



El agua en los paisajes históricos de los Reales Sitios: Aranjuez, El Escorial y La Granja

Pilar Chías
Tomás Abad
Lucas Fernández-Trapa

Resumen

La importancia del agua en los Sitios Reales no se limita a usos esenciales como el abastecimiento, el riego o a su utilización como fuerza motriz de variados ingenios hidráulicos, sino también a sus aspectos lúdicos. Según esto el estudio se aborda desde el punto de vista territorial y paisajístico, y también arquitectónico y funcional; como casos de estudio estamos desarrollando Aranjuez, La Granja de San Ildefonso y El Escorial, por tener características distintivas y un valor patrimonial reconocido. Es la primera vez que se aborda el tema de los recursos hídricos en los Reales Sitios en su conjunto y en sus distintas formas de aprovechamiento, con el objetivo de obtener una documentación y catalogación pormenorizada. Para ello se ha estructurado el trabajo en dos fases: la primera se ha centrado en el estudio detallado, la descripción y la documentación gráfica de todos los elementos relacionados con el agua (presas, redes de canalizaciones, estanques, caces, fuentes, etc.), incluyendo una exhaustiva investigación histórica y geográfica, y el levantamiento y modelado 3D de los más interesantes. En la segunda fase se ha implementado un sistema de información geográfica patrimonial, para lo que hemos redactado la cartografía digital de base y hemos diseñado las bases de datos a asociar a los mapas, así como las consultas (*queries*) a realizar y las principales salidas (*outputs*), entre las que figuran las series cartográficas y las fichas de cada elemento.

Palabras clave

Linazasoro, años setenta, el dibujo a línea en arquitectura. Agua, Reales Sitios, Bases de datos multiformato, SIG Patrimoniales, Series cartográficas.

Topics

Representar



Michel-Ange Houasse
c1720, *El Palacio y la ría
en Aranjuez*. (Patrimonio
Nacional).

Introducción y objetivos

El agua constituye un componente esencial en cualquier asentamiento humano, pero en los Reales Sitios se añade a su estricta funcionalidad una faceta lúdica que ha dado lugar a un interesante y poco conocido conjunto de construcciones realizadas desde finales del siglo XII, coincidiendo con el proceso de repoblación y consolidación de los territorios reconquistados a los árabes al norte del río Tajo.

De esta época datan los conjuntos de puentes, muros de contención, acequias, albercas, presas e ingenios hidráulicos diversos que fueron construidos en los ríos desde la dominación musulmana de la Península, en unos territorios que a partir del siglo XVI fueron albergando el conjunto de los Reales Sitios.

Algunos de estos Sitios se construyeron ex profeso como El Escorial y de La Granja, fundados respectivamente en 1564 y en 1720; pero la mayoría aprovecharon construcciones ya existentes, como sucedió en Aranjuez, que era una Encomienda de la Orden de Santiago que pasó a ser propiedad de la corona en 1487.

El objetivo y el carácter innovador de esta investigación es recuperar la memoria histórica de los paisajes relacionados con el agua en los Reales Sitios en torno a Madrid, y del modo en que se construyeron sus territorios a partir del siglo XVI. Como parte esencial de estos conjuntos se desarrollaron complejos sistemas de abastecimiento y de riego para unos jardines poblados de fuentes y unos cultivos cada vez más sofisticados, que se fueron enriqueciendo sucesivamente con la construcción de otros elementos de carácter lúdico como embarcaderos, templetos historicistas, grutas, etc.; muchos de ellos aún subsisten o su memoria ha quedado preservado en la toponimia.

Para ello estamos implementando un Sistema de Información Geográfica (SIG) patrimonial compatible con los formatos utilizados por el Instituto Español del Patrimonio Histórico -dentro del marco INSPIRE para facilitar la interoperabilidad-, a la vez que hemos diseñado una base de datos multiformato que incluye la geolocalización e indicaciones para acceder, datos históricos, descriptivos, bibliográficos, sobre el tipo de protección, el estado de conservación, etc., además de fotografías y dibujos acotados. Los elementos más relevantes han sido también objeto de levantamientos de precisión.

Este SIG es también pionero por centrarse en los Reales Sitios que gestiona Patrimonio Nacional, y resulta de una gran utilidad tanto en la difusión de un patrimonio construido de gran interés, como en la planificación de actuaciones para su conservación y reutilización.

Precedentes

Sobre los aspectos jurídicos históricos relacionados con el agua en los Reales Sitios la obra de Cos Gayón [1881] es una referencia ineludible, así como Almazán y Duque [1870], que estudió el estado de las fincas de Aranjuez inmediatamente antes de su enajenación.

Sobre los mapas históricos del agua merecen citarse los trabajos de los autores [Chías y Abad 2014; Chías, Abad y Camarero 2018], así como los de Urteaga y Camarero [2014] centrados en la cartografía catastral de la segunda mitad del siglo XIX en los Sitios Reales de La Granja y Riofrío. Sobre las bases de datos vinculadas a los sistemas de información geográfica patrimoniales, a escala urbana destacan Giordano y Love [2018], así como el número monográfico de la revista *disegnarecon* 11(21) de 2018 editada por los mismos autores, que recoge varias experiencias de gran interés; Gómez-Blanco et al [2019] también exponen en la misma revista el interés de integrar los datos de las cartografías históricas en un SIG. Desde la perspectiva de la interoperabilidad dentro del marco y los estándares INSPIRE merecen citarse las publicaciones de los autores [Chías 2004; Chías y Abad 2008; Chías 2014].

Y sobre las posibilidades que ofrecen los sistemas integrados para la difusión del conocimiento del Patrimonio Cultural en Europa, la monografía editada por Brusaporci [2015] merece destacarse. Concretamente sobre el patrimonio en los Sitios Reales han de citarse los trabajos de Chías y D'Amico [2007], Spallone [2015], Papa y d'Agostino [2020] y los recientes de Antuono [2021], entre otros.

Casos de estudio: Reales Sitios de Aranjuez, El Escorial y La Granja de San Ildefonso

Como casos de estudio hemos seleccionado Aranjuez, El Escorial y La Granja de San Ildefonso, porque tienen un valor patrimonial indiscutible: El Escorial es Patrimonio Mundial de la UNESCO desde 1984, Aranjuez es Paisaje Cultural también por la UNESCO desde 2001, y La Granja fue declarado Bien de Interés Cultural en 1925. Por otra parte, el diseño de su relación con el entorno geográfico y con el agua es singular. Aranjuez se sitúa en la fértil vega en la que confluyen los ríos Tajo y Jarama, que está poblada de jardines, huertas y calles arboladas (fig. 01). Salvo en verano, ambos ríos tienen caudal suficiente para mover molinos harineros y serrerías, y aseguran el transporte fluvial de materiales de construcción y la navegación de recreo. Pero las inundaciones causadas periódicamente por las avenidas han tenido consecuencias catastróficas para construcciones y cultivos, como ha quedado detalladamente documentado desde el siglo XVI. La necesidad de aumentar el abastecimiento y el riego en Aranjuez fue resuelta durante el reinado de Felipe II mediante la construcción de la presa o Mar de Ontígola entre 1560 y 1565, según diseño de Juan Bautista de Toledo y de Pieter Jansen (fig. 02). Con el mismo fin, en los siglos posteriores se llevaron a cabo varios proyectos de construcción de minas, entre los que destaca el del arquitecto Juan de Villanueva hacia 1790. En cambio, los Reales Sitios de El Escorial y La Granja se construyeron respectivamente en las laderas meridional y septentrional del Sistema Central, a una altitud de unos 1100 m sobre el nivel del mar y en lugares con fuertes pendientes. En ambos, el agua es abundante todo el año y procede de los arroyos de montaña. Sin embargo, el primero es un imponente Monasterio que fue levantado entre 1563 y 1583 por Felipe II en un paraje solitario y abrupto, mientras el segundo



Fig. 01. Miguel de Heramosilla c1790, *Plano particular del Canal a su paso por Aranjuez. Detalle.* (Centro Cartográfico y de Estudios Geográficos del Ejército, Madrid).



