



LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN LA GESTIÓN TURÍSTICO-TERRITORIAL DEL PATRIMONIO CULTURAL. ESTADO DE LA CUESTIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN SIG Y BIM

García-Valldecabres, Jorge Luis^a; Viñals, María José^b; López-González, María Concepción^c

^aDpto. Expresión Gráfica Arquitectónica / Centro de Investigación PEGASO, Universitat Politècnica de València, España jgvalde@ega.upv

^bDpto. de Ingeniería Cartográfica Geodesia y Fotogrametría / Centro de Investigación PEGASO, Universitat Politècnica de València, España mvinals@upv.es

^cDpto. Expresión Gráfica Arquitectónica / Centro de Investigación PEGASO, Universitat Politècnica de València, España mlopez@ega.upv.es

Abstract

The current pandemic situation caused by the SARS-CoV-2 virus has led to the practical paralysis of the cultural tourism sector. Cultural heritage management is carried out by interdisciplinary teams in a collaborative way. The situation prior to the pandemic showed important deficiencies derived from overcrowding and poor planning, with few exceptions. There is no preventive coordination and organization of urban tourist routes, by areas and themes that anticipates possible risks and favours the sustainable management of public use. The GIS (Geographic Information System) and BIM (Building Information Modelling) methodologies are presented as an aid to respond to these problems. The first of the methodologies, GIS, allows the analysis of the different layers of cartographic information, facilitating the incorporation in the geographical and territorial information (location, topography, spatial features, etc.) of buildings and buffer areas as well as the different touring patterns and possible alternative itineraries. The second, BIM, facilitates having virtual models as twins for the design of proposals and alternatives, faithfully systematizing the information that the cultural management of architectural heritage implies. This contribution presents the first results on the state of the art of scientific production in research and the degree of implementation of these two methodologies around the management of public use of cultural heritage.

Keywords: Heritage, Management, Tourism, GIS, BIM, Smart Cities.

Resumen

La actual situación de pandemia originada por el virus SARS-CoV-2 ha supuesto la práctica paralización del preventiva de las rutas turísticas urbanas, tipificándolas por áreas y temas, que adelante posibles riegos y favorezca la gestión sostenible del uso público. Las metodologías SIG (Sistema de Información Geográfica) y BIM (Building Information Modeling) se presentan como una ayuda para dar respuesta a estos problemas. La primera de las metodologías, SIG, permite realizar el análisis de las diferentes capas de información cartográfica facilitando la incorporación de las características geográficas y territoriales (localización, topografía, características espaciales, etc.) de los edificios y las áreas del entorno, así como los diferentes patrones de la visita y los itinerarios alternativos. La segunda, BIM, facilita disponer de modelos virtuales como gemelos para el diseño de propuestas y alternativas, sistematizando fielmente la información que implica la gestión cultural del patrimonio arquitectónico. En la presente contribución se exponen los primeros resultados sobre el estado de la cuestión de la producción científica en las investigaciones y el grado de implantación de estas dos metodologías entorno a la gestión del uso público del patrimonio cultural.

Palabras clave: Patrimonio, Gestión, Turismo, SIG, BIM, Ciudad inteligente.



Introducción

La conservación de los Bienes Patrimoniales es un hecho que está presente, como una de las manifestaciones del nivel de implantación de la cultura sostenible en el sector del Turismo Cultural, no solo, por parte de las administraciones públicas y de la comunidad científica, sino también en la sociedad en general. El aumento del acervo cultural en las personas y en la población, así como, el acceso mayoritario de esta a los bienes patrimoniales supone, unido a una falta de planificación coordinada del uso público de los bienes, un riesgo añadido a la degradación de por sí de estos recursos.

En la actualidad, existen metodologías colaborativas para que todos los agentes involucrados en la conservación de un Bien Patrimonial puedan trabajar de forma coordinada, compartiendo entre sí la información del bien con una visión holística del conjunto de las actuaciones que se desarrollan a lo largo del tiempo. De esta manera, se facilita una gestión racional y sinérgica del bien que redundará en un beneficio tanto para los gestores como para el bien y el público que lo disfruta.

Las investigaciones realizadas por la doctora y gestora cultural Elena Salvador-García (2020) y la aplicación de estos conocimientos a experiencias prácticas de gestión han demostrado que es posible llevar a cabo la gestión del uso público de un monumento a través de HBIM.

