

Métodos, técnicas y estándares para la documentación geométrica del patrimonio cultural.

Jorge Angás Pajas¹ y Alfredo Serreta Oliván².

¹ Scanner Patrimonio e Industria, *Spin-Off* Universidad de Zaragoza. España.

² Departamento de Ingeniería Diseño y Fabricación. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. España.

Resumen

La adopción de nuevas tecnologías en la documentación geométrica del patrimonio cultural debe aportar la aplicación de nuevos métodos y técnicas para su investigación así como su difusión. Sin embargo, la aparente velocidad tecnológica junto con la inmediatez social, no permite establecer una lógica procesual en el conjunto de procedimientos y técnicas necesarias en todo proyecto de documentación geométrica. Este trabajo pretende establecer una breve reflexión sobre el estado de la cuestión, subrayando cada una de las dificultades actuales en la representación del patrimonio. Aportando para cada una de ellas, puntos de partida que contribuyan a establecer un correcto desarrollo en el proceso de creatividad, innovación, cultura y educación.

Palabras Clave: HISTORIOGRAFÍA EN LA DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO, TÉCNICAS DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA, PRESERVACIÓN DIGITAL, INTERACCIÓN ENTRE SECTORES.

Abstract

The incorporation of new technologies in the geometric documentation of cultural heritage must contribute to the application of new methods and techniques for both its investigation and its diffusion. However, the apparent rate of development of the technology, together with the social immediacy, does not allow the establishment of an entire process of technologies and procedures necessary in all types of geometric documentation projects. This report intends to establish a brief reflection of the state of the enquiry, underlining that one of the present difficulties is the representation of cultural heritage and providing for each one of them a beginning point that will contribute to the establishment of a correct development in the process of creativity, innovation, culture and education.

Key words: HISTORIOGRAPHY IN DOCUMENTATION OF CULTURAL HERITAGE, TECHNIQUES, DIGITAL PRESERVATION, INTERACTION BETWEEN SECTORS.

1. Estado actual de la documentación geométrica del patrimonio.

Los métodos de documentación del patrimonio, ya sean métricos o no métricos, se encuentran actualmente influidos por el avance tecnológico como resultado de una tendencia social. Intentar recoger o asimilar los continuos cambios tecnológicos actuales y aplicarlos correctamente para cada caso es una carrera continua que requiere un aprendizaje constante. Tecnología y metodología han discurrido por un camino en los últimos años totalmente diacrónico sin una clara especificación y normalización de las técnicas empleadas. Establecer un criterio claro en cómo fijar los parámetros que regulen su utilización resulta una tarea si bien complicada. Por ello habría que definir, en primer lugar, qué entendemos por patrimonio en todas sus clasificaciones y para ello debemos acudir a la Ley de Patrimonio Histórico Español (Ley 16/1985, de 25 de junio). El concepto queda definido en el preámbulo “*Esta Ley consagra una nueva definición de Patrimonio Histórico y amplía notablemente su extensión*” y continúa en el Art. 1 “*Integran el Patrimonio Histórico Español los inmuebles y objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico. También forman parte del mismo el patrimonio documental y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, así como los sitios naturales, jardines y parques, que tengan*

valor artístico, histórico o antropológico”. La variedad patrimonial no deja de ser una constante más, relacionada con la propia heterogeneidad del concepto y sus dificultades, en la búsqueda por establecer un registro lo más exacto al original. Podríamos estar mencionando dos campos totalmente diferentes si documentamos:

- a) un bien mueble como una lucerna romana a través de un escáner de luz blanca estructurada para obtener una réplica del original.
- b) un bien inmueble como por ejemplo cualquier alzado de una torre mudéjar a través de fotogrametría y técnicas de escáner 3D.

Se tratarían de técnicas totalmente diferentes con el mismo objetivo de registro y con una adaptación diferente al nivel de escala de cada objeto o estructura.

