

# La influencia de la tecnología hidráulica andalusí en la arquitectura palaciega renacentista

*The influence of Andalusian hydraulic technology on Renaissance palace architecture*

**Pablo Gumié-Campos**

Universidade Nova de Lisboa

Lisboa, Portugal

gumiel.pablo@gmail.com

 **ORCID:** 0000-0001-9632-8358

## Información del artículo

**Recibido:** 01/07/2024

**Revisado:** 29/10/2024

**Aceptado:** 14/11/2024

**Online:** 04/06/2025

**Publicado:** 10/10/2025

**ISSN** 2340-8472

**ISSN** 2340-7743

**DOI** [10.17561/at.28.9050](https://doi.org/10.17561/at.28.9050)



© Universidad de Jaén (España).

Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar cómo la tecnología hidráulica andalusí fue absorbida y aplicada en los palacios del siglo XVI. En primer lugar, se describirá el nivel de especialización hidráulica que se alcanzó en las residencias de al-Ándalus. Después, se verá en qué medida esta tecnología fue absorbida por los palacios ibéricos bajomedievales. En tercer lugar, se analizará cómo, a lo largo del siglo XVI, se siguieron aplicando los métodos de abastecimiento y las formas y usos del agua de al-Ándalus en las residencias ibéricas. Finalmente, se expondrá cómo estos elementos hidráulicos andalusíes se exportaron a Europa a través de las penínsulas Itálica e Ibérica, bien por las descripciones de viajeros y diplomáticos, bien por la ocupación de territorios italianos por parte de los reinos hispanos.

**PALABRAS CLAVE:** Historia hidráulica, Al-Ándalus, Península ibérica, Palacios, Intercambio cultural.

## ABSTRACT

This paper aims to analyse how Andalusian hydraulic technology was absorbed and applied in the palaces of the 16th century. First, the level of hydraulic specialisation reached in the residences of al-Andalus will be described. Then, it will be shown to what extent late medieval Iberian palaces absorbed this technology. Thirdly, it will be analysed how, throughout the 16th century, the methods of water supply and the forms and uses of water from al-Andalus continued to be applied in the Iberian residences. Finally, it will show how these Andalusian hydraulic elements were exported to Europe through the Italic and Iberian peninsulas, either through the descriptions of travellers and diplomats or through the occupation of Italian territories by the Hispanic kingdoms.

**KEYWORDS:** Water history, Al-Andalus, Iberian Peninsula, Palaces, Cultural transfer.

## ***A influência da tecnologia hidráulica andaluza na arquitetura palaciana do Renascimento***

### **RESUMO**

O objetivo deste artigo é analisar a absorção e a aplicação da tecnologia hidráulica andaluza nos palácios do século XVI. Em primeiro lugar, descrever-se o nível de especialização hidráulica que foi atingido nas residências de al-Andalus. Em seguida, mostrar-se em que medida esta tecnologia foi absorvida pelos palácios ibéricos tardo-medievais. Em terceiro lugar, analisar-se como, ao longo do século XVI, os métodos de abastecimento de água e as formas e usos da água do al-Andalus continuaram a ser aplicados nas residências ibéricas. Por último, mostrar-se como estes elementos hidráulicos andaluzes foram exportados para a Europa através das penínsulas itálica e ibérica, quer através das descrições de viajantes e diplomatas, quer através da ocupação de territórios italianos pelos reinos hispânicos.

---

**PALAVRAS-CHAVE:** História hidráulica, Al-Andalus, Península Ibérica, Palácios, Intercâmbio cultural.

---

## ***L'influence de la technologie hydraulique andalouse sur l'architecture des palais de la Renaissance***

### **RÉSUMÉ**

Cet article vise à analyser la manière dont la technologie hydraulique andalouse a été absorbée et appliquée dans les palais du XVI<sup>e</sup> siècle. Il décrira tout d'abord le niveau de spécialisation hydraulique atteint dans les résidences d'al-Andalus, puis montrera dans quelle mesure cette technologie a été absorbée par les palais ibériques de la fin du Moyen Âge. Ensuite, nous montrerons dans quelle mesure cette technologie a été absorbée par les palais

ibériques de la fin du Moyen Âge. En troisième lieu, nous analyserons comment, tout au long du XVI<sup>e</sup> siècle, les méthodes d'approvisionnement en eau et les formes et usages de l'eau d'al-Andalus ont continué à être appliqués dans les demeures ibériques. Enfin, il montrera comment ces éléments hydrauliques andalous ont été exportés vers l'Europe à travers les péninsules italique et ibérique, soit par les descriptions des voyageurs et des diplomates, soit par l'occupation des territoires italiens par les royaumes hispaniques.

---

**MOTS-CLÉ:** Histoire hydraulique, Al-Andalus, Péninsule Ibérique, Palais, Échanges culturels.

---

## ***Influenza della tecnologia idraulica andalusa sull'architettura dei palazzi rinascimentali***

### **SOMMARIO**

Questo lavoro si propone di analizzare come la tecnologia idraulica andalusa sia stata assorbita e applicata nei palazzi del XVI secolo. In primo luogo, verrà descritto il livello di specializzazione idraulica raggiunto nelle residenze di al-Andalus. Poi, si mostrerà in che misura questa tecnologia fu assorbita dai palazzi iberici del tardo Medioevo. In terzo luogo, si analizzerà come, per tutto il XVI secolo, i metodi di approvvigionamento idrico e le forme e gli usi dell'acqua di al-Andalus continuaron a essere applicati nelle residenze iberiche. Infine, si mostrerà come questi elementi idraulici andalusi siano stati esportati in Europa attraverso le penisole italiane e iberiche, sia attraverso le descrizioni di viaggiatori e diplomatici, sia attraverso l'occupazione dei territori italiani da parte dei regni ispanici.

---

**PAROLE CHIAVE:** Storia idraulica, Al-Andalus, Penisola iberica, Palazzi, Scambi culturali.

---

## Introducción

Esta publicación se enmarca en el contexto de mi tesis doctoral, que, financiada por el proyecto europeo PALAMUSTO, persigue comprender los sistemas de abastecimiento y los usos del agua de las residencias europeas del siglo XVI<sup>1</sup>. A lo largo de la tesis, se ha realizado un estudio comparativo de los sistemas hidráulicos de noventa y cuatro palacios europeos, mediante la construcción de una base de datos, volcada sobre un Sistema de Información Geográfica (SIG), (Figura 1)<sup>2</sup>. Este análisis comparativo pretende comprender la evolución histórica de los sistemas de abastecimiento de agua residenciales en la Europa del siglo XVI y responder a cuestiones sobre el tráfico de ingenieros, los promotores de las obras hidráulicas, o las décadas de mayor proliferación constructiva.

Durante este análisis se han podido identificar, entre otras muchas cosas, rasgos hidráulicos de herencia andalusí en las residencias europeas del siglo XVI. Se ha observado cómo la tecnología hidráulica y la estética del agua andalusí dejaron una huella profunda y duradera en las residencias de la Edad Moderna, especialmente en la Península Ibérica y en Italia. Estas observaciones han abierto una línea de investigación innovadora que desemboca en el presente artículo.

