

## PROBLEMÁTICA EN LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS ACUEDUCTOS COMO PATRIMONIO HISTÓRICO HIDRAULICO: PROPUESTA METODOLOGICA

Castro, M.M. y Bastos, A.D.

*Universidad de Cádiz*

**Palabras clave:** acueductos, protección, gestión, patrimonio histórico-arqueológico, metodología SIG.

Proponemos esta comunicación en el marco de este congreso y dentro del área temática, integración, territorio y paisaje, desde el ámbito de la disciplina histórico-arqueológica y la gestión y protección del patrimonio histórico y cultural, presentando una metodología para la delimitación, protección y por tanto conservación de los acueductos. Los acueductos, desde época romana hasta prácticamente el siglo XIX han abastecido de agua a la mayoría de ciudades y demás establecimientos humanos y se tratan de una pieza fundamental de los sistemas de gestión integral del agua desarrollados en las diferentes épocas históricas. Este tipo de patrimonio hidráulico presenta unas características propias que dificultan la protección y conservación de los mismos por parte de las autoridades competentes y que presentamos en este trabajo. Para finalizar presentaremos un caso práctico referente a la reconstrucción del trazado hipotético del acueducto romano de Cádiz y los riesgos y afecciones reales que presenta dicho elemento patrimonial.

### 1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ACUEDUCTOS COMO PATRIMONIO HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICO.

#### 1.1. La protección y conservación del patrimonio hidráulico.

Los acueductos son uno de los elementos más característicos y representativos de los sistemas de abastecimiento y gestión de aguas en diferentes épocas históricas. Presentamos este trabajo desde el ámbito de la protección del patrimonio histórico-arqueológico y cultural hidráulico, relacionado con el estudio de la gestión integral del agua, pretendiendo realizar una aportación a la denominada "cultura del agua". Debido a la toma de conciencia social de la escasez de este recurso vital, se está promoviendo a diferentes escalas la creación de una cultura común del agua que influya en el planteamiento y creación de políticas actuales de gestión integral del agua. Igualmente este concepto está en consonancia con la corriente que defiende la labor de recuperación y puesta en valor del patrimonio cultural e histórico relacionado con la gestión del agua de las diferentes épocas históricas, y a la recuperación de los saberes tradicionales en materia de gestión de aguas que pueda servir en la elaboración de políticas actuales (Hughes, 2006, 1-3; Hermon, 2006, 2008, 1-18; Hermon, 2008, 19-32)<sup>1</sup>.

La identificación, protección, gestión y conservación del patrimonio histórico y cultural es una labor realizada desde diferentes ámbitos, principalmente desde los organismos dedicados a la investigación y desde las administraciones públicas, las cuales poseen la competencia de su salvaguarda y protección jurídica, según establece la legislación, atendiendo al modelo de competencias autonómicas y mediante la creación de instituciones que gestionan y velan por la protección de nuestro patrimonio<sup>2</sup>. Estos organismos llevan a cabo una serie de estrategias de gestión aplicadas al patrimonio y fundamentadas en las denominadas CRM *Cultural Resources Management*<sup>3</sup>. Una de las estrategias de gestión que se ha convertido en el instrumento principal del diseño de las políticas de protección del patrimonio histórico por parte de las administraciones públicas, principalmente por los ministerios, consejerías, en algunos casos universidades o centros de investigación, es la creación de catálogos o inventarios de yacimientos y de patrimonio inmueble.

<sup>1</sup> Corriente que surge en EEUU alrededor de los años 70 del siglo pasado, denominada "Historia medioambiental", basada en la recuperación del conocimiento y los métodos empleados en la gestión de los recursos naturales en las diferentes épocas históricas con una traslación y una inversión en la actualidad. Importante dentro de esta corriente es el grupo de investigación dirigido por la profesora Ella Hermon y los coloquios y jornadas organizados relacionados con la gestión integral del agua de las sociedades históricas.