Por otra parte, hay que recordar que la actual situación de pandemia ha supuesto la paralización total del sector del turismo cultural, salvo entidades con gran capacidad de recursos humanos y tecnológicos para la innovación y la creatividad que han mantenido cierta actividad. De esta forma, se ha puesto de relieve que la situación previa a esta paralización presentaba importantes deficiencias. Estas carencias derivaban, en su mayoría, de la escasa planificación y coordinación entre los distintos actores del sector (patrimonial, urbanístico, turístico, etc.) y también por la falta de la inclusión de medios tecnológicos en la gestión del uso público. Por ello, la calidad de los resultados derivados de la gestión no alcanza los estándares deseados, tanto los que se corresponden con el receptor final de la visita pública, como con respecto a los esperados en el ámbito de la conservación preventiva del propio monumento y del área urbana próxima al monumento.

El objetivo del presente trabajo trata de dar a conocer los primeros avances sobre la revisión de la producción científica acerca de la implementación integrada de las metodologías HBIM y GIS adaptadas a la gestión del uso público del patrimonio cultural de un destino. Con la finalidad de conocer las investigaciones, los equipos de trabajo, aprender los principios, las cuestiones abordadas, las hipótesis en las que se apoyan los planteamientos, las metodologías y las estrategias seguidas con el objetivo de localizar las necesidades y los retos del sector. Y todo ello, en el marco de los conceptos emanados de la definición de ciudades inteligentes (*Smart City*) que se definen como *“aquellas ciudades que usan soluciones tecnológicas para mejorar la gestión y la eficiencia de los ambientes urbanos”* (European Commission, n.d.). Es decir, se trata de sistemas de personas que interactúan y usan flujos de energía, materiales, servicios y financiación para catalizar el desarrollo económico sostenible, la resiliencia, y una alta calidad de vida. Estos flujos e interacciones se hacen “inteligentes” mediante el uso estratégico de infraestructuras y servicios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en un proceso de planificación urbana y gestión transparentes que responde a las necesidades sociales y económicas de la sociedad (European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities, n.d.). El estudio de Deloitte (2015) además añade que la ciudad inteligente exige una relación con ciudadanos, turistas, proveedores y trabajadores públicos basada en la transparencia, la rendición de cuentas, el adecuado uso y consumo de los recursos y la identificación temprana de necesidades.

1. Metodología

El grupo de investigadores que presentan esta contribución posee experiencia previa en el ámbito de la gestión del uso público del patrimonio, así como sobre la implementación de modelos HBIM. Asimismo, son conocedores de las posibilidades conjuntas de las metodologías BIM y GIS nacidas en los años '80 y '90 del siglo pasado, para implantar la gestión tecnológica de las infraestructuras y edificios en un determinado ámbito urbano o área territorial, según las tres escalas a partir de las cuales se abordan los estudios de los edificios:

- a) El propio edificio o sitio, que se analiza gracias a la metodología BIM;

- b) El ámbito territorial en el que se inscribe el edificio o sitio, que se estudia a partir de la metodología SIG; y
- c) Un espacio intermedio que resulta de la interacción de los dos anteriores entornos. Se trata de un espacio amplio y diferenciado en el que se analiza las relaciones de confluencias entre ambos.

De esta manera, se observa que no se concibe un análisis de un ámbito territorial sin los estudios de detalle, y viceversa. BIM se caracteriza por implementar la información de los edificios con el máximo detalle propio de la construcción para un sitio o lugar concreto, y SIG se caracteriza por facilitar la información sobre el territorio e infraestructuras del entorno del edificio o sitio tal como propone Mangón (2018).

Aria y Cuccurullo (2017), de la Università degli studi di Napoli Federico II, exponen la situación en la que se encuentra la producción científica de este tema. Así, relatan que el número de publicaciones se ha visto incrementado de manera exponencial en años recientes, haciendo imposible estar al día de las nuevas aportaciones que se generan al momento. Esto, unido con el impacto que estas contribuciones producen en el ámbito de diversos campos del conocimiento, hace que resulte difícil recopilar y sistematizar las nuevas contribuciones según exponen Briner y Denyer (2012). Por ello, se considera cada vez más necesario, realizar una revisión de la literatura científica como punto de partida de una investigación que permita conocer el estado de la cuestión y los estudios previos generados en la materia y así poder centrar el enfoque en determinados aspectos más específicos, para no dispersar la atención y poder lograr resultados más certeros, tanto de índole cualitativo, como cuantitativo.

Con el fin de revisar la literatura científica en la que se expone el desarrollo y grado de aplicación de los sistemas HBIM y SIG en la gestión del uso público de los bienes patrimoniales se ha seguido el esquema de Zupic y Čater (2015) que presenta los siguientes pasos (fig. 1): 1. Diseño del estado y del proceso de búsqueda; 2. Recopilación del estado; 3. Análisis de los datos; 4. Visualización de los datos; y 5. Interpretación de los resultados (discusión y conclusión).