El objetivo de esta publicación es, por lo tanto, analizar el impacto que la tecnología hidráulica andalusí tuvo sobre los palacios de algunas de las principales cortes europeas del siglo XVI. En primer lugar, se describirá el nivel de especialización alcanzado en las residencias de al-Ándalus. Después, se verá en qué medida esta tecnología fue absorbida por los palacios ibéricos bajomedievales. Por último, se analizará cómo, a lo largo del siglo XVI, el legado hispanomusulmán persistió y se extendió en muchas obras hidráulicas de Europa a través de España, Portugal e Italia. La metodología aplicada ha sido el análisis comparativo y la observación *in situ* de muchos de los noventa y cuatro palacios mencionados; así como la lectura de importantes historiadores de la hidráulica, citados a lo largo de la publicación, dedicados al estudio de los sistemas de abastecimiento de agua en residencias específicas.

## Breve repaso de la tecnología hidráulica en las residencias de al-Ándalus

Durante la Edad Media, la tecnología hidráulica de la Antigüedad romana nunca fue olvidada. A pesar de la obsolescencia de la mayor parte de las infraestructuras romanas, se siguieron implantando sistemas de abastecimiento de agua, aunque en menor medida y principalmente en el ámbito privado (monasterios, palacios y castillos). En el mundo islámico medieval, la tecnología hidráulica no sólo se conservó, sino que se mejoró considerablemente. La ocupación de diversos territorios, desde Persia hasta la Península Ibérica, permitió a los musulmanes reunir un amplio compendio de información sobre el manejo del agua procedente de la Antigüedad oriental y occidental. Los musulmanes absorbieron y desarrollaron esta tecnología para su beneficio, convirtiéndose en los verdaderos herederos de la cultura hidráulica romana.

El amplio conocimiento hidráulico musulmán se puede ver reflejado en sus tratados<sup>3</sup>. En el año 850, los hermanos Banū Mūsā, tres eruditos que vivían y trabajaban en Bagdad bajo el patrocinio del califa abasí al-Mutawakkil, publicaron el *Kitab al-Hiyal* (*Libro de los ingenios*)<sup>4</sup>. Este tratado recopilaba los conocimientos sobre los dispositivos hidráulicos de Hero de Alejandría y otros eruditos de la Antigüedad<sup>5</sup>. Durante la segunda mitad del siglo IX, en Egipto, 'Umar Ibn Muḥammad al-Kindī también escribió *De automatis et thaumantiis*, en donde hablaba de las “fuentes sorpresa”. Su obra original se perdió, pero Giovanni Fontana la transcribió a principios del siglo XV en el *Bellorum Instrumentorum liber*<sup>6</sup>.

Tres siglos más tarde, Ismā'īl al-Jazarī publicó el *Kitab fi ma'rifat al-hiyal al-handasiya* (*Libro del conocimiento sobre los ingenios mecánicos*)<sup>7</sup>. Su trabajo recogía las ideas de los Banū Mūsā pero introducía más información sobre cinco nuevas máquinas para elevar el agua, entre las que podemos destacar la *saqiya*, una especie de bomba en cadena, en la cual se empleaba un cigoñal por primera vez en la historia<sup>8</sup>. Al-Jazarī también describía el funcionamiento de algunos autómatas, el más interesante un camarero robótico que podía servir bebidas impulsado por la fuerza motora de la hidráulica. Siglos más tarde, el gran duque de Toscana Cosimo I disfrutaba de aquel servicio en su villa de Pratolino<sup>9</sup>.

<sup>1</sup> La tesis, aún en proceso de publicación, se titula: *AQUA IN PALATIO. Water in 16th-century European palaces. The Iberian Peninsula as a case study*. Universidade Nova de Lisboa. Dir: Profesor Nuno Senos.

<sup>2</sup> En la página web del proyecto se puede encontrar el mapa: <https://aquainpentario.wixsite.com/home> [consultada el 29/10/2024]

<sup>3</sup> Canavas, 2006, 85.

<sup>4</sup> Hill, 1978.

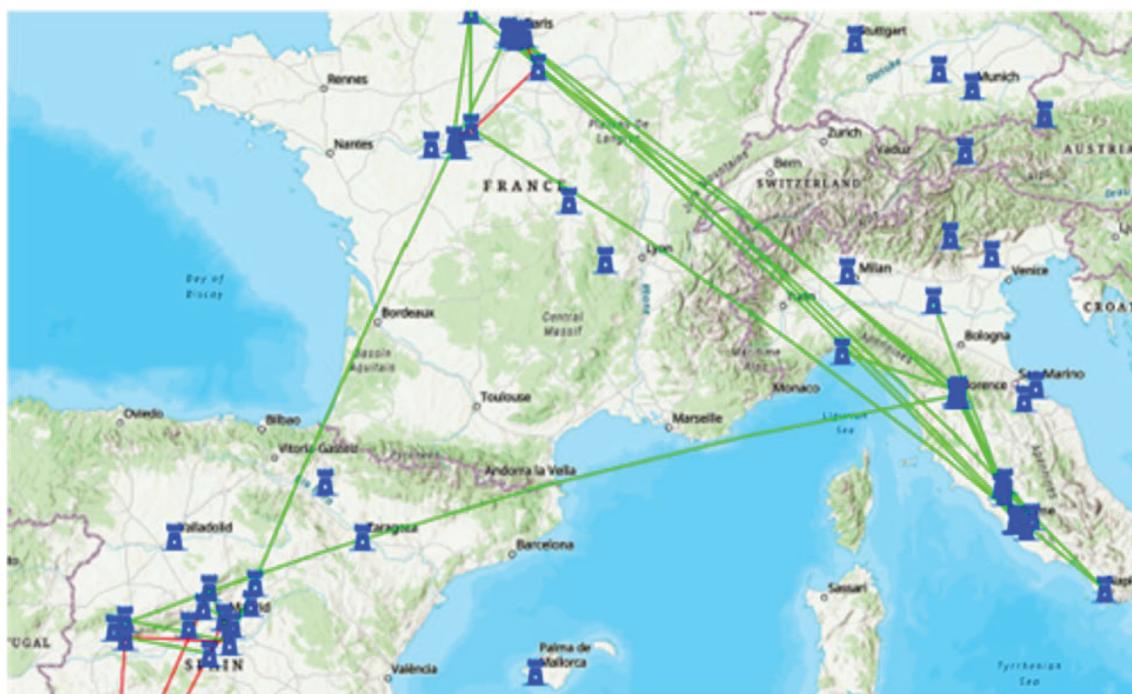
<sup>5</sup> Hill, 1991, 64.

<sup>6</sup> Miranda, 2022, 143.

<sup>7</sup> Hill, 1974.

<sup>8</sup> Al-Hassan; Hill, 1992.

<sup>9</sup> Dezzì Bardeschi, 1985, 15.

**Figura 1. Mapa SIG panaeuropeo de las residencias del siglo XVI con elementos de interés hidráulico**

Fuente: Elaboración propia. Imagen del autor, 2023.