Fig. 02. Ferdinando Brambilla 1832, *Vista de Ontígola*. (Biblioteca Nacional de España, Madrid).



Fig. 03. Anónimo c1740, *Plan Général du Château et des Jardins de Saint Ildefonso*. (Bibliothèque nationale de France, Paris).

fue el lugar elegido por el primer Borbón español para su retiro, y fue construido entre 1720 y 1746 y rodeado de jardines y fuentes según el modelo del palacio francés de Marly (fig. 03). En ambos Reales Sitios se construyó una sofisticada red de abastecimiento de agua con presas, arcas y conductos subterráneos [Chías y Abad 2014] (fig. 04), además de varios estanques a distintas cotas que no sólo se usaban para regar sino también para pescar, celebrar fiestas y naumaquias, e incluso para patinar sobre su superficie helada en invierno, como atestiguaron sucesivos viajeros (fig. 05).

Fig. 04. Anónimo s. XVI, Plano de la traída de aguas al Monasterio desde su nacimiento hasta la Fuente de la Pulga. (Archivo General de Simancas, Valladolid).

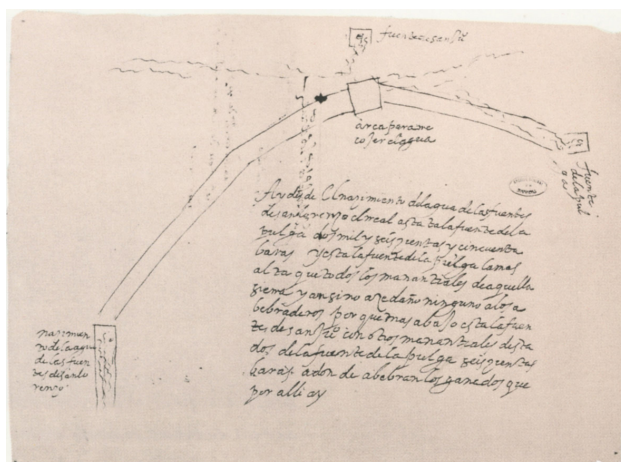


Fig. 05. Fernando Brambilla c1823, Vista de la Galería de convalecencia y estanque de recreo de los Monjes del Real Monasterio de S. Lorenzo. (Patrimonio Nacional).



Metodología

Desde el punto de vista temporal, el estudio abarca desde las primeras noticias de los elementos relacionados con el agua en cada Real Sitio hasta 1865, el año que se produjo la enajenación parcial de los bienes del Patrimonio Real [Cos Gayón 1881] y su privatización parcial supuso un cambio brusco en los usos del territorio y en los paisajes de los Reales Sitios.

Desde una perspectiva geográfica, el ámbito de estudio abarca los territorios que pertenecieron a cada uno de los tres Bosques Reales en el momento de su máxima extensión, hacia 1833. En una primera fase hemos localizado, documentado y levantado los elementos de los Reales Sitios relacionados con el agua. En los archivos españoles -Palacio Real, Monasterio de El Escorial, Simancas, Zabálburu y Archivo Histórico Nacional, principalmente- se conservan numerosos contratos de obra y trazas originales, cuya información se complementa con otros datos procedentes de los informes, de la correspondencia -especialmente de la familia real y de los embajadores- y con los testimonios de los viajeros de todas las épocas. La cartografía histórica ha resultado especialmente interesante por los datos que contiene sobre los distintos elementos y por la toponimia. En concreto, las Hojas Kilométricas levantadas entre 1861 y 1869 por la Junta General de Estadística para elaborar los catastros de rústica y de urbana [Urteaga, Camarero 2014] (fig. 06), nos han servido para dibujar la cartografía digital de base a escala 1:2.000 a la que hemos vinculado posteriormente los datos de cada uno de los elementos estudiados. A través de un identificador y de la georreferenciación, cada elemento -existente o desaparecido- se localiza de forma unívoca y precisa en la base cartográfica (fig. 07). La información obtenida de las fuentes históricas se ha comprobado durante el trabajo de campo, lo que ha permitido constatar tanto su fiabilidad como su localización exacta, características y estado de conservación (fig. 08). En paralelo hemos diseñado unas bases de datos multiformato que contienen la información histórica obtenida durante la primera fase de la investigación (fecha de construcción, arquitecto, etc.), así como una descripción completa del elemento, sus materiales y técnicas constructivas, sus dimensiones, los espacios interiores y los usos, además de su estado de conservación. También se han incluido datos de situación y del tipo de protección que le afecta, así como una completa bibliografía. Esta información se muestra de forma sintética en las fichas que se obtienen a través de las consultas a las bases de datos (fig. 09). Desde el punto de vista de la información gráfica, se han realizado dos tipos de dibujos de acuerdo con la importancia de cada elemento. Todos ellos se han levantado utilizando los métodos directos tradicionales (cinta métrica, distanciómetro láser, fotogrametría), y sólo en los casos excepcionalmente interesantes se ha recurrido al escáner láser o incluso a un dron. Uno de estos casos singulares ha sido el Estanque de los Frailes en el Monasterio de El Escorial (fig. 10), que hemos levantado recurriendo a métodos de precisión cuando fue vaciado recientemente para realizar una de sus limpiezas periódicas (Fig. 11).

Fig. 06. Junta General de Estadística 1861-1869, *Topografía Catastral de España*, escala 1:2.000. San Lorenzo de El Escorial, Hoja 5H. Muestra la Presa del Romeral. (Instituto Geográfico Nacional, Madrid).

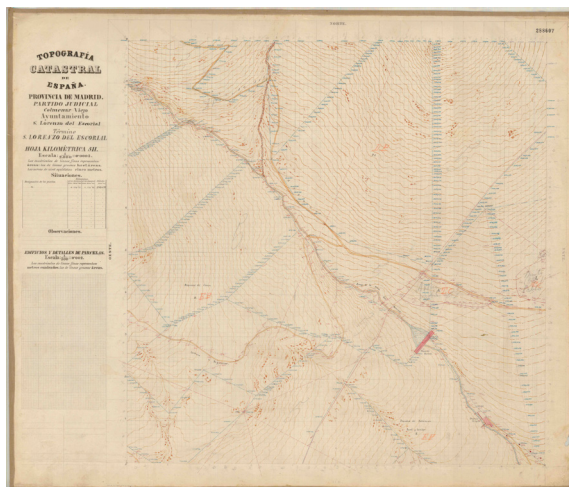


Fig. 07. (Pilar Chías y Tomás Abad 2015). *Topografía original y actual*. Municipios de San Lorenzo de El Escorial y El Escorial.