<sup>2</sup> En nuestro ámbito de trabajo, la Comunidad Autónoma de Andalucía, su regulación por medio de la Ley 14/2007 de Patrimonio Histórico de Andalucía y la creación del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico.

<sup>3</sup> Concepto surgido en EEUU en la década de los setenta, referente a los programas desarrollados por parte de las administraciones públicas para la investigación y la gestión de los recursos culturales del espacio y la preservación del patrimonio cultural, (Fowler, 1982).

## 1.2. Caracterización de los acueductos, presentación de la problemática en su protección y conservación como patrimonio histórico.

Los acueductos, como elemento histórico-arqueológico a delimitar, proteger y conservar, está relacionado con la recuperación de los conocimientos y técnicas de gestión del agua desarrolladas en territorios concretos en las diferentes épocas históricas. Este elemento patrimonial presenta unas características propias particulares que dificultan su conocimiento y por tanto su protección integral y la aplicación de estrategias de gestión por parte de los organismos competentes. Se trata de infraestructuras hidráulicas o conducciones destinadas al abastecimiento de aguas de un determinado emplazamiento, ya sea un núcleo urbano, centro de producción o de explotación. Están destinados a la captación y conducción de aguas, partiendo del principio del mantenimiento de una determinada pendiente con variación mínima que permita el transporte del agua, teniendo en cuenta la morfología del terreno. Este tipo de estructuras presentan una problemática específica debido a unas características determinadas:

- ▶ Su caracterización como estructuras patrimoniales lineales y continuas. Se extienden por el territorio de forma continua e ininterrumpida con un trazado de longitud variable, pudiendo alcanzar 80 km de longitud.
- ▶ Presenta diferentes soluciones constructivas en este afán de mantenimiento de la mínima pendiente en su adaptación a la topografía del terreno, pudiendo presentar el canal del acueducto en superficie, salvar desniveles de fuerte pendiente mediante estructuras como arcadas, construcción de sifones o excavación de túneles.

Estas características particulares provocan un trazado no homogéneo, con diferentes soluciones constructivas empleadas y una morfología determinada que dificulta su documentación en superficie mediante técnicas de prospección del terreno y por tanto un desconocimiento real del trazado de los acueductos como figura patrimonial a identificar, proteger y conservar.

Contamos con numerosos ejemplos en el territorio nacional de acueductos no protegidos desde el ámbito de la administración debido principalmente a su desconocimiento o a su conocimiento limitado, o que cuentan con una protección limitada, es decir solo están catalogadas sus partes visibles, monumentales y urbanas. Podemos citar a modo de ejemplo el caso del acueducto de los Caños de Carmona, que abastecía de aguas a la ciudad de Sevilla y que recientemente se ha realizado un estudio de documentación y exploración de su sistema de galerías (Asociación "Sociedad Espeleológica Geos", 2010, 205-223) o el caso que presentamos en esta comunicación referente a la situación actual del acueducto romano de la ciudad de Cádiz. Dicho acueducto presenta en la Base de datos del Patrimonio Inmueble de Andalucía-SIPHA<sup>4</sup>, cuatro registros diferentes para una misma estructura patrimonial, los registros hacen referencia al acueducto romano a su paso por el término municipal de San José del Valle, la estructura sifón del Valle de los Arquillos, las estructuras visibles en el término de Puerto Real en el paraje denominado Llanos de Guerra y los restos del acueducto a su llegada a la ciudad de Cádiz, quedando desprotegido su trazado íntegro y provocando una desprotección y una consideración discontinua del mismo<sup>5</sup>.