Algunas de las principales innovaciones hidráulicas introducidas por los musulmanes fueron los *qanats*, el *shaduf*, la *acequia* o la *na'urah*. Del árabe *qanāh*, un *qanat* era una infraestructura hidrogeológica construida para captar una capa de agua subterránea. Para ello, se construía una galería o mina horizontal con una ligera inclinación que permitiera el flujo del agua al exterior. Este sistema procedía de la antigua Persia y se implantó como uno de los métodos más comunes de obtención de agua en la Península Ibérica<sup>10</sup>. El *shaduf* era un cigoñal primitivo, una especie de pértiga equilibrada proyectada para elevar el agua de pozos y ríos<sup>11</sup>. La *acequia*, era y es un conducto superficial, a cielo abierto, que transportaba el líquido desde el manantial hasta el destino. Se utilizaba sobre todo para el riego, pero también en el interior de ciudades y palacios. Por último, las norias de agua (*na'urah*) fueron un invento que evolucionó a lo largo de siglos y que se difundió por múltiples civilizaciones, siendo los persas uno de los pueblos que más contribuyeron a su desarrollo y perfeccionamiento.

Todos los avances hidráulicos anteriores se desarrollaron con maestría en al-Ándalus. Cómo se va a ver a lo largo de los siguientes ejemplos, la abundancia de agua caracterizó a los palacios andalusíes. Durante el emirato de Córdoba, 'Abd al-Rahmān II construyó un dispositivo

conocido como Rueda de Albolafia para elevar agua desde el río Guadalquivir hasta el Alcázar<sup>12</sup>. Gracias al abundante suministro, su heredero Muḥammad I (852-886) se permitió desplegar numerosas fuentes y dispositivos en los jardines de palacio. Todas han desaparecido, pero podemos hacernos una idea gracias a la descripción de al-Maqqarī (1591-1632):

“Los emires construyeron en su alcázar verdaderas maravillas; levantaron monumentos extraordinarios y bellos jardines que regaron con aguas traídas desde la serranía de Córdoba, a grandes distancias, por medio de enormes tuberías que llegaban al norte del recinto. Luego las aguas corrían a través de cada patio a través de tuberías de plomo y salían al exterior a través de diferentes formas y eran de oro, plata y cobre llenando los enormes estanques, las bellas albercas y los maravillosos zafareches con pilones de mármol romano de bellísimos dibujos”<sup>13</sup>.

Con los excedentes del suministro del Alcázar también se construyó una fuente cerca de la Bab al-Musabbak, la puerta principal de la ciudad<sup>14</sup>. Durante el Califato también se levantaron otras muchas excelentes infraestructuras hidráulicas, sobre todo en Madinat al-Zahrā. La ciudad

<sup>10</sup> Abdul Latiff; Mohd Yunus; Othuman Mydin, 2016, 64.

<sup>11</sup> Trillo San José, 2006, 92.

<sup>12</sup> Campbell; Boyington, 2018, 252.

<sup>13</sup> Pizarro Berengena, 2013, 138.

<sup>14</sup> Abderrahman Jah, 2012.

**Figura 2. Acueducto de los Caños de Carmona, Sevilla**

Fuente: Elaboración propia. Imagen del autor, 2021.

palaciega se abastecía mediante el restaurado acueducto romano Aqua Vetus<sup>15</sup>. Cuatro estanques rodeaban el Salón Rico, creando efectos de reflexión sobre todos sus flancos.

La caída del Califato y la descentralización del poder en los reinos de Taifas impulsó el desarrollo de otras ciudades como Almería, Sevilla, Murcia o Granada. Las residencias Taifas también estaban suministradas con copiosas cantidades de agua que permitían el despliegue de numerosas fuentes y dispositivos hidráulicos en palacios y jardines. Ejemplo de ello fue el Alcázar Seghir de Murcia, suministrado por la Acequia Aljufía, cuyo excedente, como en la Córdoba emiral, servía para abastecer al pueblo<sup>16</sup>. También en Murcia el rey Ibn Mardanīš (1147-1172) construyó el hoy llamado Castillejo de Monteagudo, repleto de fuentes y estanques tanto en su patio central como en los alrededores<sup>17</sup>. En la Taifa de Toledo, el rey al-Mamūn (1043-1075) financió una máquina para elevar las aguas del río Tajo hasta su almunia, el actual Palacio de Galiana<sup>18</sup>. El geógrafo al-Idrīsī describió su funcionamiento:

“Se ve allí un acueducto muy curioso compuesto de un solo arco por debajo del cual las aguas corren con

gran violencia y hacen mover, en la extremidad del acueducto, una máquina hidráulica que hace subir las aguas a 90 estados de altura”<sup>19</sup>.

Finalmente, para insistir en el desarrollo hidráulico durante el periodo Taifa, debemos hablar de Sevilla. El poeta Abū Ŷa'far b. Aḥmad de Denia describió el Alcázar del rey al-Mu'tamid, asegurando que:

“...el murmullo del agua es un grito siempre que es arrojada por la trompa del que tiene el cuello duro y fuerte”<sup>20</sup>.

El notable crecimiento urbano durante la época Almohade propició el desarrollo de nuevas infraestructuras hidráulicas. En 1172 el califa Abu Yaacub Yúsuf al-Mansur ordenó al ingeniero al-Hayy Yacis, la reconstrucción del acueducto romano de Sevilla, hoy conocido como Caños de Carmona (Figura 2), para abastecer las fuentes públicas de la ciudad, el Alcázar y la almunia real de la Buhayra<sup>21</sup>. Durante el periodo almohade se experimentó profundamente con el modelo arquitectónico de almunia. Se trataba de residencias y fincas periurbanas que tenían, entre otras funciones, una finalidad recreativa. El agua jugó un

<sup>15</sup> Pizarro Berengena, 2013, 191.

<sup>16</sup> Navarro Palazón; Jiménez Castillo, 2012, 108.

<sup>17</sup> Toribio Marín, 2015, 63.

<sup>18</sup> Ramos Ramos, 1998, 59.

<sup>19</sup> Passini, Paget; Mermet, 2018, 285.

<sup>20</sup> Abū Ŷa'far b. Aḥmad, 1986.

<sup>21</sup> Jiménez Martín, 1975, 320.

papel decisivo en aquellos edificios. Julio Navarro Palazón dirige actualmente el proyecto “ARQUMUNIA”<sup>22</sup>, en el que se explora el origen de este tipo de edificios en la Antigüedad, su desarrollo en el mundo islámico, y su posible impacto sobre las villas del Renacimiento.

Finalmente, durante la época Nazarí, tampoco faltó agua en los palacios<sup>23</sup>. Como el poeta e historiador Ibn ‘Idārī al-Marrakŷī explicó en el *Kitāb al-Bayān al-mugrībī ijtīṣār ājbār mulūk al-Andalus wa-l-Magrib* (*Libro de la increíble historia de los reyes de al-Ándalus y del Magreb*)<sup>24</sup>, el emir Muhammad I de Granada encargó para el abastecimiento de la Alhambra, la construcción de un acueducto de más de seis kilómetros llamado *saqīyat al-Sultān*, que pasó a conocerse como la Acequia Real en época cristiana<sup>25</sup>. Gracias a la Acequia Real, los sultanes Yusuf I (1333-1354) y Muhammad V (1354-1391), se permitieron diseñar numerosas fuentes y estanques en los palacios nazaríes<sup>26</sup>.

Además de tecnología hidráulica, la sociedad hispanomusulmana también legó unos modelos, formas y usos del agua que quedaron impregnados en la cultura visual de la Península Ibérica. Se desplegaron estanques en los patios para aclimatar los espacios, reflejar el sol en invierno y templar el calor estival. El agua adoptó un papel simbólico y sensorial. Dispuesta como una capa estable generaba paz y tranquilidad a los inquilinos y visitantes. Las fuentes se convirtieron en símbolos de abundancia, la abundancia que proporcionaba el califa, el rey o el promotor. Las acequias cruzaban los jardines y patios, no solo para el riego, sino emulando en una dimensión privada y terrenal los ríos del paraíso del Qur’ān<sup>27</sup>.