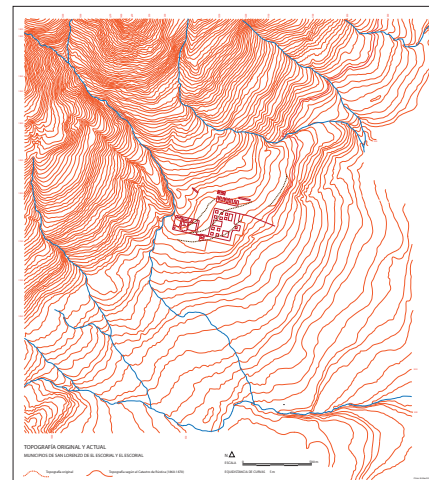


Fig. 08. Las tres presas de El Romeral: delante de la presa recrecida de Juan de Villanueva (s. XVIII) se aprecian los restos de la primitiva de Juan de Herrera (s. XVI). La imagen está tomada desde la presa de Repullés (1899). (Fotografía T. Abad, 2022)

En este caso se utilizó un escáner láser Leica BLK 360 que ha permitido:

- comprobar la precisión de los levantamientos generales realizados previamente por Cervera Vera [1985];
- verificar la precisión de los datos métricos obtenidos por fotogrametría por medio de un dron por Patrimonio Nacional;
- y dibujar a las escalas 1:50 y de detalle el conjunto del Estanque con el despiece de la sillería y de todos los elementos que lo integran, como los desagües, la balaustrada, el ándito, la escalera a la huerta, etc.

SPANISH ROYAL WOODS CULTURAL HERITAGE

inspireID 52-0000129-0000 siteName LA CACHICANÍA

LOCATION

geometry N40 34 54.3 W 4 7 35.1
siteDesignation MONASTERY OF SAN LORENZO DE EL ESCORIAL
siteDescription ICOMOS-UNESCO World Heritage List no. 318: 1984, Novembre 12
 Monumento Nacional: Decreto 1931, June 3
 Bien de Interés Cultural (Territorio histórico y entorno de protección): Decreto 52/2006, June 15



PROTECTION

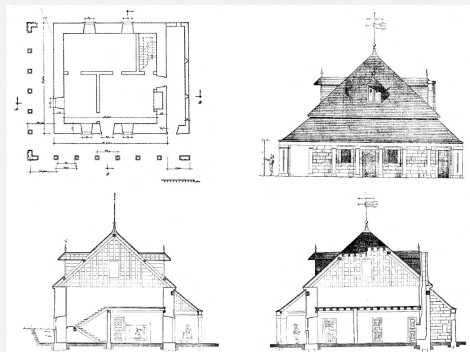
siteProtectionClassification Monument **siteManagementPlan** Patrimonio Nacional-Plan 2013-2016
type Architecture **ownership** Patrimonio Nacional **officialsiteArea** 1 ha
legalFoundationDate 1931 **legalFoundationDocument** BOCM n0. 146, 2006, June 21

HISTORY

Date 1596 **Style** Herrerian **References** AGP San Lorenzo, Sección 8, Leg. 2; ROTONDO 1863, 193; CERVERA VERA 1949, 215-231.
Author Architect Francisco de Mora

Short History The house of the orchard's keeper in the Monastery was built at the end of the construction of the main building, as an auxiliary building inside the wall.

DESCRIPTION



ns

Description
 Two storey mall building made of granite ashlar. Square plan 40 x 40 feet (11,15 x 11,15 cm. inner area ca. 127,5 cm2. Ground floor with three small rooms and a wooden staircase. Upper floor conformed by a single space. Porch on the East and South sides, 9 feet wide, with monolithic granite pillars. Gablet slate stone roof with four dormers. Well preserved.

Fig. 09. (Pilar Chías y Tomás Abad 2015). Ficha correspondiente a la Cachicanía en la huerta del Monasterio de El Escorial (1596).

Resultados y conclusiones

La combinación de métodos para el conocimiento y la difusión del Patrimonio resulta especialmente eficaz si se integran en Sistemas de Información Geográfica, ya que éstos son capaces de almacenar, relacionar y gestionar datos de muy distinto formato y procedencia (alfanuméricos, imágenes históricas y actuales, mapas y planos, dibujos, etc.). En los estudios de ámbito territorial, como el que estamos desarrollando en los Reales Sitios en España,

Fig. 10. (Pilar Chías y Tomás Abad). Levantamiento de la zona del Estanque de los Frailes realizado con un escáner láser Leica P40 antes de ser vaciado, marzo de 2021.

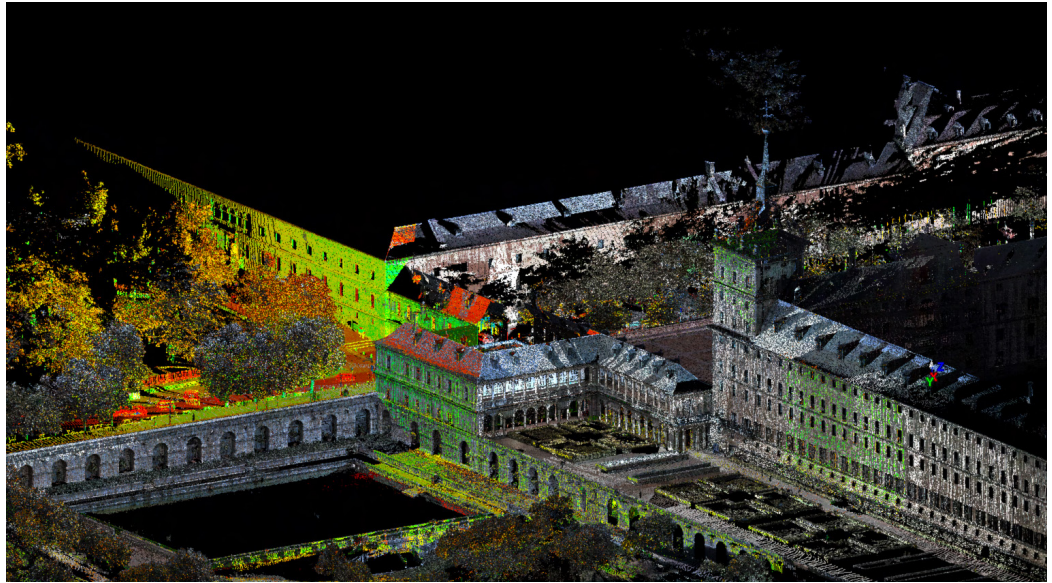
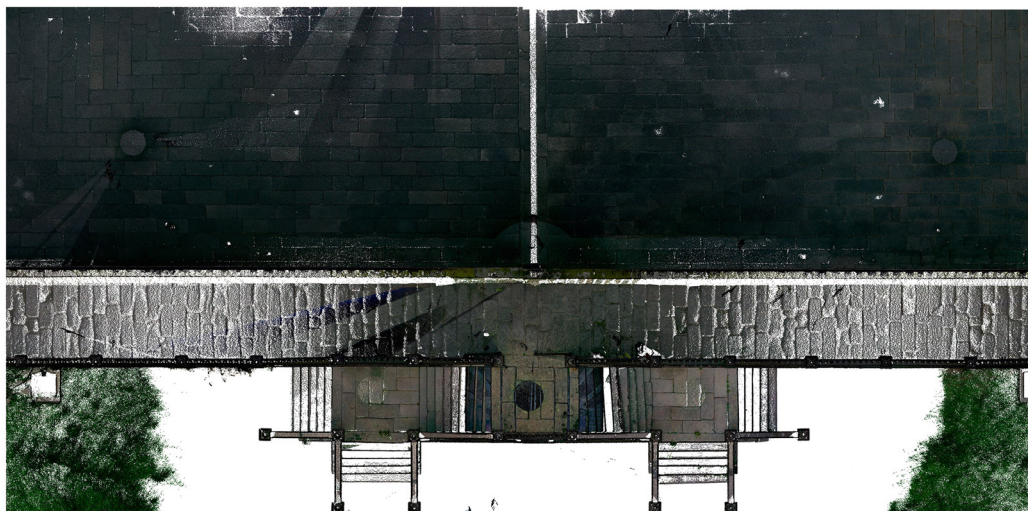