Ante esta problemática proponemos un método de aplicación a modo de técnica de prospección remota del territorio o modelo predictivo, con el objeto de conocer el trazado completo de los acueductos históricos y por tanto servir de herramienta para su posterior protección y salvaguarda. Dicho método está basado en la aplicación de metodología SIG. Los SIG han sido utilizados para la gestión y protección del patrimonio histórico arqueológico, por una parte para la elaboración de modelos predictivos de localización de yacimientos, y como uno de los métodos empleados en los CRM y la prospección arqueológica<sup>6</sup>, Los SIG son una herramienta utilizada en los estudios históricos del territorio debido a la posibilidad que ofrecen de asociar la información histórica a la información geográfica y la realización de análisis espaciales a partir de variables históricas<sup>7</sup>.

## 1.3. Propuesta metodológica

Las referencias y el seguimiento del trazado del acueducto de Gades comenzaron a plasmarse por escrito casi inmediatamente después de su abandono. Ya los musulmanes lo nombraron (Martínez, 1998; Abellán, 2005)<sup>8</sup> y tras éstos, en lo sucesivo, los cristianos medievales, los huma-

<sup>4</sup> Elaborado por el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (IAPH).

<sup>5</sup> Registros referentes al acueducto romano de Cádiz en la Base de Datos de Patrimonio Inmueble de Andalucía, del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico-SIPHA. Denominación: Acueducto romano en el término municipal de Cádiz, código 110120084. Denominación 2 Acueducto romano a su paso por el término municipal de Jerez de la Frontera, Acueducto romano de los Arquillos, código 110200097. Denominación 3: Acueducto romano del Tempul, San José del Valle, código 119020085 y denominación: Acueducto romano, término municipal de Puerto Real, Llanos de Guerra, código 110280030)

<sup>6</sup> A partir de los años 60 debido a la necesidad de prácticas de localizar, identificar y gestionar las evidencias arqueológicas en países donde la expansión urbanística amenaza el patrimonio arqueológico y que se ha utilizado los SIG a la prospección superficial, análisis espaciales y territoriales y a la gestión de inventarios (García Sanjuán, 2005, 161).

<sup>7</sup> Los SIG han sido utilizados en el estudio de estructuras patrimoniales lineales de diferentes épocas históricas, de características similares a los acueductos, como por ejemplo las trazas de la división del territorio rural o el análisis de las red viaria en la antigüedad, véase (Vermeulen, 2002).

<sup>8</sup> Vistos en (Lagóstena y Zuleta, 2009, 124-125).

nistas<sup>9</sup> y los ilustrados. Del tiempo de éstos últimos se conocen los documentos que resultaron de la investigación que el conde O'Reilly encargó a varios ingenieros de la época con la firme intención de rehabilitar el acueducto romano para el abastecimiento de la ciudad (Lagóstena y Zuleta, 2009, 139). Investigaciones actuales (Baena, Blasco y Quesada, 1997) intentaron aplicar ya las nuevas tecnologías a estudios de restitución del trazado, consiguiendo asombrosos resultados pero fallando aún en la calibración y exactitud.

Partiendo de toda esta documentación, y de la información arqueológica recogida en el campo tras numerosas salidas, en el *Seminario de Estudios Económicos de Historia Antigua y Medieval Agustín de Horozco* de la Universidad de Cádiz elaboramos una propuesta del trazado hipotético del acueducto romano de Cádiz utilizando herramientas propias de los Sistemas de Información Geográfica y programas informáticos de teledetección<sup>10</sup>.

La metodología que aplicamos para ello fue el estudio de la topografía del terreno, mensurada a partir de las cotas y las curvas de nivel, intentando restituirla en la medida de lo posible a como podría encontrarse en época romana. Incorporamos las capas referentes a la hidrografía, dimos un valor numérico a la supuesta fuerza de trabajo necesaria para la construcción de las distintas soluciones arquitectónicas (*arcuaciones, substructiones, galerías y siphones*) y marcamos puntos conocidos a través de los restos observados en el campo. Mediante la interpolación de estos datos y la utilización de la herramienta de ArcGIS, "Shortest path", conseguimos crear un "track" que reflejaba de forma fidedigna el camino que debió seguir el acueducto romano de Cádiz hasta su punto último en las puertas de la ciudad. Estos resultados fueron comparados con los restos que describían los informes para el conde O'Reilly, así como con los que aún se podían encontrar en pie en 1956<sup>11</sup>. Así pues, gracias a esta metodología, se podrá llevar a cabo el trabajo de verificación que deberá ser concluido con futuras visitas al campo.