## Absorción de la tecnología hidráulica andalusí por los reinos cristianos ibéricos durante la Baja Edad Media

El desarrollo de la hidráulica en la sociedad hispanomusulmana tuvo un impacto determinante para los reinos cristianos de la Península Ibérica durante la Baja Edad Media. La conquista del territorio musulmán por parte de Castilla, Portugal o Aragón supuso una asimilación cultural trascendental que se reflejó en muchos aspectos

de la sociedad<sup>28</sup>. Cuando los monarcas cristianos tomaron posesión de los Alcázares de al-Ándalus, absorbieron la arquitectura y con ello la tecnología hidráulica y los usos del agua. Los sistemas de *qanats*, por ejemplo, se convirtieron en el método más común de explotación de recursos hídricos. Algunos de estos sistemas eran restauraciones de las infraestructuras musulmanas originales, pero otros se hicieron nuevos, basados en la misma tecnología. Además, los reinos cristianos no solo adoptaron, sino también adaptaron estas tecnologías a sus propias necesidades y contextos culturales.

Uno de los ejemplos más significativos de la asimilación y readaptación de la tecnología y las formas del agua hispanomusulmanas es el Alcázar de Sevilla. La intervención cristiana sobre el edificio islámico mantuvo una parte muy importante de las obras hidráulicas almohades, comenzando por el acueducto, los Caños de Carmona. Pero, además, se construyeron nuevos edificios como el palacio de Pedro I (1350-1369), que, siguiendo los modelos nazaríes, están repletos de fuentes, albercas, estanques, y otros elementos hidráulicos<sup>29</sup> (Figura 3). Lo mismo ocurrió con otros tantos palacios bajomedievales castellanos, entre otros las residencias de Pedro I en Tordesillas, Carmona o Astudillo<sup>30</sup>. Otro ejemplo excelente de asimilación de los sistemas hidráulicos hispanomusulmanes lo encontramos en la Almudaina de Mallorca. Durante el reinado de Jaume II (1276-1311), la residencia musulmana fue transformada. Según documentaron María Llompart Bibiloni y Jaume Sastre Moll<sup>31</sup>, en los registros de obras se anotaron varios gastos relacionados con la instalación de canalizaciones. El jardín superior conserva dos estanques que pueden datarse durante la Taifa de Mallorca. Pero el inferior, conocido como S'Hort del Rei, fue construido íntegramente durante el reinado de Jaume II. En él se dispuso un gran estanque y una fuente siguiendo los modelos formales islámicos<sup>32</sup>.

El reino de Portugal también absorbió aquella gigantesca huella del patrimonio hidráulico hispanomusulmán. A principios del siglo XV, el rey João I (1385-1433) promovió una considerable ampliación del Palacio Nacional de Sintra, lo que supuso un notable reacondicionamiento de la infraestructura hidráulica islámica original. El sistema de abastecimiento se basaba en una red de *qanats* excavados en las montañas próximas al palacio (Figura 4).

<sup>22</sup> Proyecto de I+D+i Arquitecturas de prestigio en las almunias medievales: transmisión de modelos desde la Antigüedad al Renacimiento (ARQUMUNIA). Referencia: PID2022-141272NB-I00.

<sup>23</sup> Trillo San José, 2008.

<sup>24</sup> Lévi-Provençal; Dozy; Colin, 1967.

<sup>25</sup> Torres Balbás, 1949, 14.

<sup>26</sup> Grabar, 1978; Rabbat, 1985; De Luxan García de Diego, 1998; Malpica Cuello, 2003; 1995; Orihuela Uzal; García Pulido, 2008.

<sup>27</sup> Abdul Latiff, Mohd Yunus, & Othuman Mydin 2016, 62.

<sup>28</sup> Ruiz Souza, 2004.

<sup>29</sup> Almagro Gorbea, 2015, 39.

<sup>30</sup> Gumié Campos, 2016.

<sup>31</sup> Llompart Bibiloni; Sastre Moll, 2013, 5.

<sup>32</sup> Alomar i Esteve, 1973, 102.

**Figura 3. Alberca en el Patio de doncellas del Palacio de Pedro I en el Alcázar de Sevilla**



Fuente: Elaboración propia. Imagen del autor, 2021.

**Figura 4. Minas o qanats para la extracción de agua subterránea en el Palacio Nacional de Sintra, Portugal**



Fuente: Elaboración propia. Imagen del autor, 2021.

La infraestructura abastecía las cocinas, la terraza y el área de las mujeres, así como varios estanques y albercas en sus patios y huertas. También en Portugal, el Paço Real de Belas, construido por el rey Pedro I (1357-1367), se alimentaba de una infraestructura de *qanats*<sup>33</sup>.

Uno de los factores determinantes que garantizó la transmisión y conservación de la tecnología hidráulica hispanomusulmana durante la Baja Edad Media fue la contratación de mano de obra mudéjar. Cómo descubrió Ricardo Córdoba de la Llave, el Palacio del Infantado de Guadalajara, construido en el siglo XV por Juan Guas para el duque Iñigo López de Mendoza, se abastecía mediante otro sistema de *qanats*. El contrato para la construcción de aquellos *qanats* se firmó con un Maestre llamado Alí de claro origen mudéjar<sup>34</sup>. Montes Romero Camacho también estudió cómo el acueducto del Alcázar de Sevilla a lo largo del siglo XV se mantuvo gracias a la mano de obra de los “moros cañeros”<sup>35</sup>. En las nóminas para el mantenimiento de los Caños de Carmona se registran los nombres de maestros mudéjares como Hamete, Abraham Zarco, o Bucar.

### Pervivencia de la tecnología hidráulica andalusí durante el Renacimiento en la Península Ibérica

A principios de la Edad Moderna, el legado hidráulico andalusí seguía intacto. Los sistemas de abastecimiento de muchos palacios cristianos siguieron recurriendo a métodos enraizados en la tecnología hispanomusulmana para el manejo del agua. Los manantiales subterráneos siguieron explotándose a través de redes de *qanats* en residencias como el Palacio de los Duques de Medinaceli en Cogolludo<sup>36</sup> o el Alcázar de Madrid. Este último acueducto subterráneo, conocido como Viaje de Amaniel, se construyó entre 1613 y 1621 bajo el reinado de Felipe III<sup>37</sup>. Se recondujeron arroyos y ríos instalando acequias en edificios como la Villa de El Bosque, el Palacio de Valsaín o el Real Monasterio de El Escorial<sup>38</sup>. Se construyeron presas en Aranjuez o la Casa de Campo. Podríamos llegar a plantear que el mecanismo de Juanelo Turriano para elevar las aguas del

<sup>33</sup> Castel-Branco, 2010, 141.

<sup>34</sup> Córdoba de la Llave, 2008, 116.

<sup>35</sup> Montes Romero-Camacho, 1995, 242.

<sup>36</sup> Romero Medina, 2014, 417.

<sup>37</sup> Martínez Santos, 2013.

<sup>38</sup> Gumiel Campos, 2023.