En cada uno de estos procesos resulta totalmente necesario fijar y documentar cuáles han sido: el procedimiento que hemos seguido, los materiales utilizados, la resolución aplicada, la documentación previa, etcétera. Todo ello se debe entender como un conjunto de contenidos periféricos, necesarios para entender el resultado final. Esta misma información será la encargada de facilitar el estudio y mejorar, en un futuro, la sistémica procesual a través de los metadatos generados. La comparación, salvando los anacronismos, resulta obligada con

cualquier excavación arqueológica. Cada objeto o estructura hallada ha sido documentada con exactitud dentro de la unidad estratigráfica correspondiente. El valor del dato y su contexto, se entiende a través de los metadatos como interlocutores entre la relación del conjunto de procesos y sus resultados.

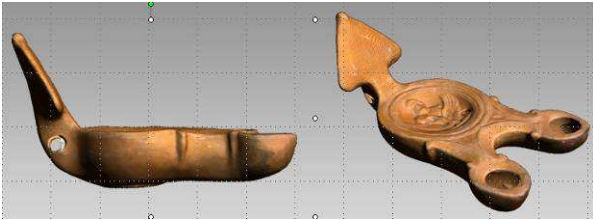


Fig. 1. Detalle del modelo 3D de la réplica de una lucerna romana mediante escáner de luz blanca estructurada. El Palao (Alcañiz, Teruel) s. I d. C. Documentación realizada sobre la réplica de Javier Fanlo.

2. Incorporación de nuevas técnicas de documentación del patrimonio.

Historiográficamente el campo patrimonial ha sido uno de los sectores que mejor ha sabido aprovechar y adaptar, a través de la experimentación, los cambios tecnológicos. Muchas de estas tecnologías han surgido al amparo de otros sectores, económicamente mejor posicionados, pero si bien es cierto que el patrimonio ha conseguido aglutinar y adaptar muchos de estos cambios en beneficio del mejor registro posible del bien mueble o inmueble.

Además de los escáneres 3D, debemos recordar otros pequeños hitos tecnológicos que han contribuido a la adopción de nuevas técnicas de trabajo en la documentación geométrica del patrimonio. Algunos como la fotogrametría que cuenta ya con una historia de 150 años, desarrollada en diferentes etapas históricas: relacionadas con el surgimiento, en primer lugar, de la fotografía, posteriormente de la aviación y por último con la era de la computación. Actualmente la fotogrametría terrestre se complementa gracias a nuevas técnicas como el láser escáner, además por otro lado la fotogrametría aérea ha encontrado un útil aliado en los denominados UAV.

La tecnología UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) representa una nueva manera de registrar el paisaje de conjuntos arqueológicos y generar ortofotos, modelos digitales de elevación, térmicos, etcétera. El avance se encuentra en la incorporación de esta técnica, en la fotogrametría aérea, de una manera más asequible y autónoma para entornos reducidos.

La difusión de los métodos topográficos resurgen con la comercialización de la estación total, una vez integrado el distanciómetro coaxial a finales de la década de los 80. Así mismo a partir de abril de 1995 los sistemas de posicionamiento global (GPS), adquieren su plena capacidad operacional. Todos estos cambios tecnológicos redundan en su utilización por sectores y profesionales no especializados fomentando un uso comercial, privado y lúdico, impulsando de esta manera, una fuerte demanda por parte de la sociedad de información sobre el patrimonio. Estos factores intensifican el interés del patrimonio como señal de identidad de una cultura convirtiéndolo en un fuerte medio de difusión turística y cultural. Además todos estos avances fueron acompañados de un sinnúmero de desarrollos de

nuevos sistemas informáticos, relacionados con programas CAD y SIG enfocados a la documentación del propio objeto y a la arqueología del paisaje.