Y es precisamente en este sentido en el que queremos proponer una metodología con la que se pueda desarrollar un protocolo de protección y conservación de elementos patrimoniales con las características que muestran los acueductos, como hemos explicado anteriormente.

## 2. EJEMPLO DE APLICACIÓN, EL ACUEDUCTO DE CÁDIZ.

El caso del acueducto romano de Cádiz puede ser considerado extraordinario por diversas cuestiones tanto históricas como técnicas. De una parte se destaca la gran longitud de su trazado, que discurre a través de más de 70 km por territorios que ya desde antiguo correspondían a diferentes entidades municipales. Ésto requeriría la creación de jurisprudencias en cuanto al mantenimiento y protección de la obra hidráulica por parte de sus contemporáneos. Esta legislación se mantendría mientras el acueducto siguiese en uso y, aunque desapareciese tras su abandono, los testimonios estructurales que hoy denominamos restos patrimoniales perdurarían.

Del hecho de que en el siglo XVIII se iniciase una investigación con la intención de averiguar si podría ser reutilizado el acueducto para llevar de nuevo agua a la ciudad, debemos deducir que los restos debían estar visibles y no en demasiado malas condiciones. A pesar del esfuerzo que se realizó, la iniciativa fue abandonada y desde entonces el acueducto cayó en el olvido.

### 2.1. Presentación de la delimitación y las medidas de protección del acueducto de Cádiz.

Como hemos indicado, el acueducto romano de Cádiz recorrería más de 70 km hasta llegar a las cisternas que distribuirían sus aguas por la antigua ciudad. Para esta comunicación presentaremos el estudio realizado sobre el trazado entre los puntos de "Manantial del Tempul" (t.m. San José del Valle) y "Torre de Los Arquillos" (t.m. Puerto Real).

Al "track" que obtuvimos con la antedicha metodología, le aplicamos una opción de "buffer" para poder delimitar un área de protección prudencial que acompañara a todo el trazado<sup>12</sup>. La intención última, que hemos querido insinuar con anterioridad, es la creación de una predicción que ayude al conocimiento del trazado íntegro del acueducto y no, como ha ocurrido hasta ahora, de tan sólo puntuales hallazgos que por lamentable destrucción, simple azar o laboriosa dedicación arqueológica se conocieran.