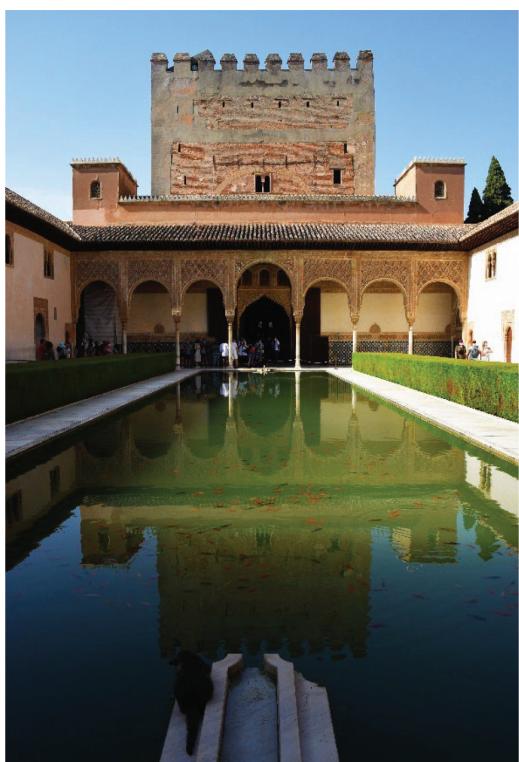
Tajo hasta el Alcázar de Toledo<sup>39</sup> se pudo inspirar en la máquina elevadora construida durante el reinado del Taifa al-Mamūn en el palacio de Galiana<sup>40</sup>.

Por otra parte, durante el siglo XVI, se siguió recurriendo a las formas y usos hispanomusulmanes para el diseño de las fuentes, estanques y otros dispositivos dentro de las residencias. Se desplegaron grandes estanques de agua para el riego que seguían actuando como espejos de la arquitectura, siguiendo el modelo del Salón Rico de la ciudad califal de Madīnat al-Zahrā, la Menara de Marrakech, o el patio del Palacio de Comares en la Alhambra de Granada (Figura 5). Un caso especialmente notable es el de la Quinta de Bacalhôa (Figura 6). Esta residencia fue fundada en 1427 por el infante D. João (1400-1442), maestre de la Orden de Santiago. Sin embargo, su morfología actual data del siglo XVI,

cuando Brás Afonso de Albuquerque (1500-1581), hijo del Virrey D. Afonso de Albuquerque (1450-1515), compró la propiedad<sup>41</sup>. En Bacalhôa, una gran cisterna cuadrada se situó estratégicamente delante de la Casa de Fresco, concebida para servir de espejo de su arquitectura (Figura 6)<sup>42</sup>. Unos veinte años más tarde, también se construyó<sup>43</sup> otro estanque a modo de “espejo de agua” delante de la fachada de la Quinta da Ribafría, y a finales de siglo se repitió el modelo en la Quinta das Torres.

En territorio español encontramos más ejemplos de estos “espejos de agua”. Especialmente notable es el estanque construido en los años treinta del siglo XVI frente a la fachada de la Villa de El Bosque de Béjar (Figura 7). Tiene un perímetro de 278 m y en su centro se dispuso una isla artificial, probablemente para el recreo<sup>44</sup>. En 1550, el tercer Marqués de Villena, Diego López Pacheco, encargó otro gran “espejo de agua” para su palacio en el municipio de Cadalso de los Vidrios (Madrid). Los sobrios contornos del estanque están adornados con dos bellos cenadores clásicos en las esquinas y tres bancos que daban a la superficie del agua<sup>45</sup>.

Vistos estos ejemplos es innegable que la tecnología hidráulica y las formas del agua andalusíes seguían latentes en las residencias ibéricas de la Edad Moderna. Pero la última cuestión a resolver es: ¿tuvieron esta tecnología hidráulica y estas formas del agua de raigambre hispanomusulmana un impacto fuera del territorio ibérico?



Fuente: Elaboración propia. Imagen del autor, 2021.

<sup>39</sup> En 1565, Juanelo Turriano construyó una máquina elevadora de agua para salvar los 90 m de desnivel desde el río Tajo hasta el Alcázar de la ciudad. Gracias a diversos estudios y descripciones, se puede concluir que el acueducto era una compleja maquinaria formada por 16 torres distribuidas a lo largo de 300 m en la ladera del valle. Cada una de estas torres contaba con otras 16 ollas, que transportaban el agua en un sistema de cadenas accionado por cuatro ruedas situadas en la parte inferior del sistema. Las ruedas se movían por el caudal del río. Se consiguió un caudal total de 16.000 litros diarios. García Tapia, 1984, 305.

<sup>40</sup> Gibbs, 1973, 49.

## Exportación de la tecnología hidráulica andalusí a las residencias europeas de la Edad Moderna

Tradicionalmente se ha considerado que, a raíz del redescubrimiento de los modelos de la Antigüedad romana, la Península Itálica se convirtió en el centro de difusión de la tecnología y las formas del agua durante el siglo XVI. Es innegable que los primeros *grottoes* o fuentes de temática mitológica de la Edad Moderna nacieron en Roma. Es el caso de los *grottoes* de Bramante en el Belvedere Vaticano (1505)<sup>46</sup>, o de Baldassare Peruzzi en la villa de Agostino Chigi (actual Farnesina)<sup>47</sup>. Sin embargo, ¿fue solo gracias al redescubrimiento del

<sup>41</sup> Flor, 2019, 77.

<sup>42</sup> Castel-Branco, 2010, 8.

<sup>43</sup> Carita, 2019, 50.

<sup>44</sup> Muñoz Domínguez; Sánchez Sancho; Sanz Belloso, 2009, 956.

<sup>45</sup> Toribio Marín; Duarte Rodrigues, 2020, 259.

<sup>46</sup> Ackerman, 1954, 25.

<sup>47</sup> Gerlini, 1990, 11.

**Figura 6.** Estanque frente a la Casa de Fresco de la Quinta de Bacalhôa, Portugal



Fuente: Elaboración propia. Imagen del autor, 2021.

**Figura 7.** Estanque frente a la Villa del Bosque de Béjar, Salamanca, España



Fuente: Elaboración propia. Imagen del autor, 2022.

Mundo Antiguo que se recuperó la tecnología hidráulica, o tuvo algo que ver el legado andalusí de la Península Ibérica?

Muchos viajeros y humanistas visitaron España y Portugal en los albores del siglo XVI. Hieronymus Münzer en 1494 y Antoine de Lalaing en 1501 escribieron sobre sus visitas a algunos palacios hispanomusulmanes como la Alhambra o el Alcázar de Sevilla. Los elementos hidráulicos de estos lugares cautivaron sus sentidos, y así lo reflejaron en su pluma. Ambos escribieron sobre la magnificencia y exquisitez de la fuente de los Leones de la Alhambra o la abundancia de agua del Alcázar hispalense<sup>48</sup>. Más exhaustivas fueron las palabras que el embajador veneciano Andrea Navagero escribió durante su viaje en 1526. Como ha estudiado Cammy Brothers<sup>49</sup>, sabemos por Pietro Bembo que las cartas de Navagero circularon décadas antes de ser publicadas en 1563. Según Brothers, Pirro Ligorio, Vignola o Antonio da Sangallo el Joven podrían haberse visto influidos por las descripciones de Navagero a la hora de diseñar sus célebres villas para los cardenales de Roma y los príncipes de Florencia.