Fig. 11. El Estanque de los Frailes vacío, mostrando la excepcional calidad del despiece de sillería de granito del fondo original, de los paramentos y del ándito. (Fotografía T. Abad 2021)



los Sistemas de Información Geográfica han demostrado ser un medio fundamental para la difusión y la gestión del patrimonio construido, pero también de aquellos elementos de los que apenas quedan vestigios o sólo pueden ser recordados a través de la toponimia [Chías, Abad y Camarero 2018], cuya memoria y localización han sido recuperados. En estos casos, y a diferencia de lo que sucede con los modelos 3D en los que se basan los sistemas de información de los edificios -que constituyen la base de los Planes Directores y que pueden diseñarse utilizando un sistema cerrado de coordenadas relativas-, en los SIG el uso de coordenadas geográficas absolutas, la compatibilidad de formatos y la consideración de los errores admisibles respecto a otras bases de datos patrimoniales, resultan imprescin-

Fig. 12. Pilar Chías, Tomás Abad y Manuel de Miguel: Escaneo del Estanque de los Frailes vacío, mostrando el desagüe principal y los laterales, el ándito perimetral y la escalera de bajada a la huerta, diciembre de 2021 (Detalle del sector oriental).



dible para facilitar la interoperabilidad. Ésta ha sido una de las prioridades desde el principio para facilitar la conexión con otras bases de datos patrimoniales regionales o estatales. Por último, la posibilidad de facilitar el acceso a las bases de datos a un público amplio que pueda formular consultas (*queries*) tanto a las bases cartográficas como a las alfanuméricas y multiformato, o a ambas a la vez, proporciona una herramienta esencial para la difusión "a medida" del conocimiento del patrimonio [Chías 2004].

Agradecimientos

Agradecemos a Patrimonio Nacional y a la Comunidad Agustina del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial las facilidades que nos han brindado para llevar a cabo esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Almazán y Duque, J. (1870). *Informe sobre la enajenación del patrimonio de Aranjuez*. Madrid, Imprenta de Rojas.
- Antuono, G. (2021). Sistemi e modelli integrati di conoscenza e visualizzazione. Il 'Bosco' Del Real Sito di Portici. In Arena, A. et al (eds) *Connettere. Un disegno per annodare e tessere*. Milano, Franco Angeli, pp. 1942-1951.
- Brusaporci, S. (ed) (2015). *Handbook of research on emerging digital tools for architectural surveying, modeling and representation*. IGI Global.
- Cervera Vera, L. (1985). El estanque de la huerta del monasterio escorialense. In *Arquitectura*, 253, pp. 62-67.
- Chías, P. (2004). *La imagen de los fenómenos geográficos en un sistema de información geográfica*. Madrid, Cuadernos del Instituto Juan de Herrera, ETSAM.
- Chías, P. (2007). A GIS in Cultural Heritage based upon multiformat databases and hypermedial personalized queries. In *ISPRS Archives*, pp. 222 - 226.
- Chías, P. (2014). In Fernández Freire, C., Parcero-Oubiña, C. Uriarte, A. (eds) *A Data Model for Cultural Heritage within INSPIRE*. Madrid, CSIC.
- Chías, P., D'Amico, F. (2006). Un SIG 3D hipermedial: nuevas tecnologías aplicadas al conocimiento y difusión del Patrimonio Arquitectónico. In Bini, M. Bertocci, S. Mecca, S. (eds) *Documentation for Conservation and Development. New Heritage Strategies for the Future*. Firenze, Edifir Edizioni, p. 61.
- Chías, P. Abad, T. (2008). A GIS in Ancient Cartography. *3rd International Workshop – ICA Commission on Digital Technologies in Cartographic Heritage*. Institut Cartogràfic de Catalunya, pp. 290 - 296.
- Chías, P. Abad, T. (2014). La construcción del entorno del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial. Agua, territorio y paisaje (IC-14-027). *Informes de la Construcción*, 66(536), pp. 1-12. < <http://dx.doi.org/10.3989/ic.14.027> > (consultado el 12 febrero de 2022).
- Chías, P., Abad, T., Camarero, C. (2018). Mapping the Spanish Royal Sites. In *Madrid2018 Conference Proceedings, Auth Geo-Lab*, pp. 20-28.

Cos G, F. (1881). *Historia jurídica del Patrimonio Real*. Madrid, Imprenta de Enrique de la Riva.

Gómez-Blanco, A. et al (2019), An unpublished Cartography of Granada (Spain) from the beginning of the 20th century: Bases for its data integration in a GIS. In *Disegnarecon*, 12(22), pp. 1-12. <<https://doi.org/10.20365/disegnarecon.22.2019.7>> (consultado el 12 febrero de 2022).

Giordano, A., Love Huffman, K. (2018). Advanced Technologies for Historical Cities Visualisation. In *Disegnarecon*, 11(21), pp. 1-3. <https://doi.org/10.20365/DISEGNARECON.21.2018.ED> (consultado el 12 febrero de 2022).

Papa, L. M., D'Agostino, P. (2020), Un proceso integrado di conoscenza e visualizzazione. Il castello della Reggia di Portici. In Arena, A. et al (eds) *Connettere. Un disegno per annodare e tessere*. Milano, Franco Angeli. <<https://doi.org/10.3280/oa-548.138>> (consultado el 12 febrero de 2022).

Spallone, R. (2015). Digital reconstruction of demolished architectural masterpieces, 3D modeling, and animation: the case study of Turin Horse Racing by Mollino. In Brusaporci, S. (a cura di) *Handbook of research on emerging digital tools for architectural surveying, modeling and representation*. IGI Global, pp. 476-509.

Urteaga, L., Camarero, C. (2014). Los planos de los Sitios Reales españoles formados por la Junta General de Estadística (1861-1869). In *Scripta Nova*, 482 (2014). <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-482.htm>> (consultado el 20 de junio de 2016).