### 2.2. Ejemplos concretos, riesgos y afecciones del acueducto.

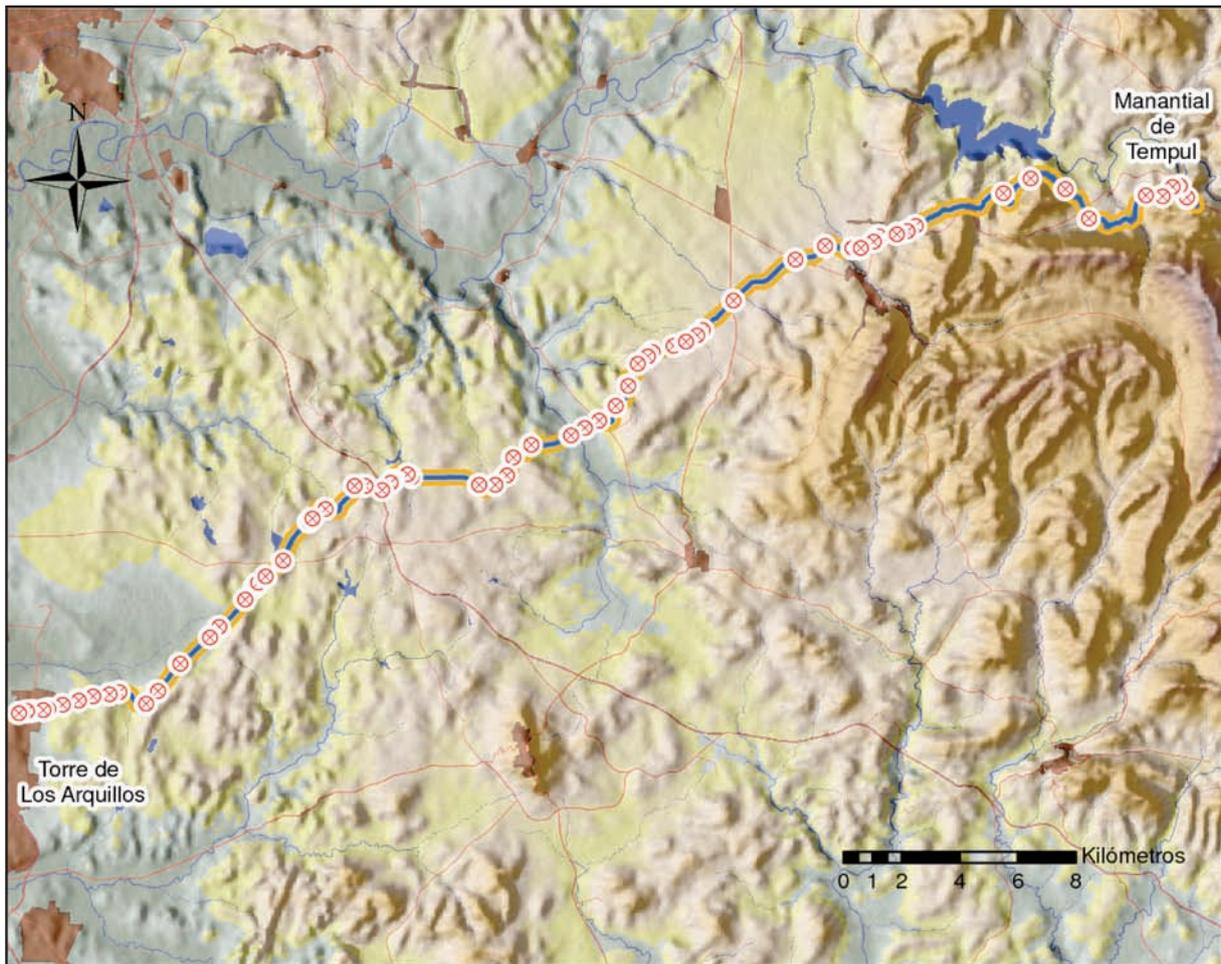
En la ejecución de esta investigación llegamos a identificar hasta 65 afecciones de distinta índole en las que cabría señalar como las más dañinas aquellas provocadas por vías de tránsito (autovías, carreteras nacionales y comarcales y caminos rurales y forestales) y conducciones modernas (oleoductos, gaseoductos y acueductos). Así mismo hemos encontrado ejemplos de transformaciones del medio por causa del hombre

<sup>9</sup> Como Agustín de Horozco en su *Historia de la ciudad de Cádiz*.

<sup>10</sup> Véase (Lagóstena, Zuleta, Castro, Bastos y Talavera, en prensa); (Lagóstena y Zuleta, 2009); (Zuleta y Bastos, 2009).

<sup>11</sup> Para esta comprobación se utilizaron las ortofotografías de la zona realizadas por el denominado "Vuelo Americano" entre los años 1956 y 1957.

<sup>12</sup> Así se realizó en anteriores ocasiones demostrando ser un método extremadamente valioso y eficaz (Zuleta y Bastos, 2009).