La plena irrupción de la tecnología escáner 3D con el nuevo siglo XXI es un punto de avance que tampoco sustituye sino complementa al resto de técnicas como hemos mencionado anteriormente. Su utilización está totalmente diversificada en otros sectores como la ingeniería y la industria, con continuas experimentaciones donde los límites quedan todavía por precisar.

Actualmente la utilización de los escáneres 3D se encuentra de igual modo en una diversificación tal, que es necesario establecer una división en cuanto su utilización y relación con unos objetivos establecidos. El equilibrio entre la resolución, precisión, tiempo y costes debe ser el resultado respecto a la adaptación de la escala de trabajo exigida. La diversificación del mercado obliga a seleccionar muy bien el tipo de tecnología que mejor se adapta a cada proyecto debido a su multitud: aéreas (tecnología LIDAR), terrestres (láser tiempo de vuelo y diferencia de fase), objeto cercano y metrología dimensional (láser de triangulación, escáner de luz blanca estructurada y láser tracker).

En la tendencia social de los últimos años observamos un aumento de términos como virtual, tridimensional y técnicas estereoscópicas que, ayudado por las nuevas tecnologías, ha cobrado un gran protagonismo. Existen diversos factores y sectores que además están contribuyendo a su pleno desarrollo. Factores económicos como nuevas plataformas y posibilidades de reproducción con la ayuda de otros sectores. De esta manera debemos precisar un factor relevante, cuando los límites de la representación tridimensional o virtual escapan de cualquier medio físico (monográficos) o digital (computador). El campo de interacción entre el bien patrimonial y el espectador se está expandiendo buscando otros límites donde el espectador pueda interactuar o percibir el bien patrimonial en su propio contexto. Este desarrollo escapa de los propios límites que comentábamos anteriormente –físico y digital- y por ello entra en juego el entorno inmediato donde se inscribe el bien patrimonial

El ejemplo más claro es el paso de las clásicas infografías de un medio digital a su interacción con el paisaje a través de la realidad aumentada. Otro ejemplo de interacción con el medio y desarrollo de las reconstituciones infográficas son los *video mapping projection*. Se pretende la búsqueda de nuevas percepciones sensoriales con unos límites diferentes, donde el espectador conjuga la virtualidad con el espacio físico real, no limitándose de este modo a un área digital concreta.

3. Revisión de los métodos y técnicas en la documentación.

El primer problema que se plantea en la denominada “sociedad de la información” actual es el cambio en la propia representación de cualquier tipo de documentación, ya sea métrica o no métrica. Han variado en buena parte todos los soportes de representación. Es en estos donde surgen los problemas de adaptación entre los nuevos métodos de trabajo y las nuevas tecnologías. Conviene subrayar que ante cualquier cambio que se produzca en las nuevas reglas que gestionan una mutación, prácticamente nunca es posible lograr una ruptura total. Resulta necesario reproducir una documentación igual que

la anterior, integrando, eso sí, pequeños avances y modos de representar el patrimonio que con el tiempo puedan cobrar fuerza y finalmente constituir un verdadero cambio. En la historia de la arquitectura, uno de los objetivos en cualquier tipo de dibujo, ha sido representar el espacio de una manera ordenada. Para ello siempre se ha recurrido al trinomio: planta, alzado y sección. En otros casos, las modas variaban del clásico modo de representación arquitectónico a perspectivas isométricas (sobre todo en el siglo XIX) jugando con el punto de vista del observador para intentar romper un modo de observación bidimensional.

En el momento actual, el cambio parece haber sido radical, sacudidos por nuevos modos de visualización donde el componente tecnológico es incuestionable. Muchos de estos modos de visualización llevan siglos de aprendizaje y desarrollo como las técnicas de visión estereoscópicas, que por diversos factores económicos, políticos y sociales se han dilatado en el tiempo.