Fig. 1 Metodología empleada basada en la planificación de Zupic y Čater. Elaboración propia

2. Resultados

De esta manera, el esquema secuencial antes propuesto se ha aplicado a los estudios que tratan sobre la integración de las plataformas HBIM y SIG en torno al patrimonio, la conservación, el diseño y la gestión del uso público de los monumentos y los lugares e itinerarios turísticos de un destino cultural. Los resultados comentados se presentan a continuación.

2.1. Diseño del estado y del proceso de búsqueda

El diseño del estado para abordar la revisión de la producción científica se planteó en tres fases definidas por las palabras clave utilizadas en la búsqueda de las contribuciones. En la primera fase, se utilizaron las siguientes palabras clave: BIM, HBIM, GIS. En la segunda fase de búsqueda, se utilizó las palabras clave: SIG, Turismo, Cultura, Gestión, Sostenibilidad. Y en la tercera fase, se introdujeron las palabras clave: HBIM, Patrimonio, Gestión, Turismo.

2.2. Recopilación del estado

Para localizar estudios previos relacionados con este tema de investigación, se ha examinado revistas científicas, actas de congresos, libros y tesis doctorales.

La revisión de la literatura se realizó en buscadores científicos como Google Scholar, Dialnet Plus, RiuNet, Science Research, ProQuest, Scopus y Thomson Reuters Web of Science, en catálogos científicos como OCLC Research y CrossRef, en bases de datos como Springer Link, SAGE revistas, Taylor & Francis Online, Science Direct, en bibliotecas digitales como IEEE Xplore Digital Library, ASCE Library, y en revistas científicas como Virtual Archaeology Review, International Journal of Heritage in the Digital Age, Journal of Cultural Heritage, Journal Building Research & Información, Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Automatización en Construcción International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS).

Después de estas búsquedas, se identificó más de contribuciones entre artículos, aportaciones a congresos y capítulos de libros que agrupamos en diversos bloques temáticos a tenor de las palabras clave que habían guiado las fases de búsqueda:

- Bloque 1: Incluye contribuciones que tratan sobre BIM, HBIM, GIS y sobre la integración de las dos metodologías GIS y BIM.
- Bloque 2: Lo constituye publicaciones sobre GIS, Turismo, Cultura, Gestión y Sostenibilidad dedicadas a los sistemas relacionados con la gestión sostenible de destino, la regionalización y la cultura ecología y el paisaje, itinerarios y rutas, los riesgos medioambientales, así como cuestiones relacionadas con la demografía. Todo ello implementado a través de técnicas de información georreferenciadas.
- Bloque 3: Trabajos que versan conjuntamente sobre HBIM, Patrimonio, Gestión, Turismo.

De entre estas, se destaca, a continuación, las que versaron sobre aspectos que se consideraron de mayor interés para las cuestiones planteadas.

2.3. Análisis de los datos

En relación con los trabajos identificados en el Bloque 1 (BIM, HBIM, SIG), se destaca:

- a) La aportación realizada por el Instituto Tecnológico de Costa Rica (Bulgarelli-Bolaños *et al.*, 2020) sobre la evolución de la producción científica entorno a HBIM y SIG en la que se presenta un análisis bibliométrico descriptivo y retrospectivo suministrado a partir del registro de las contribuciones halladas en la base de datos Elsevier-Scopus.
- b) En España, destaca el trabajo investigador de Francisco Pinto (Pinto-Puerto, 2016) de la Universidad de Sevilla, quien está haciendo importantes avances de la aplicación de modelos digitales basados en BIM y SIG en la gestión integral y sostenible de la tutela patrimonial tal como se observa en el Proyecto HAR2016 78113-R "Tutela sostenible del patrimonio cultural a través de modelos digitales BIM y SIG. Contribución al conocimiento e innovación social (TUTSOSMOD)" (Ferreira-Lopes y Pinto-Puerto, 2018).
- c) En Italia, Grazia Tucci *et al.* (2017) han investigado, en diversos casos de estudio, la integración de nubes de puntos en la conservación del patrimonio arquitectónico; y, en el Politécnico di Torino (POLITO), Colugi *et al.* (2020) estudian la integración de HBIM en SIG utilizando como caso de estudio la iglesia de San Lorenzo Norcia (Italia), con el fin de obtener un modelo único y un vocabulario para el proyecto SIG 3D, destinado a la conservación del monumento. Por su parte, Salvatore Barba, de la Università di Salerno, ha coordinado proyectos de investigación internacionales destinados a la digitalización de activos patrimoniales y su integración en un ámbito urbano.
- d) Por su parte, Abellán Alemán (2018) desarrolló la interconexión de la plataforma API AUTODESK® REVIT™ de modelos BIM con otras plataformas y datos gubernamentales como los de la Dirección General del Catastro o el Instituto Geográfico Nacional, para automatizar tareas relacionadas con la georreferenciación, obtención de datos catastrales, inserción de mapas e imágenes aéreas y creación automática de topografías a partir de los Modelos Digitales del Terreno existentes en España.

