqueología, repercutiría en la capacidad de transferencia de la investigación.

Se podría destacar cómo la construcción del modelo se presenta, al igual que el levantamiento arquitectónico tradicional, como una oportunidad de análisis y conocimiento interdisciplinar, como un momento de posibles acuerdos y decisiones, que a la postre, modificara nuestra percepción y comprensión del patrimonio.

## Referencias

Adegoriola, M.I., Lai, J.H.K., Chan, E.H. y Amos, D. (2021) "Heritage building maintenance management (HBMM): A bibliometric-qualitative analysis of literatura", *Journal of Building Engineering*, 42.

Angulo Fornos, R. (2012) "Construcción de la base gráfica para un sistema de información y gestión del patrimonio arquitectónico: Casa de Hylas", *Arqueología de la Arquitectura*, (9), pp. 11-25.

Aziz, N.D., Nawawi, A.H. y Ariff, N. R. M. (2016) "Building Information Modelling (BIM) in Facilities Management: Opportunities to be Considered by Facility Managers", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 234, pp. 353-362.

Bulgarelli-Bolaños, J. P., Hernández-Salazar, I., y Pinto-Puerto, F. (2020). "Evolución de la producción científica sobre los conceptos HBIM y modelado 3D en la gestión de obras patrimoniales". *Revista Tecnología en Marcha*, 33(8), pp. 89-101.

Castellano Román, M. y Pinto Puerto, F. (2019) "Dimensions and Levels of Knowledge in Heritage Building Information Modelling, HBIM: The model of the Charterhouse of Jerez (Cádiz, Spain)", *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 14, e00110.

González-Varas Ibáñez, I. (2006) "La representación del monumento en el siglo XIX: Tiempo, lugar y memoria ante las transformaciones de la representación gráfica de la imagen monumental", *Papeles del Partal. Revista de restauración monumental*, (3), pp. 49-69.

Pinto Puerto F., Angulo Fornos R., Castellano Román M., Guerrero Vega J.M. y Pastor Gil F. (2011) "Construcción de una base cartográfica activa para el Conjunto Arqueológico de Itálica", *Revista PH. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, (77), pp. 116-119.

Pocobelli, D. P., Boehm, J., Bryan, P., Still, J., y Grau-Bové, J. (2018) "BIM for heritage science: a review", *Heritage Science*, 6 (30).

Volk, R., Stengel, J. y Schultmann, F. (2014). "Building Information Models (BIM) for existing buildings – literature review and future needs", *Automation in Construction*, 38, pp. 109-127.

## Datos biográficos de los autores

José María Guerrero Vega  
Universidad de Sevilla; jmgv@us.es

Dr. Arquitecto y Arquitecto Técnico, profesor asociado en el Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación en la Escuela de Ingeniería de la Edificación de la Universidad de Sevilla. Pertenece al grupo de investigación HUM-799 "Estrategias de Conocimiento Patrimonial". Su línea de investigación se centra en los procesos de levantamiento y análisis de la arquitectura, así como en la aplicación de modelos digitales para el conocimiento del patrimonio histórico arquitectónico.

Roque Angulo Fornos  
Universidad de Sevilla; roqueaf@us.es

Dr. Arquitecto, profesor asociado en el Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Pertenece al grupo de investigación HUM-799 "Estrategias de Conocimiento Patrimonial". Su línea de investigación se centra en la implementación de herramientas innovadoras en los procesos de levantamiento destinados a la digitalización de la arquitectura a través de modelos susceptibles de vehicular el potencial de las últimas tecnologías en el conocimiento y análisis del patrimonio (HBIM).

Manuel Castellano Román  
Universidad de Sevilla; manuelcr@us.es

Dr. Arquitecto, profesor contratado doctor en el Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Pertenece al grupo de investigación HUM-799 "Estrategias de Conocimiento Patrimonial". Su línea de investigación se centra en la tutela de los bienes inmuebles del patrimonio cultural mediante modelos digitales de información HBIM, incluyendo la protección jurídica y el planeamiento estratégico, la documentación y levantamiento gráfico, el análisis arquitectónico, las intervenciones de conservación y la producción de materiales de difusión de sus valores patrimoniales.

## Agradecimientos

Esta aportación ha sido financiada por Fondos Europeos de Desarrollo Regional y la Junta de Andalucía, a través del proyecto CEI-10-HUM799, en el marco de proyectos singulares de actuaciones de transferencia en los Campus de Excelencia en las áreas de la Estrategia de Investigación e Innovación (RIS3), dentro del proyecto global de la Universidad de Sevilla Ecosistema Innovador con Inteligencia Artificial para Andalucía 2025. Agradecemos la colaboración a la dirección del Conjunto Arqueológico de Itálica.