Autores

Pilar Chías, Department of Architecture, Universidad de Alcalá, pilar.chias@uah.es

Tomás Abad, Department of Architecture, Universidad de Alcalá, tomas.abad@uah.es

Lucas Fernández-Trapa, Bauen-kunst-werkstoffe (Architektur), Hochschule Koblenz, fernandez@hs-koblenz.de

Para citar este capítulo: Chías Pilar, Abad Tomás, Fernández-Trapa Lucas(2022). El agua en los paisajes históricos de los Reales Sitios: Aranjuez, El Escorial y La Granja/Water in the Historic Landscapes of the Spanish Royal Sites: Aranjuez, El Escorial and La Granja. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 391-410.



Water in the Historic Landscapes of the Spanish Royal Sites: Aranjuez, El Escorial and La Granja

Pilar Chías
Tomás Abad
Lucas Fernández-Trapa

Abstract

The importance of water in the Royal Sites is not limited to supply, irrigation, or to be a driving force for hydraulic devices, as it also involves many ludic aspects. Henceforth, our research focuses on the territorial and landscape contexts, as well as on the architectural and functional features. As case studies we chose Aranjuez, La Granja de San Ildefonso and El Escorial, because of their distinct characteristics and recognised heritage values. It is the first time that water is studied in the Spanish Royal Sites from a holistic perspective, aiming to collect the existing documentation, and to catalogue all their conforming elements. With this aim, methodology was structured into two phases: the first stage focused on the detailed study and analysis of every element related to water (dams, piping networks, ponds, canals, fountains, etc.), including exhaustive historic and geographic studies, and an accurate survey and a 3D model of the most relevant ones. At a second stage, we implemented a Geographic Information System (Heritage GIS). For this purpose, we produced a digital cartographic basis, and designed the corresponding databases considering the most interesting set of queries, and other outputs as map series and individual records of the outstanding elements.

Keywords

Water, Royal Sites, Multiformat Databases, Heritage GIS, Map Series

Topics

Representing



Michel-Ange Houasse
c1720, *The Royal Palace
and the branch of the Tago
River in Aranjuez.* (Patri-
monio Nacional).

Introduction and main targets

Water is an essential element of every human settlement. As a result of its various uses many utilitarian buildings and devices -mills, canals, waterwheels, dikes, jetties, etc.- were built over the centuries. However, some special sites as the Royal estates, show the playful side of nature as a design purpose of special relevance.

In the Iberian Peninsula, the Roman and Muslim cultural heritage left their imprint on the landscapes of water in the form of an outstanding set of constructions. Moreover, the surroundings of Madrid between Segovia and Toledo displayed an interesting building activity from the 12th century onward during the "Reconquest", when Christians, Jews and Muslims coexisted. Such outstanding water heritage remains both physically, and in the toponymy, as well as in the local tradition. It is composed by bridges, retaining walls and dams, canals and galleries, ponds and reservoirs, mills, and many other hydraulic devices.

Since the 16th century, water heritage became a property of the Crown and was integrated into the Royal Sites. However, lands forming part of the royal woods were either bought or inherited. El Escorial and La Granja correspond to the first group, and were built respectively 1564 and 1720, while most royal estates reused and enlarged old Medieval properties. Aranjuez must be stressed as an outstanding example because it was a former palace and *Encomienda* of the Order of Santiago inherited by King Fernando el Católico in 1487.

The main innovative target of our research aims to recover the historic memory of the landscapes of water in the Spanish Royal Sites around Madrid, focusing on how they were built since the 16th century. Obviously, complex systems for water supply and sewage were developed to allow life at the palaces, and to maintain the watering of highly sophisticated gardens and crops, and pressure of water jets. The increasing demand for ludic sceneries and entertainments resulted in the construction of jetties, the moat walls of mocked historicist fortresses, boathouses, grottoes, etc. Some are still preserved, while other are kept in the toponymy and the local tradition. To this end we are implementing a Heritage Geographic Information System (HGIS) that is compatible and interoperable with the GIS formats and INSPIRE standards in use by Instituto Español del Patrimonio Histórico (Spanish Institute for Cultural Heritage). We designed a multiformat database including geolocation, information of access, historic data, a detailed description, main references, protection category, state of conservation, pictures and photographs, and dimension drawings. Most relevant elements were accurately surveyed. Such HGIS is also pioneer because of its application area that covers the Royal Sites depending on Patrimonio Nacional since 1940. Thus, such tool becomes particularly useful for site management, for planning heritage preservation, and for spreading such interesting and unknown built heritage.

Precedents

Historic legal issues related with water landscapes in the Royal Sites were analysed by Cos Gayón [1881], whose work is still a reference, and by Almazán y Duque [1870], who defined the limits and content of each estate of the Royal Site in Aranjuez before the alienation of royal properties. Ancient cartography of water has been studied by Chías and Abad [2014], and by Chías, Abad and Camarero [2018]. Works by Urteaga and Camarero [2014] focused on cadastral maps in the second half of the 19th century of the Royal Sites of La Granja and Riofrío. Databases to implement HGIS at an urban scale were studied by Giordano and Love [2018], and the monographic issue of *disegnarecon* 11(21) of 2018 edited by both researchers must be highlighted because of the highly topical case studies. Among them, Gómez-Blanco et al [2019] show the importance of integrating data from ancient cartography into a GIS. From the perspective of interoperability and INSPIRE standards, works by Chías and Abad [Chías 2004; Chías y Abad 2008; Chías 2014] should be stressed. The possibilities offered by integrated TIC systems to diffuse the knowledge of European Heritage were deeply studied in the monograph book edited by Brusaporci [2015]. Focusing on the European Royal Sites, Chías and D'Amico [2007], Spallone [2015], Papa and d'Agostino [2020], and recently by Antuono [2021], must be cited among many other.

Case studies: Royal Sites of Aranjuez, El Escorial and La Granja de San Ildefonso

Universal values of Aranjuez landscapes and the monastery and Site of El Escorial were stressed by UNESCO as World Heritage Sites in 2001 and 1984 respectively, while the importance of La Granja was noticed as early as 1925, when was listed as a *Bien de Interés Cultural* (Site of Outstanding Cultural Interest) by the Spanish Government. However, their relationships with the surrounding landscapes followed different design criteria. Aranjuez is located on the fertile lowland area at the confluence of the rivers Tajo and Jarama, covered with gardens, orchards and tree-lined streets (fig. 01).

Except in the summertime, both rivers have enough of a water flow for timber transport and pleasure navigation. In contrast, periodical floods had catastrophic consequences for buildings and crops, as many written documents and designs proved since the 16th century. The need for water supply and irrigation was solved in Aranjuez as early as the 16th century, when King Felipe II decided to build Mar de Ontígola, a big dam designed by Juan Bautista de Toledo and Pieter Jansen in 1560 (fig. 02). In order to add to and strengthen this, mine construction was a priority in the centuries that followed. By contrast, the Royal Sites of El Escorial -built by King Felipe II between 1563 and 1583- and La Granja -built by King Felipe V between 1720 and 1746 (Fig. 03)- were placed on the steep slopes of the Guadarrama mountain range, around 1100 m above sea level. Both are surrounded by beautiful gardens, irrigated by the Mountain streams that provide permanent water flow that fill reservoirs and ponds, and feed water jets.