Particularmente interesante es el concepto aparentemente italiano de la *scala d'acqua*. En la segunda mitad del siglo XVI, apareció una tendencia a embellecer y monumentalizar los espacios de transición de agua entre las diversas fuentes de las residencias. Cuando había una pendiente considerable entre dos fuentes o dispositivos, se construía una escalera por la que se canalizaba el agua a modo de cascada. Excelentes ejemplos son las *scale d'acqua* de Villa d'Este en Tivoli (Figura 8), Villa Lante en Bagnaia, o la llamada Catena dei Delfini en la Villa Farnese de Caprarola.

Sin embargo, parece que, a diferencia de tantos otros dispositivos de agua, ésta no fue una invención italiana. En la Alhambra de Granada, concretamente en el jardín del Generalife, hay una escalera flanqueada por dos canales al aire libre, fechable en el siglo XIV (Figura 9). Andrea Navagero la describió en los siguientes términos:

*“La scala è fatta di maniera che ogni tanto numero de gradi ha una concavità da poter raccoglier acqua. Gli appoggi anche della scala, da un canto et dall’altro hanno le pietre che sono in cima cavate, e come canali: all’alto dove è l’acqua, vi son le chiave (...), di modo che quando vogliono aprono l’acqua che corre per i canali che sono ne i poggi: quando vogliono, quella che entra in le concavità che sono ne i piani della scala: e quando vogliono tutte insieme, e se vogliono*

<sup>48</sup> García Mercadal, 1952, 374.

<sup>49</sup> Brothers, 2015, 98.

**Figura 8.** Scala d'acqua en Villa d'Este, Tivoli, Italia



Fuente: Elaboración propia. Imagen del autor, 2022.

*anch’o far maggior l’acqua, fannola crescere tanto, che esce, e inonda tutti i gradi, e bagna ogn’uno che vi si trova, facendo mille burle di questa sorte...”*<sup>50</sup>.

Esta descripción no sólo habla de una escalera de agua, sino de un espacio inundado deliberadamente. El uso del agua para inundar espacios donde se encontraban los huéspedes con un fin lúdico fue algo común en las villas de recreo del Renacimiento. Muy famosa es la descripción del patio inundable de la villa de Poggio Reale de Nápoles por Serlio Bolognese<sup>51</sup>. En Schloss Ambras de Innsbruck, también se diseñó una mesa giratoria que cuando se accionaba, inundaba el recinto empleando un mecanismo hidráulico similar. Por último, en la tercera terraza de Villa Lante, se diseñó otra mesa con numerosos chorros de agua que bañaban a aquellos asistentes a los banquetes celebrados<sup>52</sup>. Este pasatiempo tan peculiar que siempre se ha considerado de herencia italiana ya

<sup>50</sup> Brothers, 2015, 98.

<sup>51</sup> Serlio, 1619, 121. “Il cortile di questo palazzo è circondato da loggie sopra loggie, & nella parte di mezzo segnata E, si discendeva parecchi gradi in uno bello piano mattonato, nel qual luogo si conduceva il Re con quelle Madame, & Baroni che gli piaceva (...) & quando pareva al Re tal volta nel più bel del piacere, faceva aprire alcuni luoghi secreti, dove che in un momento s’empieva quel luogo di acque; di modo che le madame, e i baroni rimanevano tutti nell’acqua, e così ad un tratto, quando pareva al Re, faceva rimanere quel luogo asciutto”.

<sup>52</sup> Arditio, n.d. “Vi è anco un altro bellissimo vaso grande et longo assai, incavato, non però molto profondo, il quale, (...) somiglia una bellissima tavola di cristallo et, essendo nel mezzo della detta tavola compartiti molti bollori d’acqua, che alzandosi egualmente fanno bellissima vista”.

**Figura 9.** Escalera de agua en la almunia del Generalife, Alhambra, Granada



Fuente: Elaboración propia. Imagen del autor, 2021.

estaba presente en la Alhambra, y fue claramente descrito por Andrea Navagero. Podríamos cuanto menos cuestionarnos, si las célebres villas de recreo renacentistas pudieron inspirarse en una práctica ya presente en el mundo hispanomusulmán del siglo XIV.

Otra posible vía de exportación de los modelos hidráulicos hispanomusulmanes fue la expansión de la Corona de Aragón por el sur de Italia. El legado islámico y la mirada a la Antigüedad romana se combinaron magistralmente en la Villa de Poggio Reale de Nápoles. En el centro del jardín principal, comunicado con la *loggia* por varios escalones, había un gran estanque de peces que actuaba como “espejo de agua” de la propia *loggia*<sup>53</sup>. Hoy destruido, quedó bien representado en el dibujo de Viviano Codazzi y Domenico Gargiulo de 1641<sup>54</sup> (Figura 10). Este estanque de agua que actúa a modo de espejo de la arquitectura bebe de las formas del agua implementadas en la arquitectura residencial islámica. Desde Poggio Reale, el modelo de estos “espejos de agua” se extendió por toda la Península Itálica a lugares como la Villa Madama de Rafael en Roma<sup>55</sup> o el Palacio Te de Mantua<sup>56</sup>.

## Conclusiones

A través del análisis comparativo realizado, y mediante la observación de elementos específicos de hidráulica andalusí en los palacios del siglo XVI, se puede concluir que la influencia que ejerció la tecnología hidráulica andalusí en la arquitectura palaciega renacentista es muy considerable. El importante desarrollo hidráulico hispanomusulmán, reflejado en residencias como los Alcázares de Córdoba y Sevilla, el Castillejo de Monteagudo, la almunia toledana del rey al-Mamún o la Alhambra de Granada, fue absorbido y readaptado en los palacios cristianos de la Baja Edad Media. Residencias como los alcázares de Pedro I en Tordesillas, Sevilla, Carmona y Astudillo, la Almudaina de Mallorca o el Palacio Nacional de Sintra, recurrieron a métodos de explotación de recursos hídricos de herencia andalusí. Algunos de estos sistemas eran restauraciones de las infraestructuras musulmanas originales y otros se hicieron nuevos, basados en la misma tecnología. Uno de los factores determinantes que garantizó la transmisión y conservación de la tecnología hidráulica hispanomusulmana durante la Baja Edad Media fue la contratación de mano de obra mudéjar.

<sup>53</sup> Edelstein, 2004, 192.

<sup>54</sup> Zecchino, 2002, 12.

<sup>55</sup> Dewez, 1993, 72.

<sup>56</sup> Bazzotti, 2012, 265.

**Figura 10.** Viviano Codazzi & Domenico Gargiulo. *Festa nella villa di Poggio Reale. Besançon, Musée des Beaux-Arts et d'Archéologie, 1641*



Fuente: Wikimedia Commons, 2017. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:V.\\_Codazzi\\_e\\_D.\\_Gargiulo\\_-\\_Festa\\_nella\\_Villa\\_di\\_Poggiorale.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:V._Codazzi_e_D._Gargiulo_-_Festa_nella_Villa_di_Poggiorale.jpg)

En la arquitectura residencial de comienzos de la Edad Moderna se siguieron aplicando los mismos métodos de abastecimiento de agua de al-Ándalus. Palacios como el de los duques de Medinaceli en Cogolludo o el Alcázar de Madrid se suministraban a través de red de *qanats*. El Escorial, Aranjuez o la Casa de Campo contaron con sistemas de represado y redireccionado de arroyos mediante albercas y acequias. Se podría llegar a plantear que el mecanismo de Juanelo Turriano para elevar las aguas del Tajo hasta el Alcázar de Toledo pudo inspirarse en la máquina de al-Mamūn. Además, en residencias como El Bosque de Béjar, Cadalso de los Vidrios o la Quinta de Bacalhôa, el agua se dispuso siguiendo formas hispanomusulmanas como las grandes albercas a modo de “espejo”.