e) El equipo BIM de C95 Creative, presentó en el año 2018 en EUBIM 2018 - BIM International Conference / 7º València, los resultados de cómo crear una estrategia para regenerar el casco histórico de la ciudad de Ayacucho en Perú (Ibiate-Domínguez *et al.*, 2018). Este artículo pretende demostrar cómo esta metodología se ha asimilado a nuestra práctica habitual. Durante el levantamiento BIM de Ayacucho, se desarrolló un proceso de digitalización de la ciudad, que actualmente sirve como base para estos objetivos. La importancia de la toma de datos inicial se basa en procesamientos de nubes de puntos y en la creación de un catálogo urbano en BIM de los elementos de la ciudad. Como resultado, en 6 meses se generó una base de datos del estado actual y se levantaron digitalmente 150 manzanas de la ciudad de Ayacucho, sirviendo como base para las actuales intervenciones urbanas que se están desarrollando de restauración, rehabilitación y mejora del espacio urbano.

f) Asimismo, bajo el título “URBIM: ciudades digitales. BIM en intervenciones urbanas” (Ibiate *et al.*, 2018), se elaboró un trabajo para dar respuesta a la necesidad de actualizar la información urbana y poner en valor el patrimonio histórico de la ciudad de Berlín, georreferenciando la información de sus edificios a través de formatos cityGML y combinando información urbana con modelos geométricos sencillos.

g) Otro trabajo relevante son las aplicaciones digitales en arqueología y patrimonio cultural, modelos SIG y gráficos para el análisis digital social, temporal y espacial en el patrimonio. Tal es el caso del estudio de la producción del gótico tardío del antiguo Reino de Sevilla (Wanderley Ferreira-Lopes, 2018). La reutilización, la interoperabilidad, la terminología estándar y la usabilidad se tuvieron en cuenta en el desarrollo de los modelos. La base de datos fue desarrollada en el marco de la Red Internacional del Gótico Tardío e involucró a un equipo interdisciplinar de arquitectos, historiadores, geógrafos e informáticos para asegurar la máxima adaptabilidad de la metodología a otros casos de estudio. El resultado es un DBMS, un modelo SIG y un modelo gráfico, que proporcionan herramientas útiles para comprender, analizar y difundir el patrimonio. Esta aportación tiene como objetivo demostrar el alcance de la aplicación de la fotogrametría digital 3D en la práctica arqueológica.

Otro ejemplo arqueológico es la excavación del Pago del Jarafi (Lanteira, Granada) realizada durante el período 2014-2017 en el marco del proyecto europeo MEMOLA, coordinado por la Universidad de Granada (Romero y Martín, 2017). El desarrollo de nuevo software, algoritmos y técnicas de modelado 3D como Structure from Motion (SfM) ha facilitado a los arqueólogos el acceso a documentación de mayor calidad y precisión.

h) Por último, la aportación de Hidalgo Sánchez (2018) brinda un interesante resultado en el que explora las posibilidades subyacentes de la interoperabilidad entre las metodologías BIM y SIG aplicada a un caso como prototipo: la Antigua Iglesia de Santa Lucía (Sevilla), actual Centro Documental de las Artes Escénicas de Andalucía.

Los trabajos del Bloque 2 establecen un análisis integrado de las técnicas de información georreferenciadas SIG, Turismo cultural, y Sostenibilidad. Destaca en este grupo los estudios que son susceptibles de establecer las bases sistémicas de protección del patrimonio al aglutinar el conjunto de aspectos desde una perspectiva holística y con suministros de la información interoperativa para los agentes interesados en cada uno de los procesos.

a) La contribución de Mamat *et al.* (2017) establece que la protección del patrimonio histórico y cultural y sus entornos circundantes es mucho más importante que cualquier otro esfuerzo preventivo realizado por humanos. Por ello, proponen la regionalización como herramienta eficiente y sostenible para gestionar las áreas protegidas. El estudio utiliza técnicas de análisis de sensibilidad para comprender cómo puede variar el resultado en respuesta a cambios de los diferentes parámetros. Agrupan los sitios patrimoniales a partir de una serie de factores para el control y la observación como son: la topografía, los entornos ecológicos, la actividad humana y los recursos del paisaje. El resultado que alcanzan es un esquema de regionalización y un método de gestión que equilibra los flujos en torno al turismo cultural y la protección del patrimonio utilizando un registro SIG de la información.