Fig. 01. Miguel de Her-
mosilla c1790, *Plan of the
Canal through Aranjuez*.
Detail. (Centro Carto-
gráfico y de Estudios
Geográficos del Ejército,
Madrid).



Fig. 02. Ferdinando Brambilla 1832, *Overall view of Ontígola*. (Biblioteca Nacional de España, Madrid).

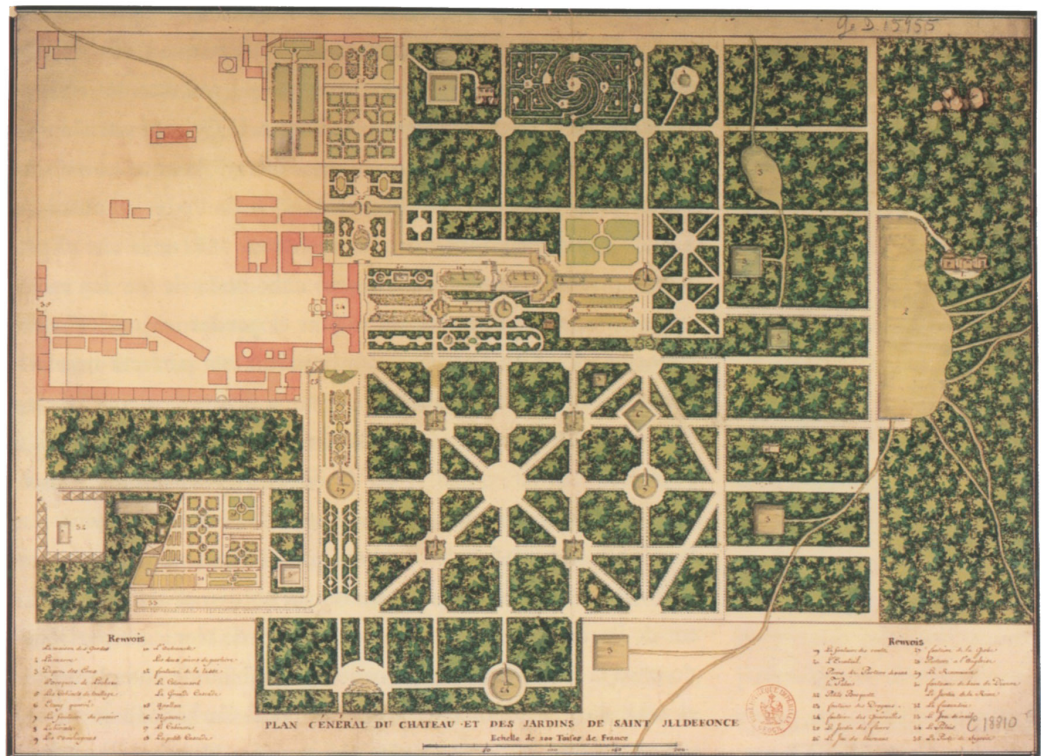


Fig. 03. Anónimo c1740, *Plan Général du Château et des Jardins de Saint Ildefonse*. (Bibliothèque nationale de France, Paris).

A highly sophisticated water supply network was built, composed by dams, reservoirs and underground piping [Chías y Abad 2014] (fig. 04) located at different heights on the slopes. They were used by the Court for fishing, as scenarios for naumachias, for celebrations, and for skating in winter (fig. 05).

Fig. 04. Anonymous 16th century, Plan of the Monastery's water supply from the source in Abantos to the fountain of la Pulga. (Archivo General de Simancas, Valladolid)

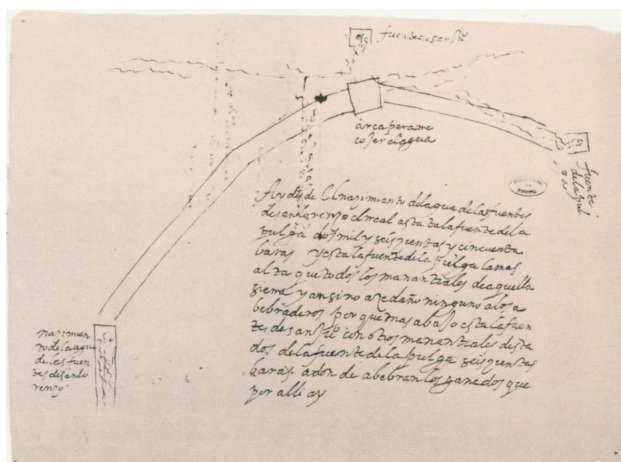


Fig. 05. Fernando Brambilla c1823, View of the Gallery of Convalescents and the pleasure pond of the friars at the Royal Monastery of San Lorenzo in El Escorial. (Patrimonio Nacional).



Methodology

From the time perspective, our study comprises almost five centuries, from the first documented news of the construction in each royal site, until 1865, when took place the partial sale of the Royal estates [Cos Gayón 1881] and a sudden change in land uses and water landscapes was experienced. From the geographic perspective, the study area extends to the Royal Woods when they reached their maximum size in 1833. At a first stage we made an intensive documentary search for every element related to water. Spanish archives as the one in the Palacio Real, the Monastery of El Escorial, in Simancas, Zabálburu and Archivo Histórico Nacional, keep the original works contracts, whose information was completed with data from contemporary reports, from the correspondence of the Royal family and the ambassadors, and from travellers' descriptions along four centuries. Ancient maps are particularly interesting because of geographic data and toponymy. The set of *Hojas Kilométricas* (kilometric sheets) produced between 1861 and 1869 by the Junta General de Estadística are particularly interesting because they served to draw the Spanish rural and urban cadastral maps [Urteaga y Camarero 2014] (fig. 06). We used them to draw the digital map scale 1:2,000 that was the cartographic basis for the HGIS. By means of a georeferenced ID, each still existing or lost element is uniquely identified and precisely located on the digital map (fig. 07). Information provided by historic sources was checked during fieldwork, in order to determine their veracity, their exact location, and their characteristics and state of preservation (fig. 08). In parallel we designed a multifformat database that integrate all the historic information (date of construction, architect, etc.), and a full description of each element, building materials and construction techniques, dimensions, indoor spaces and uses, state of preservation and type of protection. Location and access data, and bibliographic references are also included. Database queries provide interesting outputs as map series and individual records of the outstanding elements (fig. 09). From the perspective of the graphic result, we produced two kinds of drawings depending on the relevance of each element. Surveys were done using direct measuring (with measuring tape, a laser device and photogrammetric techniques), and only in the particularly interesting case studies a scanner laser device and a drone were used. Among these, the Friars' Pond in the Monastery of El Escorial (fig. 10) was accurately surveyed when it was completely emptied in September 2021 for cleaning purposes (fig. 11). In this occasion we used a scanner laser Leica BLK 360 that permitted:

- Firstly, to check the accuracy of previous surveys by Cervera Vera [1985].
- Secondly, to check dimensional accuracy of measurements taken by Patrimonio Nacional by photogrammetric methods by means of a drone.
- And thirdly, to draw at scales 1:50 and at level of detail the whole area surrounding the Pond, producing individual part drawings of each component (drainage, balustrade, perimeteral corridor, staircase to the orchard, etc.)