Mapa 1. Representación del trazado y las afecciones observadas.

tan violentas que han arrasado o amenazan por arrasar por completo cualquier resto patrimonial que pudiera conservarse; tales son los casos de minas, canteras, parques de energía eólica, etc.

Cabe destacar, como observación derivada de la investigación, que en no pocas ocasiones las agresiones al acueducto se realizaron de forma longitudinal, es decir, a lo largo de un trecho de la traza, y sobre todo por elementos de infraestructura con características y requisitos constructivos similares a los de la antigua canalización (como carreteras y conducciones). Ésto es así debido a que las necesidades técnicas que requieren estas obras son prácticamente las mismas que aquellas a las que atendían los ingenieros romanos, sobre todo curvas de nivel, pendientes y tipos de suelo. Este hecho podría ayudar a identificar, en adelante, futuros desperfectos en elementos patrimoniales lineales pues, de conocerse la existencia de éstos en las proximidades, conoceríamos mejor su desarrollo en el espacio.

Desde su zona de captación, señalaremos someramente las intrusiones más graves que afectaron a los posibles restos del acueducto romano de Cádiz.

A escasos 500 metros de su nacimiento se encuentra ya su primera afección. Se trata de la carretera que discurre por la antigua Cañada Real de la Sierra en el paraje de Los Cuquillos. El acueducto romano entraba en galería por una zona que es paso natural entre El Vicario y Tempul. Con la construcción de la vía, su nivelación y cimentación, se debió arrasar el acueducto, quedando sólo algunas huellas de éste en los lindes de la misma. En la construcción de una conducción hidráulica posterior que abastecía a la ciudad de Jerez de la Frontera, el acueducto del ingeniero D. Ángel Mayo<sup>13</sup>, de finales del siglo XIX, se descubrieron restos de la obra romana. Ambas conducciones mantendrían dirección, altitud y trazado muy similares hasta el paraje conocido como Vegas de Elvira.

Otro tipo de intrusión sobre el trazado es la que ejercen las edificaciones rurales, tales como los cortijos, y sus vías de acceso. Tenemos así, por ejemplo, parte del Cortijo de Fuente Imbro, del Cortijo de Vegas de Elvira, el Cortijo La Arenosa, el Cortijo de los Isletes Bajos, el Cortijo de las

<sup>13</sup> Para más información (Mayo, 1983)

Piletas, etc. Asimismo sabemos que afectaron al trazado del acueducto romano la creación de gavias para el desagüe de los campos de cultivo que atraviesan, en numerosas ocasiones, el "track" que elaboramos.

Como ya comentábamos con anterioridad, hemos analizado también la repercusión de la construcción de oleoductos, gaseoductos y acueductos modernos<sup>14</sup> en la traza del romano. Así pues, aparte de la mencionada obra hidráulica del ingeniero Ángel Mayo que discurre procurando no destruir los restos patrimoniales, hemos constatado las intrusiones del gasoducto Tarifa-Córdoba en la zona llamada de los Isletes Bajos, y la del oleoducto de San Roque-Rota-Arahal-Morón de la Frontera en la zona de Haza Mariana. Estas afecciones se debieron a que no se tenía conocimiento o figura legal alguna para proteger el trazado del acueducto romano.



**Mapa 2.** Propuesta de trazado del acueducto romano de Cádiz (azul) y "buffer" (naranja) a su paso por Malduerme II.

Por último señalar la agresión más destructiva que hemos encontrado al trazado del acueducto romano. Se trata de la Explotación Minera Malduerme II. La construcción local principal se efectuó en 1960 con uso residencial. Posteriormente se dedicó el terreno aledaño para uso industrial<sup>15</sup>, concediéndose permisos para la extracción de arenas silíceas. Como se puede observar en la imagen, el trazado del acueducto atravesaba completamente lo que hoy día es el espacio minero.