b) Calle Lamelas *et al.* (2017) presentan un estudio titulado “Las ciudades Patrimonio de la Humanidad ante el paradigma Smart”, en el que manifiestan cómo la revolución digital está generando un conjunto de desarrollos tecnológicos que afectan a la experiencia turística y la transforman. Este fenómeno ha sido conceptualizado por la literatura en inglés como *Smart Tourism*. A pesar de su importancia, es necesaria una mayor atención a su desarrollo teórico. En la literatura en español han recibido más atención otros conceptos como *Smart Destinación* o *Destino turístico inteligente*, a su vez derivado de *Smart City*, antes mencionado. Con el foco puesto en la gestión pública del turismo en las ciudades Patrimonio de la Humanidad, este trabajo analiza la experiencia española de los destinos turísticos inteligentes. El proyecto Smart Heritage City coordinado por la Fundación Santa María la Real que, por primera vez, aborda la gestión integral del patrimonio y los flujos de visitantes en una ciudad histórica (Ávila), aúna estas dos disciplinas normalmente distanciadas a pesar de su mutua dependencia.

c) La aportación titulada “Desarrollo turístico de los sitios del Patrimonio Mundial en China: una perspectiva geográfica” propuesto por Mimi *et al.* (2008) reconoce que existe un conflicto entre la conservación y protección del patrimonio y el desarrollo del turismo que subyace, especialmente, en los países en desarrollo en el marco de la explotación generalizada de los sitios del Patrimonio Mundial para atraer turistas. La investigación aborda el tema de la sostenibilidad del desarrollo turístico en esos sitios. El estudio aplica herramientas SIG en un examen de la distribución geográfica de los sitios y su relación espacial con las ciudades turísticas. El trabajo identifica tres fuentes principales de amenaza que pueden comprometer la protección de los sitios del patrimonio, a saber: 1) la presión demográfica; 2) las políticas de desarrollo de las economías locales; y, 3) la falta de apoyo financiero para los sitios del patrimonio. Presenta además una reflexión sobre el papel que representan los sitios del Patrimonio Mundial en la cultura del país donde se encuentran y cómo simbolizan a su país internacionalmente. Sin embargo, entre la población mundial, que está en continuo crecimiento, llaman la atención sobre el aumento del interés por el turismo patrimonial. Por lo tanto, en este trabajo proponen que, a través de las aplicaciones de geo-matemáticas y SIG, se defina la presión poblacional impuesta sobre los Sitios del Patrimonio Mundial en China. Los resultados del estudio revelaron que los sitios del Patrimonio Mundial en China exhiben una distribución por conglomerados-patrón, y destacan que todos los indicios apuntan a que la presión demográfica es, y seguirá siendo, el principal desafío a la sostenibilidad de estos sitios.

Los trabajos del Bloque 3 obtenidos de la revisión con las palabras clave HBIM, Patrimonio, Gestión, Turismo trataron de manera mayoritaria la necesidad de establecer un entorno común de datos.

a) La aportación de Roque Angulo (2012) expone cómo uno de los desafíos al que se enfrenta la documentación y gestión del patrimonio cultural es la gran cantidad de información dispersa (en distintos repositorios y archivos físicos), a veces incompleta y desordenada, además de la elaborada por los diferentes actores interdisciplinarios que concurren en el estudio del bien. Incide en que la falta de fuentes fiables puede perjudicar la conservación del edificio e incluso crear problemas de ineficiencia a lo largo de todo su ciclo de vida. Para subsanar esta dificultad, apunta que se precisa de la creación de un Common Data Environment (CDE) o un “Entorno de datos común” como solución al problema. El CDE implica una única fuente de información para recopilar, gestionar, interpretar y difundir datos de un proyecto. En 2013, English Heritage ya propugnaba la necesidad de crear un CDE para el estudio del patrimonio e incluso comenzó a considerar BIM en su estrategia para la conservación del patrimonio creando un Grupo de Interés especial BIM-SIG. En 2017, Historic England, heredera de English Heritage, estableció el andamiaje sobre el que debería sustentarse un CDE destinado a gestionar activos patrimoniales incluyendo estudios de caso.

b) Asimismo, con el fin de establecer la integración de modelos HBIM con bases de datos externas de disciplinas interesadas, Pinto-Puerto (2011) se muestra pionero en la investigación de la metodología BIM aplicada al patrimonio arquitectónico. Este trabajo queda desarrollado en el marco del proyecto “Un Modelo Digital de Información para el Conocimiento y Gestión de Bienes Inmuebles del Patrimonio Cultural” (HAR2012-34571). Posteriormente, en esta línea, se realizaron estudios para incorporar información relativa a los diferentes ámbitos disciplinares que concurren en el estudio y gestión de un bien patrimonial.