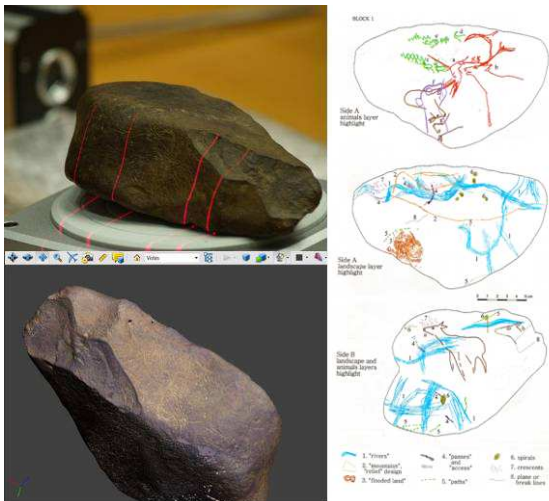


Fig. 2. Imagen del proceso y resultado de diferentes técnicas aplicadas para la documentación del "Bloque de Abautz". Imagen derecha corresponde a su interpretación (Utrilla et alii, 2008).

Es obvio hacer referencia a nuestra propia memoria temporal y reflexionar sobre la idea de que cualquier tiempo que vive el ser humano le parece único, ligado a unos cambios tecnológicos revolucionarios. Nuestra condición social ha buscado la manera de representar el medio que le rodea, quizás no con el fin de documentación patrimonial que entendemos ahora.

Si analizamos el mapa más antiguo estimado de la Europa Occidental del periodo magdalenense (13.660 CalBP) descubierto en Abautz (Navarra), se trata de un bloque de piedra, con la representación de varias figuras zoomorfas y de un paraje grabado en la superficie que coincide morfológicamente con el entorno físico donde fue hallado. Ahora bien para abordar su estudio necesitamos registrar, analizar e interpretar la propia documentación que describe (UTRILLA et alii, 2009: 99-111). Su importancia se articula en dos factores determinantes:

- El contexto y unidades estratigráficas donde fue hallado es clave para entender su encuadre cronológico y poner en relación

su riqueza como bien mueble con el resto de su espacio cultural (como metáfora conceptual del metadato).

- Además para su documentación se han realizado dos experimentaciones para la obtención de una documentación geométrica lo más exacta al original. En concreto se ha utilizado tecnología láser de luz blanca estructurada y láser de triangulación, técnicas más adaptadas a la morfología del bien mueble. Sin embargo, hasta la fecha ninguna de las dos técnicas han podido satisfacer el nivel de detalle que requieren los grabados con respecto a una fotografía.

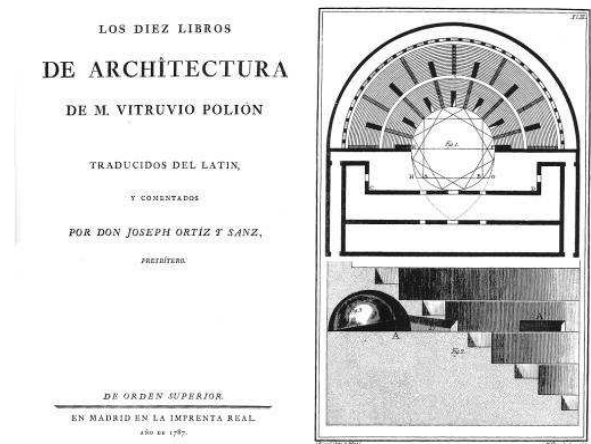


Fig. 3. Lámina de Ortiz y Sanz interpretando a través de la obra de Vitruvio la geometría de la planta de un teatro griego (Ortiz y Sanz, Cap. 8 del Lib. V, pág. 124).