### 3. CONCLUSIÓN

Esperamos que con esta investigación hayamos contribuido a la protección y conservación del patrimonio histórico-arqueológico, vinculado en esta ocasión a los recursos hídricos que se aprovechaban en la Antigüedad, mediante la aplicación de una metodología que utiliza los recursos informáticos y los Sistemas de Información Geográfica.

<sup>14</sup> Esta información la hemos obtenido de las capas correspondientes a "Infraestructuras Energéticas" e "Infraestructuras Hidráulicas" de la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía (IDEA).

<sup>15</sup> Esta información la hemos obtenido de la cartografía de la Dirección General del Catastro del Ministerio de Economía y Hacienda.

Sin duda, para entender la imperativa necesidad de protección de este elemento vital para la subsistencia debemos aprender de nuestros errores evitando otros en el futuro.

## Bibliografía

- Asociación "Sociedad Espeleológica Geos" (2010): "El Acueducto a Sevilla desde Alcalá de Guadaíra", en *Las técnicas y las construcciones en la Ingeniería Romana, V Congreso de las Obras Públicas romanas*, 205-223.
- Baena, J., C. Blasco y F. Quesada (eds.) (1997): *Los S.I.G. y el análisis espacial en arqueología*, Madrid.
- Fowler D. (1982): "Cultural resources management", Schiffer, M. (ed.) *Advances in Archeological Method and Theory*, vol. 5, New York, 1-50.
- García Sanjuán, L. A. (2005): *Introducción al reconocimiento y análisis arqueológico del territorio*, Barcelona.
- Hermon, E. (2008): "The Integrated Water Management Approach as a Paradigm for the Analysis of Transfer in Time and Space of Water Management-Related Knowledge " en E. Hermon (dir.) *L'eau comme patrimoine : de la Méditerranée à l'Amérique du Nord*, Québec, 19-32.
- Hermon, E. (2009) : *Société et climats dans l'Empire romain. Pour une perspective historique et systémique de la gestion des ressources en eau dans l'Empire romain*, Napoli.
- Hermon, E. (2008) : " Introduction. Pour une histoire comparée de la gestion de l'eau : savoirs traditionnels et pratiques modernes" en E. Hermon (dir.) *L'eau comme patrimoine : de la Méditerranée à l'Amérique du Nord*, Québec, 1-18.
- Hughes, J. D. (2006), *What is Environmental History?, col. What is History?*, London.
- Mayo, A. (1983): "Memoria relativa a las obras del Acueducto del Tempul para el abastecimiento de aguas a Jerez de la Frontera", en *Anales de Obras Públicas 5*, Madrid. Edición facsímil de AJEMSA, Jerez de la Frontera.
- Lagóstena Barrios, L. G. y F. de B. Zuleta Alejandro (coord.) (2009): *La captación, los usos y la administración del agua en Baetica: estudios sobre el abastecimiento hídrico en comunidades cívicas del conventus Gaditanus*, Cádiz.
- Lagóstena Barrios, L. G., F. de B. Zuleta Alejandro, M. M. Castro García, A. D. Bastos Zarandieta y J. Talavera Costa (en prensa): "Infraestructuras hidráulicas en Baetica: propuesta para el estudio del trazado de sus acueductos", en *Actas del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida. Sistemas de Información Geográfica y análisis arqueológico del territorio (2007)*, Mérida.
- Vermeulen, F., B. Hageman y T. Wiedemann, (2002) "Photo-interprétation et cartographie des systèmes spatiaux anciens : l'archéologie des routes et parcelaires en Belgique " en M. Clavel-Lévêque y A. Orejas (dirs.) *Atlas historique des cadastres d'Europe II*, Luxembourg, Dossier 5T.
- Zuleta Alejandro, F. de B. y A. D. Bastos Zarandieta (2009): *Análisis Geomático del trazado del acueducto Tempul-Gades. Captación, usos y administración del agua en los municipios de la Bética romana*.