Por su parte, Castellano-Roman (2015) ha investigado la capacidad de HBIM para ofrecer una gestión integral del bien patrimonial en torno a los aspectos de su protección jurídica. También se ha constatado el gran potencial de HBIM para gestionar las labores de mantenimiento de los edificios a lo largo de su ciclo de vida (Fassi *et al.*, 2016). Nik Umar Solihin (2019) insiste en la novedad y gran potencial de la incorporación de BIM en entornos construidos históricos conducentes a la mejora del rendimiento de los edificios a través de la gestión de las instalaciones en el patrimonio cultural de Malasia.

2.4. Visualización de los resultados

Una vez establecido el inventario de artículos relacionados con cada uno de los tres bloques que inicialmente se propusieron en la metodología de trabajo, se ha realizado una catalogación de las aportaciones atendiendo a los temas de estudio tratados. Esta catalogación queda resumida de forma esquemática en el siguiente gráfico (fig. 2).

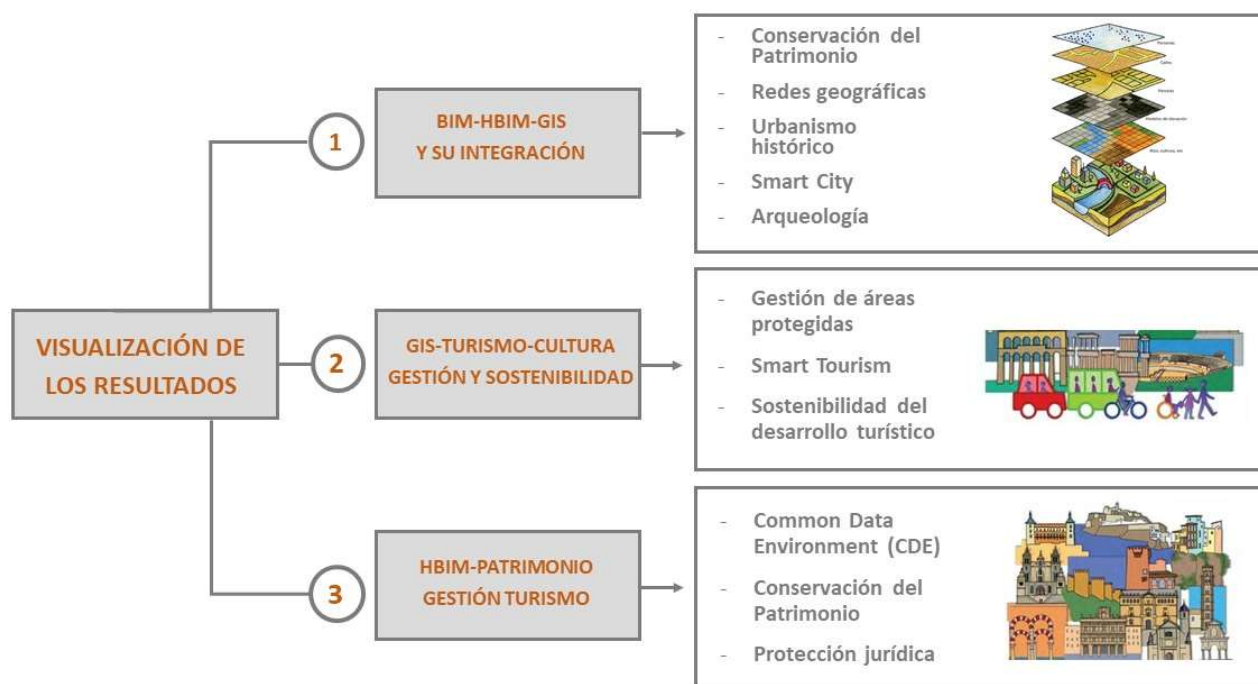


Fig. 2 Esquema de los resultados obtenidos en cada uno de los tres bloques temáticos

2.5. Interpretación de los resultados

Tras la revisión de la literatura científica se ha corroborado la falta de un método y una herramienta metodológica tecnológica que desarrolle la planificación de los procesos para la gestión sostenible del turismo cultural de los bienes patrimoniales referente al uso público en un entorno determinado. A ello hay que unir la falta de un instrumento para generar productos de calidad que facilite el acceso al conocimiento y estimule el aprecio de los valores culturales que los bienes poseen y transmiten.