Fig. 06. Junta General de Estadística 1861-1869, Cadastral Topography of Spain, scale 1:2,000, San Lorenzo de El Escorial, Sheet 5H. It shows the Presa del Romeral. (Instituto Geográfico Nacional, Madrid).

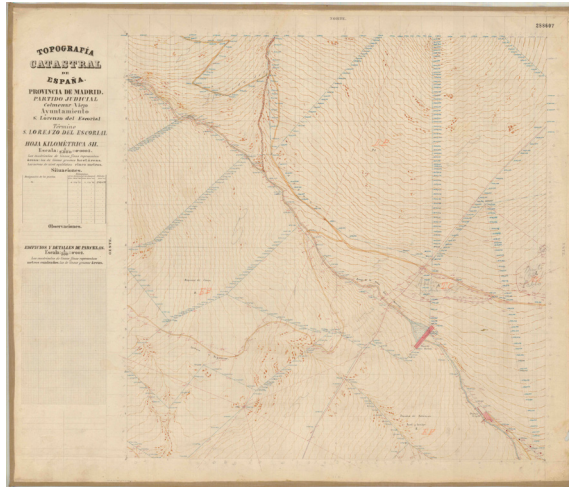


Fig. 07. (Pilar Chías and Tomás Abad 2015). Former and current topography. Municipalities of San Lorenzo de El Escorial and El Escorial.

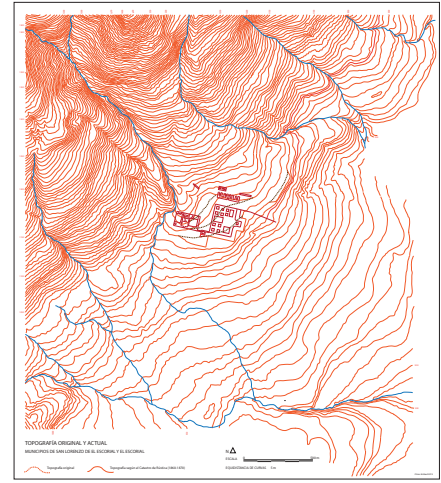


Fig. 08. The three dams of El Romeral: before the one by Juan de Villanueva, built in the 18th century, stands the former dam wall by Juan de Herrera (16th century). The picture was taken from the crest of the dam by Repullés (1899). (Photograph by T. Abad, 2022)



Results and conclusions

The combination of methods applied to the knowledge and dissemination of Cultural Heritage proved to be particularly efficient when are integrated into a HGIS. It is mainly due to their capability for managing data of various formats and sources, as alphanumeric data, historic and current photos and images, maps and plans, drawings, etc. Studies that cover a wide area as the water landscapes of the Royal Sites in Spain, can be developed successfully by using a GIS methodology, as useful tools to spread the knowledge, to manage such outstanding built heritage, and to plan future actions. Moreover, elements that can hardly be found, of which remain little evidence, can only be remembered in the toponymy [Chías, Abad y Camarero 2018]. Significant differences between HBIM strategies based on 3D models and GIS methodologies must be noted. HBIM becomes the basis for designing a building master

plan, that references each architectural feature according to relative coordinates. By contrast, HGIS works with the international coordinate system, and can be easily interoperable with other GIS to facilitate their combined use. Highly compatible formats, and agreements on maximum permissible errors with respect to other related databases, are essential to connect with other HGIS initiatives. Finally, accessibility to databases becomes a keypoint. A broad public should be able to access databases and raise customised queries, as the best way to involve society as a first step to make the most of our heritage [Chías 2004].

SPANISH ROYAL WOODS CULTURAL HERITAGE

| | | | |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| inspireID | 52-0000129-0000 | siteName | LA CACHICANÍA |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------|

LOCATION

geometry N40 34 54.3 W 4 7 35.1

siteDesignation MONASTERY OF SAN LORENZO DE EL ESCORIAL

siteDescription ICOMOS-UNESCO World Heritage List no. 318: 1984, Novembre 12
Monumento Nacional: Decreto 1931, June 3
Bien de Interés Cultural (Territorio histórico y entorno de protección): Decreto 52/2006, June 15



PROTECTION

siteProtectionClassification Monument

siteManagementPlan Patrimonio Nacional-Plan 2013-2016

type Architecture

ownership Patrimonio Nacional

officialsiteArea 1 ha

legalFoundationDate 1931

legalFoundationDocument BOCM n.º. 146, 2006, June 21

HISTORY

Date 1596

Style Herrerian

Author Architect Francisco de Mora

Short History The house of the orchard's keeper in the Monastery was built at the end of the construction of the main building, as an auxiliary building inside the wall.

References

AGP San Lorenzo, Sección 8, Leg. 2; ROTONDO 1863, 193; CERVERA VERA 1949, 215-231.

DESCRIPTION







Description

Two storey mall building made of granite ashlar. Square plan 40 x 40 feet (11,15 x 11,15 cm. inner area ca. 127,5 cm2. Ground floor with three small rooms and a wooden staircase. Upper floor conformed by a single space. Porch on the East and South sides, 9 feet wide, with monolithic granite pillars. Gabled slate stone roof with four dormers. Well preserved.

Fig. 09. (Pilar Chías and Tomás Abad 2015). Record of the Cachicanía (house for the orchard's keeper) in the Monastery of El Escorial (1596).

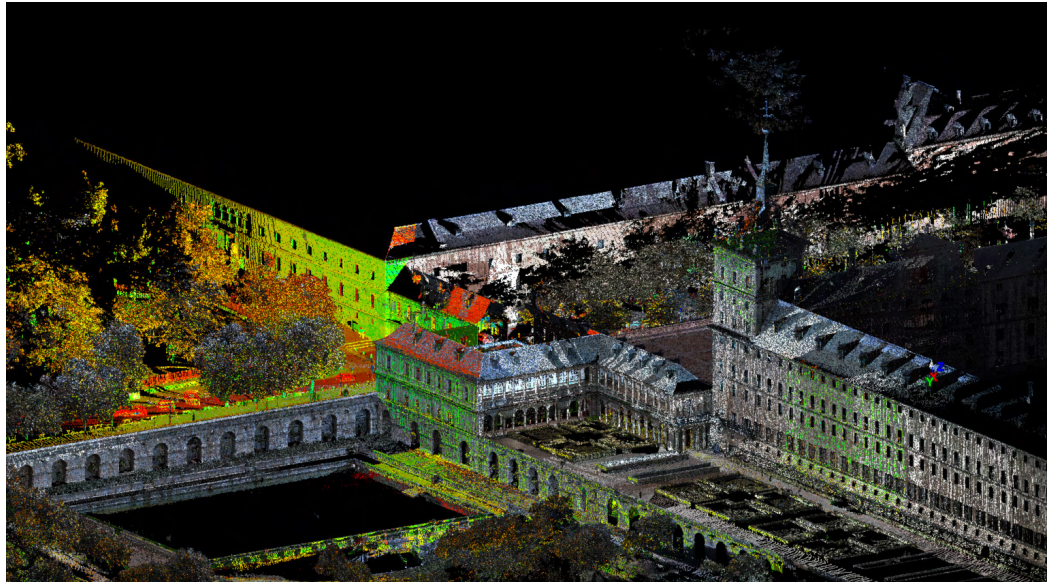


Fig. 10. (Pilar Chías and Tomás Abad). Survey of the Friars' Pond area using a scanner laser Leica P40, prior to be emptied March 2021.