Los autores clásicos persiguieron de igual modo la incorporación de métodos para normalizar y cuantificar la reproducción del paisaje, como las famosas "coordenadas de Ptolomeo" y su relación con la red viaria romana (GÓMEZ, 2005: 35-64). Vitruvio da un paso más, e intenta establecer unos estándares o cánones en su obra "De architectura" dentro de la arquitectura romana que serán respetados y revitalizados en el Renacimiento con Vignola y Palladio. En la traducción de la obra vitruviana de Ortiz y Sanz ya en el siglo XVIII se intenta dignificar su figura en una experimentación de las proporciones de cada monumento romano, "Se han de tomar geoméricamente las plantas y alzados de todos los edificios antiguos [...] enteros o en ruinas" (ORTIZ y SANZ, 1797: 12-14) cuestionando el ensayo de aquellos libros de viajeros y anticuarios que no era sino el prelude del Romanticismo ya que "las imágenes están excesivamente animadas por los golpes de claro y obscuro del pincel" (Ortiz, *Viaje arquitectónico*). Cada una de las aportaciones han constituido un documento único que ha permitido conocer y analizar monumentos patrimoniales ya perdidos. Si bien observamos como ya, a finales del siglo XVIII, el debate entre la diferencia conceptual de restituciones y las reconstituciones estaba ya entonces servido (ORTEGA, 2010: 50-51).

Uno de los problemas o incongruencias que se plantean actualmente son los modos de representación. Cómo es posible que el arquitecto del s. XIX persiguiera un modo de representación buscando la perspectiva isométrica, adecuada al ojo del espectador, y hoy en día que, supuestamente, disponemos de modelos tridimensionales su representación deba reducirse a un espacio bidimensional. Efectivamente el cambio se encuentra en el soporte, este ha sido el verdadero cambio

material con los nuevos soportes digitales. Una mutación de soportes físicos a digitales. A partir de este punto se deriva el resto, ya que inevitablemente si consentimos este cambio los métodos y técnicas sufren una ligera transformación. Estos nuevos soportes buscan otras vías de documentación, valorización y difusión. Es por ello que surgen otros problemas derivados con la gestión y preservación digital. Dichos problemas deben ser reglados en el establecimiento de estándares de gestión que permitan recuperar y entender toda la información registrada. Para este proceso de normalizar y estandarizar existen tres premisas que deberían cumplirse en todas sus formas, buscando una unificación, especificación y simplificación (capítulo 4).

Es necesario abordar con mayor profundidad un *corpus* que articule todos los apartados en cuanto a una normalización de la documentación. Aunque es cierto que existen algunas recomendaciones básicas de organismos nacionales e internacionales como CIPA, ICOMOS, ISPRS, sin embargo será necesario en los próximos años un mayor esfuerzo y consenso entre el grupo de profesionales que definan los procesos, como la Carta de Londres (www.londoncharter.org) y más recientemente la Carta de Sevilla.

(www.arqueologiavirtual.com/cartacarta.php).

4. Propuestas para un futuro: interacción e interoperabilidad con otras disciplinas.

La combinación e interoperabilidad entre sectores, consigue en muchas ocasiones propiciar una innovación como resultado de la aplicación e interacción en la frontera de varias disciplinas. Por ello en la documentación del patrimonio, la adopción de un carácter híbrido entre el conjunto de profesionales que se dedican a la documentación del patrimonio (arquitectos, ingenieros topógrafos, historiadores del arte, arqueólogos) debería constituir una constante y no un reto. De esta manera hay que redefinir y explicar el conjunto de técnicas empleadas en combinación entre varias disciplinas y no ceñirse en único análisis desde una sola perspectiva.

Además de esto resulta interesante observar como los métodos de documentación se han repetido a lo largo de la historia con los mismos objetivos y reproducido en disciplinas totalmente divergentes. No por esta divergencia se debe obviar el estudio de la regulación de estos procesos de documentación. Resulta útil analizar los estándares que regulan cada fase de un proyecto. El conocimiento de la Historia una vez más nos enseña en cómo no repetir planteamientos erróneos.