Desde el punto de vista de las aplicaciones tecnológicas, las plataformas y el software, hay que destacar que se está abordando el estudio de los enlaces entre las aplicaciones que gestionan cada una de las bases de información, SIG y BIM, mediante un plug-in que interrelaciona una a una las tablas de propiedades de cada una de ellas. En este sentido, los grandes operadores de softwares están trabajando para implementar en una misma plataforma toda la información que integre las posibilidades de SIG y BIM. Los ámbitos donde estos adelantos están siendo implementados por los investigadores son muy diversos. En el marco de la gestión turístico-territorial, la integración BIM-SIG está siendo implementada fundamentalmente en la

conservación y mantenimiento del patrimonio arquitectónico y de los sitios y entornos protegidos. También en el ámbito urbanístico aplicando la interoperatividad de estos softwares a la gestión inteligente de las ciudades (*smart Cities*), y más concretamente, en la difusión del patrimonio a través de redes geográficas. Por otra parte, se observa que se está abordando de forma incipiente la gestión sostenible del turismo, sobre todo en países como China, donde existe un riesgo extremo de falta de sostenibilidad en la gestión del patrimonio, debido a la presión demográfica. Sin embargo, el gran potencial que implica la integración de SIG y BIM en los temas relacionados con una gestión sostenible del turismo cultural en el entorno de redes geográficas y, en paralelo, a los sistemas de conservación de edificios y entornos patrimoniales todavía no ha sido desarrollado plenamente; solamente, por el momento, los SIG han sido implementados en la gestión turística de algunos destinos para abordar temas concretos.

3. Conclusiones

La gran capacidad gestora que se puede conseguir con la interoperabilidad entre BIM y SIG no está siendo explotada en toda su dimensión en la gestión turístico-territorial del patrimonio cultural porque, por el momento no ha sido plenamente investigada. Ejemplo de ello es que aún no ha sido ensayada para la gestión del uso público y el turismo cultural en ninguna ciudad. No se han encontrado estudios sobre las capacidades de HBIM-SIG para la gestión de visitantes ni para la interpretación del patrimonio, y tampoco se ha desarrollado metodológicamente protocolos HBIM-SIG específicos para la gestión del uso público desde un enfoque holístico e interdisciplinar.

No obstante, la utilización de estas herramientas está demostrando una gran eficiencia en la gestión sostenible de las infraestructuras y en aspectos del medio ambiente, entre otros. Cuando estas herramientas se han aplicado a la gestión de determinadas facetas de control y seguridad que afectan al turismo cultural, no dejan de ser casos aislados o mejoras puntuales. Se hace necesaria pues un desarrollo de investigaciones que aborden la integración de todo el conjunto de aspectos y necesidades gestoras, para que se produzca su incorporación en la gestión ordinaria del turismo en las ciudades. Sin duda, ello redundará en una más eficiente conservación de los monumentos y su entorno próximo y en una disponibilidad inmediata de información para los visitantes.

Referencias

- Abellán Alemán, J.M., (2018). Geolocalización y generación automática de emplazamientos a través de servicios y datos de plataformas gubernamentales mediante la API AUTODESK® REVIT™– BIM. *International Conference / 7º Encuentro de Usuarios BIM València*, 17,18 y 19 de mayo 2018.
- 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: 11-25
- Aria, M. y Cuccurullo C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for compressive science. Mapping analysis. *Journal of Informatices*, 9-11: 959-975
- Briner, R.B., y Denyer, D. (2012). Systematic review and evidence synthesis as a practice and scholarship tool. In *Handbook of evidence-based management: Companies, classrooms and research*. pp. 112–129.
- 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): 89–101. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i8.5512>
- Calle Lamelas, J.V., García Hernández, M., y García Muiña, F. (2017). Las ciudades Patrimonio de la Humanidad ante el paradigma Smart. *Libro de Actas del Seminario Internacional Destinos Turísticos Inteligentes: nuevos horizontes en la investigación y gestión del turismo*. Alicante, 2017. DOI: 10.14198/Destinos-Turisticos-Inteligentes.2017.01
- Castellano-Román, M. (2015). Generación de un modelo de información del patrimonio inmueble en el momento de su protección jurídica. *EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 20(26): 266-277.