Fig. 11. The empty Friars' Pond showing the exceptional quality of the 16th century granite masonry covering walls and bottom (Photograph T. Abad 2021)

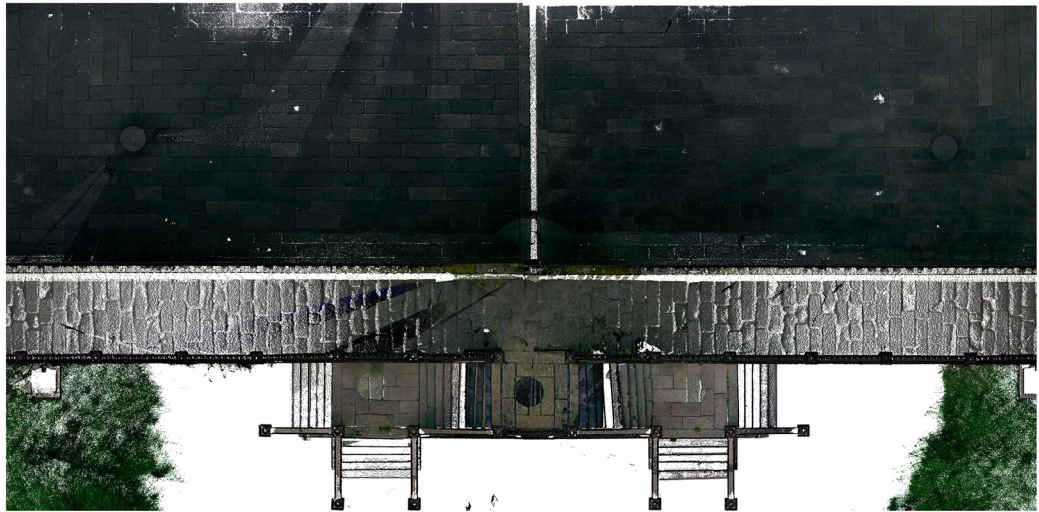


Fig. 12. Pilar Chías, Tomás Abad and Manuel de Miguel: Survey of the emptied Friars' Pond, showing the drainages, the perimetral corridor and the staircase leading to the orchard, December 2021 (Detail of the western area).

Acknowledgements

We would like to thank Patrimonio Nacional and Augustinian community of the Monastery of San Lorenzo de El Escorial for their help and interest shown in our research.

References

- Almazán y Duque, J. (1870). *Informe sobre la enajenación del patrimonio de Aranjuez*. Madrid, Imprenta de Rojas.
- Antuono, G. (2021). Sistemi e modelli integrati di conoscenza e visualizzazione. Il 'Bosco' Del Real Sito di Portici. In Arena, A. et al (eds) *Connettere. Un disegno per annodare e tessere*. Milano, Franco Angeli, pp. 1942-1951.
- Brusaporci, S. (ed) (2015). *Handbook of research on emerging digital tools for architectural surveying, modeling and representation*. IGI Global.
- Cervera Vera, L. (1985). El estanque de la huerta del monasterio escurialense. In *Arquitectura*, 253, pp. 62-67.
- Chías, P. (2004). *La imagen de los fenómenos geográficos en un sistema de información geográfica*. Madrid, Cuadernos del Instituto Juan de Herrera, ETSAM.
- Chías, P. (2007). A GIS in Cultural Heritage based upon multiformat databases and hypermedial personalized queries. In *ISPRS Archives*, pp. 222 - 226.
- Chías, P. (2014). In Fernández Freire, C., Parcero-Oubiña, C. Uriarte, A. (eds) *A Data Model for Cultural Heritage within INSPIRE*. Madrid, CSIC.
- Chías, P., D'Amico, F. (2006). Un SIG 3D hipermedial: nuevas tecnologías aplicadas al conocimiento y difusión del Patrimonio Arquitectónico. In Bini, M. Bertocci, S. Mecca, S. (eds) *Documentation for Conservation and Development. New Heritage Strategies for the Future*. Firenze, Edifir Edizioni, p. 61.
- Chías, P. Abad, T. (2008). A GIS in Ancient Cartography. *3rd International Workshop – ICA Commission on Digital Technologies in Cartographic Heritage*. Institut Cartogràfic de Catalunya, pp. 290 - 296.
- Chías, P. Abad, T. (2014). La construcción del entorno del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial. Agua, territorio y paisaje (IC-14-027). *Informes de la Construcción*, 66(536), pp. 1-12. <<http://dx.doi.org/10.3989/ic.14.027>> (consultado el 12 febrero de 2022).
- Chías, P., Abad, T., Camarero, C. (2018). Mapping the Spanish Royal Sites. In *Madrid2018 Conference Proceedings, AUth Geo-Lab*, pp. 20-28.
- Cos G, F. (1881). *Historia jurídica del Patrimonio Real*. Madrid, Imprenta de Enrique de la Riva.
- Gómez-Blanco, A. et al (2019), An unpublished Cartography of Granada (Spain) from the beginning of the 20th century: Bases for its data integration in a GIS. In *Disegnarecon*, 12(22), pp. 1-12. <<https://doi.org/10.20365/disegnarecon.22.2019.7>> (consultado el 12 febrero de 2022).
- Giordano, A., Love Huffman, K. (2018). Advanced Technologies for Historical Cities Visualisation. In *Disegnarecon*, 11(21), pp. 1-3. <https://doi.org/10.20365/DISEGNARECON.21.2018.ED> (consultado el 12 febrero de 2022).
- Papa, L. M., D'Agostino, P. (2020), Un proceso integrado di conoscenza e visualizzazione. Il castello della Reggia di Portici. In Arena, A. et al (eds) *Connettere. Un disegno per annodare e tessere*. Milano, Franco Angeli. <<https://doi.org/10.3280/oa-548.138>> (consultado el 12 febrero de 2022).
- Spallone, R. (2015). Digital reconstruction of demolished architectural masterpieces, 3D modeling, and animation: the case study of Turin Horse Racing by Mollino. In Brusaporci, S. (a cura di) *Handbook of research on emerging digital tools for architectural surveying, modeling and representation*. IGI Global, pp. 476-509.
- Urteaga, L., Camarero, C. (2014). Los planos de los Sitios Reales españoles formados por la Junta General de Estadística (1861-1869). In *Scripta Nova*, 482 (2014). <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-482.htm>> (consultado el 20 de junio de 2016).

Authors

Pilar Chías, Department of Architecture, Universidad de Alcalá, pilar.chias@uah.es
Tomás Abad, Department of Architecture, Universidad de Alcalá, tomas.abad@uah.es
Lucas Fernández-Trapa, Bauen-kunst-werkstoffe (Architektur), Hochschule Koblenz, fernandez@hs-koblenz.de

To cite this chapter: Chías Pilar; Abad Tomás, Fernández-Trapa Lucas(2022). El agua en los paisajes históricos de los Reales Sitios: Aranjuez, El Escorial y La Granja/Water in the Historic Landscapes of the Spanish Royal Sites: Aranjuez, El Escorial and La Granja. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 391-410.