Del proceso de documentación o registro en la metrología dimensional, dentro de la ingeniería inversa, existen una larga lista de estándares por los que es necesario ceñirse para comprobar la verificación y calidad del proceso (SMITH, VAN LAAN 1987: 17-39). Establecer continuas comparaciones entre métodos de trabajo debería constituirse como un reflejo paralelo. En la industria por ejemplo también se puede extrapolar el término “*as built*” como resultado de la documentación en un período de tiempo concreto del estado de un componente. Salvando las distancias de dos sectores totalmente diferentes, el resultado, si bien, es el mismo para el registro y análisis de cualquier patología estructural. Si analizamos cómo organizar toda esa información generada, los sectores comienzan a converger porque la importancia reside en el dato y el proceso

que se ha empleado. Cómo organizar y gestionar la información tridimensional es la clave al mismo problema. Para ello existen, por ejemplo, programas que organizan información de edificios a través de los BIM (*Building Information Modeling*). Uno de los principales logros, todavía en desarrollo, consiste en la integración de bases de datos no centralizadas relacionadas entre sí a través de metalenguajes, en la denominada *web semántica*. Un ejemplo aplicado a la cartografía es la Infraestructura de Datos Espaciales de España (www.idce.es) como ejemplo del Consejo Superior Geográfico del Ministerio de Fomento.

Dentro del sector de la biblioteconomía los problemas por gestionar la documentación adquieren puntos convergentes con el patrimonio cultural, en cuanto a sus soluciones. El registro en este caso es un compendio de información bibliográfica registrada en una escala dilatada en el tiempo. Pero cómo organizar y gestionar todo esa información continúa siendo el principal objetivo. Desde el sector de la Biblioteconomía y Documentación, Jordi Serra (2008: 19-27) sintetiza los principales problemas de los documentos electrónicos administrativos o de archivo en:

1. La disociación o la independencia del soporte.
2. La virtualidad o la separación de los componentes.
3. La modificabilidad o el carácter dinámico.
4. La obsolescencia o la dependencia de un interfaz tecnológico en perpetua evolución.

En este último apartado es necesario asegurar la perdurabilidad de la información a través de formatos de código abierto que aseguren una compatibilidad a largo plazo. De esta manera resulta incuestionable establecer un conjunto de procedimientos que regulen la gestión no sólo de la información sino de los procesos. Para la mayoría de los autores el problema de la preservación digital es doble, por la perdurabilidad del soporte (únicamente el microfilm es el único soporte que va más allá de 100 años) y por la posible incompatibilidad a largo plazo de lo que se han denominado “formatos propietarios”. En síntesis la preservación digital se plantea más como un problema organizativo que tecnológico donde la responsabilidad institucional debería adquirir un papel clave.

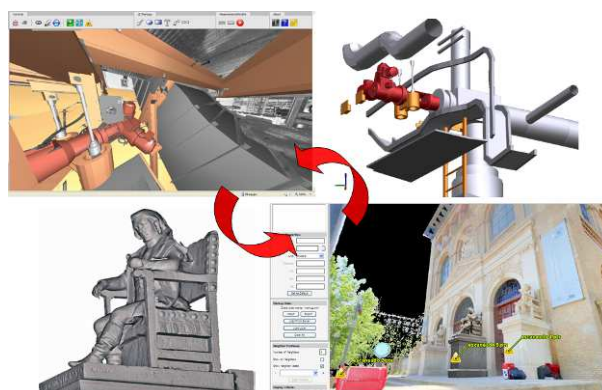


Fig. 4. Interacción de métodos y técnicas con objetivos similares en otras disciplinas ajenas al patrimonio. Proceso de integración en un “web data server” (Generación de un “*as built*” en un complejo industrial y fachada del Paraninfo de la Universidad de Zaragoza).

Como punto de avance el conjunto de procedimientos debería contemplar las siguientes premisas básicas:

- Unificación, a través de bases de datos contemplando ya estándares con formatos muy sencillos del tipo xml o ascii.
- Simplificación, con formatos comunes e intercambiables de software libre fácilmente comprensibles a nivel de usuario del tipo: *.html, *.pdf, *.U3D, *.vrm, *.skp, *.stl.