Finalmente, todos estos modelos hidráulicos y formas del agua andalusíes fueron importados a distintos palacios de Europa a través de las descripciones de diplomáticos como Andrea Navagero, y mediante la ocupación de territorios italianos por parte de los reinos hispánicos. Los espejos y escaleras de agua o los espacios lúdicos inundables que ya estaban presentes en edificios hispanomusulmanes como la Alhambra, se imitaron y readaptaron en los jardines de Villa d'Este, Villa Lante, Caprarola, Poggio Reale, Innsbruck o Schloss Ambras.

## Financiación

Este artículo forma parte del proyecto PALAMUSTO, que ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº 861426.

## Bibliografía

- Abderrahman Jah, Cherif.** 2012: *El enigma del agua en al-Ándalus*. Madrid, Lunwerg.
- Abdul Latiff, Zainab; Yazid Mhd Yunus; Md Azree Othuman Mydin.** 2016: Symbolism and Role of Water in Traditional Islamic Gardens. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 11(3), 62-68.
- Abū Ŷa'far b. A mad.** 1986: Risala sobre los palacios abadíes de Sevilla de Abū Ŷa'far Ibn A mad de Denia. Traducción y Estudio. [Traducido por Rocío Lledó Carrascosa]. *Sharq Al-Andalus*, 3, 191-200.
- Ackerman, James S.** 1954: *The Cortile Del Belvedere. Volumen 3 de Studi e documenti per la storia del Palazzo Apostolico Vaticano*. Ciudad del Vaticano (El Vaticano), Biblioteca Apostolica Vaticana.

- Al-Hassan, Ahmad Yūsuf; Hill, Donald Routledge.** 1992: *Islamic Technology: An Illustrated History*. Cambridge (United Kingdom) Cambridge University Press.
- Almagro Gorbea, Antonio.** 2015: Los jardines andalusíes y mudéjares del Alcázar de Sevilla. En *Los jardines del Real Alcázar de Sevilla Historia y Arquitectura desde el Medievo islámico al siglo XX*, editado por Ana Marín Fidalgo y Carlos Plaza, 1-40. Sevilla, Patronato del Real Alcázar y de la Casa Consistorial.
- Alomar i Esteve, Gabriel.** 1973: El antiguo jardín del Palacio de la Almudaina, en Palma de Mallorca. *Academia: Boletín de La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, 37, 102-103.
- Bazzotti, Ugo.** 2012: *Palazzo Te a Mantova*. Modena (Italia), Franco Cosimo Panini.
- Brothers, Cammy.** 2015: Un humanista italiano en Sevilla: Ciudades, Arquitectura y Paisaje. En *Los jardines del Real Alcázar de Sevilla Historia y Arquitectura desde el Medievo islámico al siglo XX*, editado por Ana Marín Fidalgo y Carlos Plaza. Sevilla, Patronato del Real Alcázar y de la Casa Consistorial.
- Campbell, James W. P.; Boyington, Amy.** 2018: Fountains and Water: The Development of the Hydraulic Technology of Display in Islamic Gardens 700-1700 CE. *Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes. An International Quarterly*, 38(3), 247-267. <https://doi.org/10.1080/14601176.2018.1452827>
- Canavas, C.** 2006: Utilitarian Perspectives and Marvellous Views: Perception Patterns of Water-Power in Medieval Arabic Treatises. En *IWA 1st International Symposium on Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations*, editado por Andreas N. Angelakis y Demetris Koutsoyiannis, 81-86. Iraklio (Greece), National Agricultural Research Foundation.
- Carita, Hélder.** 2019: Quinta das Torres, em Azeitão. En *O Património artístico de Setúbal e Azeitão*, editado por Maria João Pereira Coutinho, António Cunha Bento, y Inés Gato de Pinho, 49-70. Setúbal, Câmara Municipal de Setúbal.
- Castel-Branco, Cristina.** 2010: *Water in Portuguese Gardens*. Lisboa (Portugal), Scribe.
- Córdoba de la Llave, Ricardo.** 2008. Las conducciones de agua del Palacio del Infantado (Guadalajara): Un ejemplo de canalizaciones subterráneas en la Castilla bajomedieval. En *Irrigació, energia i abastament d'aigua: Els canals a Europa a l'Edat Mitjana. I Coloqui internacional*, 113-124. Manresa, Museu de la Tècnica de Manresa.
- De Luxan García de Diego, Margarita.** 1998: La Alhambra y el agua. *Demófilo: Revista de Cultura Tradicional de Andalucía*, 27, 97-119.
- Deweze, Guy.** 1993: *Villa Madama. A Memoir Relating to Raphael's Project*. London (United Kingdom), Lund Humphries Publishers.
- Dezzi Bardeschi, Marco.** 1985: Le fonti degli automi di Pratolino, en Vezzosi, Alessandro (Ed.), *La fonte delle fonti. Iconologia degli artifici d'acqua*. Firenze (Italia), Pratolino, Alinea Editrice.
- Edelstein, Bruce L.** 2004: "Acqua viva e corrente": Private Display and Public Distribution of Fresh Water at the Neapolitan Villa of Poggio Reale as a Hydraulic Model for Sixteenth-Century Medici Gardens. En *Artistic Exchange and Cultural Translation in the Italian Renaissance City*, editado por Stephen J. Campbell y Stephen J. Milner, 187-220. Cambridge, Cambridge University Press.
- Flor, Pedro.** 2019: A Quinta de Brás Afonso de Albuquerque em Azeitão: arquitectura, escultura e azulejo no Renascimento. En *O Património artístico de Setúbal e Azeitão*, editado por Maria João Pereira Coutinho, António Cunha Bento, y Inés Gato de Pinho, 71-88. Setúbal, Câmara Municipal de Setúbal.
- García Mercadal, José.** 1952: *Viajes de extranjeros por España y Portugal*. Madrid, Aguilar.
- García Tapia, Nicolás.** 1984: El Ingenio de Zubiaurre Para Elevar El Agua Del Río Pisuerga a La Huerta y Palacio Del Duque de Lerma. *Boletín Del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, 50, 299-324.
- Gerlini, Elsa.** 1990: *Villa Farnesina alla Lungara, Rome*. Roma (Italia), Ministerio per i Beni Culturali e Ambientali, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Libreria dello Stato.
- Gibbs, Jack.** 1973: Federico Zuccaro y el artificio de Juanelo en 1586. *Anales Toledanos*, 8, 49-51.
- Grabar, Oleg.** 1978: *The Alhambra*. Cambridge (United States), Harvard University Press.
- Gumiel Campos, Pablo.** 2016: Causas y consecuencias de la maurofilia de Pedro I en la arquitectura de los siglos XIV y XV. *Anales de Historia del Arte*, 26, 17-44. <https://revistas.ucm.es/index.php/ANHA/article/view/54047>
- Gumiel Campos, Pablo.** 2023: The aqueducts of the Royal Palace-monastery of El Escorial. En *Mapping the Space of the Early Modern Court in Europe. Functionality and Representation*, editado por Krista De Jonge y Sanne Maekelberg, Vol. 6. PALATIUM e-Publications. Heidelberg: University of Heidelberg.
- Hill, Donald Routledge (Trad.).** 1974: *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices (Kitāb fī ma 'rifat al-hiyal al-handasiyya)* by Ibn al-Razzāaz al-Jazārī. Dordrecht (Netherlands), D. Reidel Publishing Company.
- Hill, Donald Routledge (Trad.).** 1978: *The Book of Ingenious Devices (Kitāb al-iyal) by the Banū (sons of) Mūsa bin Shākir*. Dordrecht (Netherlands), D. Reidel Publishing Company.
- Hill, Donald Routledge.** 1991: Mechanical Engineering in the Medieval Near East. *Scientific American*, 264(5), 100-105. <https://www.jstor.org/stable/24936907>
- Jiménez Martín, Alfonso.** 1975: Los Caños de Carmona: documentos olvidados. *Historia. Instituciones. Documentos*, 2, 317-28.
- Lévi-Provençal, Évariste; Dozy, Reinhart Pieter Anne; Colin, Georges Séraphin (Trads.).** 1967: *Al-bayān al-muğrib*. Beirut (Libano), Dar Assakafa.