- Colucci, E., De Ruvo, V., Lingua, A., Matrone, F., Rizzo, G. (2020). HBIM-GIS Integration: From IFC to CityGML Standard for Damaged Cultural Heritage in a Multiscale 3D GIS. *Applied Sciences*, 10.
- Deloitte (2015). *Estudio y Guía Metodológica sobre Ciudades Inteligentes*. Deloitte Consulting /ONTSI. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/sector-publico/Deloitt_ES_Sector_Publico_Estudio-sobre-ciudades-inteligentes.pdf (Consulta: 10 abril 2021)
- European Commission (n.d.). *Smart cities*. https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en (Consulta: 11 marzo 2021)
- European Commission (n.d.). *European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities*. <https://e3p.jrc.ec.europa.eu/articles/european-innovation-partnership-smart-cities-and-communities#:~:text=The%20European%20Innovation%20Partnership%20on,Europe's%20industry%20and%20innovative%20SMEs> (Consulta: 11 marzo 2021).
- Fassi, F., Mandelli A., Teruggi S., Rechichi F., Fiorillo F. y Achille, C. (2016). VR for Cultural Heritage A VR-WEB-BIM for the Future Maintenance of Milan's Cathedral. En: L.T. De Paolis and A. Mongelli (ed.), *International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics*. Springer International Publishing Switzerland, 139-157.
- Ferreira-Lopes P. y Pinto-Puerto, F., (2018). Modelos SIG y gráficos para el análisis digital social, temporal y espacial en el patrimonio: el estudio de caso de la producción del gótico tardío del antiguo Reino de Sevilla. *Rev. Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 9, <https://doi.org/10.1016/j.daach.2018.e00074>
- Hidalgo Sánchez, F.M. (2018). *Interoperabilidad entre SIG y BIM aplicada al patrimonio arquitectónico, exploración de posibilidades mediante la realización de un modelo digitalizado de la Antigua Iglesia de Santa Lucía y posterior análisis*. TFG, Universidad de Sevilla.
- Ibiate-Domínguez, I., Oya-Salas, T., Torres-Marrades, R. y Pascual-Sáez, M., (2018). URBIM: ciudades digitales. BIM en intervenciones urbanas. *EUBIM 2018 - BIM International Conference / 7º València*, 17,18 y 19 de mayo 2018.
- Mansson U. (2015). BIM & GIS connectivity paves the way for really Smartcities. *Perspektiv*, 25: 20-23.
- Mamat, K., Du, P. y Ding, J. (2017). Regionalización de la función ecológica de los sitios del patrimonio cultural en Turpan, China, basada en SIG. *Arabian Journal of Geosciences*, 10: 90. <https://doi.org/10.1007/s12517-017-2892-5>
- Mimi, L, Bihu W., y Liping C. (2008). *Tourism Development of World Heritage Sites in China: A Geographical Perspective*. Ed. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2007.03.013>
- Nik Umar Solihin Kamaruzaman. (2019). Historic building information modelling (HBIM): a review. *ICRP 4 th International Conference on Rebuilding Place*.
- Pinto-Puerto F. (2011). *Modelo Digital de Información para el Conocimiento y Gestión de Bienes Inmuebles del Patrimonio Cultural"* (HAR2012-34571). Proyecto Nacional I+D+i, modalidad de Retos de Investigación (convocatoria 2011) Un.
- Pinto-Puerto F. (2016). *Tutela sostenible del patrimonio cultural a través de modelos digitales BIM y SIG. Contribución al conocimiento e innovación social TUTSOSMOD* (HAR2016 78113-R). Proyecto de I+D+i, modalidad de Retos de Investigación en (convocatoria 2016) .
- Romero Pellitero, P. y Martín Civantos (2017). From 3D to GIS. A comprehensive methodology for recordingstratigraphy and its application in the MEMOLA Project. *Rev. Disegnarecon*, 10(9).
- Salvador-García, E. (2020). *Protocolo HBIM para una gestión eficiente del uso público del patrimonio arquitectónico*. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València.

Título de la comunicación (no puede ocupar más de 2 líneas)

Tucci, G., Bonora, V., Conti, A. y Fiorini, L. (2017) High-quality 3d models and their use in a cultural heritage conservation project. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42: 687

Wanderley Ferreira Lopes, P. (2018). *Modelos digitales de información-sig y grafos- aplicados en el patrimonio: la fábrica edilicia en el antiguo reino de Sevilla en el tránsito a la edad moderna*. (Tesis Doctoral Inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla.

Zupic I. y Čater, T. (2015). Métodos bibliométricos en gestión y organización. *Métodos de investigación organizacional*, 18(3): 429-472.