Contribuyendo a un fácil entendimiento y por consiguiente una mejor conceptualización de la información tridimensional con formatos fácilmente accesibles.

En los últimos años se ha producido el efecto denominado “democratizador” de la sociedad de la información, que permite una amplia difusión y con ello una comprensión de cualquier usuario. Los denominados “open source” han contribuido a esta divulgación. Existen ya congresos específicos dentro del campo arqueológico dirigidos hacia los formatos denominados de código abierto como el *ArcheoFoss 2010. Open Source, Free Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica en Foggia (Italia)*.

Agradecimientos

La documentación geométrica de todos los trabajos representados ha sido realizada por la *Spin Off* de la Universidad de Zaragoza, Scanner Patrimonio e Industria, con la colaboración del Departamento de Ingeniería, Diseño y Fabricación de la Escuela Politécnica Superior de Huesca y el Departamento de Ciencias de la Antigüedad de la Universidad de Zaragoza.

Bibliografía

- ALMAGRO, A. (2004): *Levantamiento Arquitectónico*, Granada. Universidad de Granada.
- ANGÁS, J. (2011): “Valorización, difusión y estandarización de la documentación geométrica del patrimonio”. *Documentación gráfica del Patrimonio, (Publicación digital)*. Ministerio de Cultura, pp. 154-163.
- ANGÁS, J.; JARDI, X.; PONTES, A.; MACH, I.; TARRASA, F.; GARCÍA, M. (2010): “Determinación de elevaciones reales de tuberías para ANAV y CNAT mediante tecnología de escaneo láser 3D”. *Revista de la Sociedad Nuclear Española*, 310, pp. 58-61.
- ANGÁS, J.; SERRETA, A. (2010): “Assessment, dissemination and standardization of geometric data recording of Archaeological Heritage obtained from 3D laser scanning”. *Virtual Retrospect 2009*. CNRS Bordeaux, pp. 190-195.
- GÓMEZ FRAILE, J.M. (2005): “Sobre la antigua Cartografía y sus métodos. Los fundamentos numéricos de la Hispania de Claudio Ptolomeo”. *Iberia*, nº 8, pp. 35-64.
- LODEIRO, J. M. (1995): *Aplicaciones de la topografía en la documentación arquitectónica y monumental*. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía. Madrid.
- ORTEGA VIDAL, J. (2011): “El dibujo del patrimonio y su vida gráfica”. *Documentación gráfica del Patrimonio, (Publicación digital)*. Ministerio de Cultura, pp. 46-63.
- RODRÍGUEZ, A; VALLE, J. M; LOPETEGUI, A. (2007): “Time transcendence, metadata and future utilization in 3D models of point clouds for Heritage elements”. *Virtual Retrospect 2007*. CNRS Bordeaux, pp. 115-123.
- SERRA, J. (2008): *Los documentos electrónicos. Qué son y cómo se tratan*, pp. 19-27.
- SMITH, P; VAN LAAN, T. (1987): “Codes, Standards, and Regulations”. *Piping and pipe support systems. Design and engineering*, pp. 17-39.
- UTRILLA, P. et alii (2009): “A paleolithic map from 13,660 calBP: engraved stone blocks from the Late Magdalenian in Abauntz Cave (Navarra, Spain)”. *Journal of Human Evolution*, vol. 57, pp. 99-111.
- VALLE, J. M. (2007): *Documentación Geométrica del Patrimonio: propuesta conceptual y metodológica*. Tesis doctoral inédita. Universidad de La Rioja.
- VITRUVIO, M.: *Los diez libros De arquitectura*. Traducción y comentarios de José Ortiz y Sanz. Prólogo (2007) de Delfín Rodríguez Ruiz.