- Llompart Bibiloni, María; Sastre Moll, Jaume.** 2013: Los libros de obra del palacio de la Almudaina y su relación con las rentas reales de la Procuración Real del Reino de Mallorca, primer tercio del siglo XIV. *Revista Española de Historia de la Contabilidad*, 18, 3-25. <https://doi.org/10.26784/issn.1886-1881.v10i18.64>
- Malpica Cuello, Antonio.** 1995: El agua y el poblamiento de la Alhambra de Granada, en *El agua en la agricultura de Al-Ándalus*. Barcelona (España), Lunwerg, 119-130.
- Malpica Cuello, Antonio.** 2003: La Hidráulica de La Alhambra, en Santos García, Florentino; Sáenz Ridruejo, Clemente; Aguiló Alonso, Miguel. (Eds.), *Ingeniería hispano musulmana: XII curso de verano de ingeniería civil, Toledo, 8 al 15 de julio de 2002*. Madrid (España), Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 223-246.
- Martínez Santos, Pedro.** 2013: *El Viaje de Agua de Amaniel*. Madrid (España), Publicaciones de los Amigos de la Dehesa.
- Miranda, Adriana de.** 2022: Play of water and function in the Mediterranean. En *Islamic Heritage 2022. 4th International Conference on Islamic Heritage Architecture and Art*. 13–15 July 2022, 141-49. Lisboa, WIT press.
- Montes Romero-Camacho, Isabel.** 1995: El trabajo de los mudéjares en el abastecimiento de agua a la Sevilla bajomedieval. Los moros cañeros y el acueducto de los Caños de Carmona, en *VI Simposio Internacional de Mudejarismo: Teruel, 16-18 de septiembre de 1993*. Zaragoza (España), Centro de Estudios Mudéjares. Instituto de Estudios Turolenses, 231-256.
- Muñoz Domínguez, José; Juan Félix Sánchez Sancho; José Carlos Sanz Belloso.** 2009: El estanque de la villa renacentista El Bosque de Béjar, una presa holandesa en Castilla. En *Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Valencia*. 21-24 de octubre 2009., editado por S. Huerta, A. Marín, R. Soler, y A. Zaragozá, 955-965. Madrid, Instituto Juan de Herrera.
- Navarro Palazón, Julio; Jiménez Castillo, Pedro.** 2012: La gestión del agua en la ciudad andalusí: el caso de Murcia. En *Patrimonio hidráulico y cultura del agua en el Mediterráneo*, editado por José María Gómez Espín y Rosa María Hervás Avilés, 105-43. Fundación Séneca, Campus Mare Nostrum, AECID.
- Orihuela Uzal, Antonio; García Pulido, Luis José.** 2008: El suministro de agua en la Granada islámica, en Grau Fernández, Marta. (Ed.), *Ars Mechanicae: Ingeniería medieval en España*. Madrid (España), Fundación Juanelo Turriano, 43-50.
- Passini, Jean; Paget, Adrien; Mermet, Eric.** 2018: Toledo medieval: la máquina hidráulica de al-Idrisi, en Rubio Rivera, Rebeca; Passini, Jean; Izquierdo Benito, Ricardo. (Eds.), *El agua en Toledo y su entorno. Épocas romana y medieval*. Toledo (España), Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. <http://doi.org/10.18239/ins.130.2018>
- Pizarro Berengena, Guadalupe.** 2013: *El abastecimiento de agua a Córdoba. Arqueología e historia*, Tesis doctoral, Universidad de Córdoba, Córdoba. <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/8623>
- Rabbat, Nasser.** 1985: The Palace of the Lions, Alhambra and the Role of Water in Its Conception. *Environmental Design: Journal of the Islamic Environmental Design Research Centre*, 2, 64-73.
- Ramos Ramos, Julián.** 1998: Las almunias de la ciudad de Toledo. *Tulaytula: Revista de la Asociación de Amigos del Toledo Islámico*, 3, 51-76. <https://toledoislamico.org/bibliografia/las-almunias-de-la-ciudad-de-toledo/>
- Ruiz Souza, Juan Carlos.** 2004: Castilla y Al-Ándalus. Arquitecturas aljamiadas y otros grados de asimilación. *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte* (U.A.M.), 16, 17-43.
- Romero Medina, Raúl.** 2014: Abastecimiento de agua y poder en la Edad Moderna. La obra de la fuente del palacio de los duques de Medinaceli en Cogolludo (1508-1648). En *Actas del XIV Encuentro de Historiadores del Valle del Henares*, 415-430. Alcalá de Henares, Institución de Estudios Complutenses Diputación Provincial de Guadalajara, Centro de Estudios Seguntinos Ayuntamiento de Sigüenza.
- Toribio Marín, Carmen.** 2015: *La forma del agua. Temas e invariantes en el jardín y el paisaje. Análisis de casos (Holanda-España, 1548-1648)*. Tesis doctoral, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid (España). <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.38753>
- Toribio Marín, Carmen; Duarte Rodrigues, Ana.** 2020: The Aesthetical Application of Water in Iberian Gardens, en Toribio Marín, Carmen; Duarte Rodrigues, Ana. (Eds.), *The History of Water Management in the Iberian Peninsula between the 16th and 19th Centuries*, Basel (Switzerland), Birkhauser, 253-279. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-34061-2>
- Torres Balbás, Leopoldo.** 1949: *Los Monumentos Cardinales de España VII. La Alhambra y El Generalife de Granada*. Madrid (España), Editorial Plus Ultra.
- Trillo San José, Carmen.** 2006: El agua en al-Ándalus: teoría y aplicación según la cultura islámica. *Tecnología del agua*, 271, 85-93.
- Trillo San José, Carmen.** 2008: El agua en las ciudades andaluzas: madina Garnata y su área periurbana (siglos XI-XV). En *Musulmanes y cristianos frente al agua en las ciudades medievales*, editado por María Isabel Del Val Valdivieso y Olatz Villanueva Zubizarreta, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha:103-123. Santander.
- Zecchino, Francesco.** 2002: La Villa di Poggiooreale, residenza degli Aragonesi a Napoli. *Delpinoa*, 44, 3-16.