

PRESENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA DE GESTIÓN GLOBAL EN ARQUEOLOGÍA: CVSIG, UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES EN ARQUEOLOGÍA

POR

M. Á. BRU CASTRO*, M. RETUERCE VELASCO**, M. FARJAS ABADÍA***

RESUMEN

En el presente artículo se exponen las bases para un nuevo proyecto de gestión del yacimiento arqueológico de Calatrava la Vieja (Carrión de Calatrava, Ciudad Real), en el que se plantea la implantación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) como sistema de gestión global, utilizando como herramienta los SIG, y su potencialidad como integrador de informaciones cartográficas a diferentes escalas, indispensables en la continua codificación gráfica de la información arqueológica, con informaciones documentales de diverso ámbito y entidad, presentadas en bases de datos.

Se analizan en el artículo una serie de pautas fundamentales, a tener en cuenta en un proyecto de esta envergadura, que deben servir de referencia a lo largo del trabajo, de esta forma se presentan las cuestiones claves de interés que puede conllevar la aplicación de estas herramientas en la gestión de un yacimiento arqueológico, así como de su entorno tanteando las posibilidades de su proyección y utilidad. A partir de esta presunción, se presenta la compleja diacronía del complejo de Calatrava «la Vieja», desde su primera ocupación en la Edad del Bronce, hasta su abandono en el siglo xv, destacando su continuidad y la importancia de nuestras actuaciones que han de ser igualmente expuestas. Partiendo de este «palimpsesto» evolutivo presentado, se analizan las posibilidades que ofrecen los SIG a través de las diferentes relaciones que podamos obtener con las Bases de Datos y analizando la potencialidad de su aplicación en estudios *inter-site*. Además, se plantean las premisas que debería tener la Base de Datos, «caballo de batalla» fundamental para la correcta inserción digital de datos, para su interrelación con otros datos y con el posterior análisis y estudio de sus relaciones con las diferentes realidades del yacimiento.

En último lugar exponemos las primeras pautas de trabajo que hemos realizado en la codificación digital del yacimiento y de su georreferenciación espacial, para su posterior inserción en el Sistema de Información Geográfico. Éste exige una correcta ubicación geo-espacial, y con ello un amplio trabajo de aplicaciones topográficas para crear una geometría espacial y una cartografía de calidad suficiente para insertar información real de las diferentes evidencias,

que se pueden encontrar en un yacimiento de estas características.

SUMMARY

On this paper there will be exposed the aim for a new project to manage the archaeological site of Calatrava la Vieja (Carrión de Calatrava, Ciudad Real), considering the implementation of a «Space Data Infrastructure» (IDE) as a global managing system, using GIS tools by its capacity to consolidate cartographic information in different scales, necessary for the continuous graphic codification of the archaeological information, coming from different sources as field and nature, registered on the data bases.

This article analyzes the basic and fundamental guidelines to be considered on a project of this magnitude, and should be reference along the work, as the way to show up the key questions that can arise with the application of these tools on the management of an archaeological site, also as its environment considering the possibilities on further utilities. Considering what we have mentioned below as the starting point, we present the complex evolution in time of the habitable structure of Calatrava la Vieja, from its first occupation on the bronze age until its abandonment in the 15th century, emphasizing its continuity and the relevance of our actions that have to be registered as well. From this evolutive «palimpsest» presented, the possibilities offered by the GIS are analyzed through the relations that we could obtain from the data bases and analyzing the potentiality of its application on *inter-site* studies. Those are the premises that a Data Base should have to enter correctly the digital inputs, to interrelate with other inputs for further analysis of the different realities of the archaeological site.

Finally, we would like to put forward the initial work guidelines that we have done on the digital codification of the archaeological site and its geographic-space reference, for its further GIS input. This will demand a correct geographic-space location and a large topographic application works to create a space geometric and a high quality cartography enough to input real information of the different evidences that can be found in a site like this one.

PALABRAS CLAVE: Edad del Bronce, Edad del Hierro, Edad Antigua, Edad Media, Calatrava la Vieja, IDE, *inter-site*, ubicación geo-espacial, cartografía.

KEY-WORDS: Bronze Age, Iron Age, Ancient Age, Middle Age, Calatrava la Vieja, SDI, *inter-site*, geographic-space location, cartography.

* Becario de Posgrado de la Universidad Autónoma de Madrid. E-mail: miguelangel.bru@uam.es

** Director del yacimiento de Calatrava «la Vieja». E-mail: nrt.sc@terra.es

*** E.T.S.I. en Topografía, Geodesia y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid. E-mail: m.farjas@upm.es

INTRODUCCIÓN, PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto CVSIG se presenta desde un principio como un nuevo sistema de gestión de datos en arqueología que, en concreto, pretende centrar la compleja labor interdisciplinar de diversos equipos de investigación, creando una Infraestructura de Datos Espaciales, que tiene como fin albergar la información planimétrica y contextual de los diferentes bienes patrimoniales, tanto muebles como inmuebles, permitiendo una mayor accesibilidad y análisis de los datos, y facilitando el desarrollo de una interpretación de la compleja variación ocupacional del yacimiento de Calatrava la Vieja¹.

Nuestro planteamiento además, no encierra el área exclusiva de aplicación del yacimiento, sino que plantea el manejo de diferentes escalas de información, trabajando en los medios de explotación y desarrollo económico de las áreas circundantes, así como la posibilidad de análisis de vinculaciones materiales halladas en el yacimiento, con materias primas del entorno, traducándose en estudios de explotación metalúrgica (Barrio *et alii*, 2008), monetaria (Hernández-Canut, Hervás y Retuerce, 2006) o ceramológica (Zozara, Retuerce y Aparicio, 1995; Thiriot, J., Hervás, M.Á. y Retuerce, M., 2008; Hervás, Retuerce y Thiriot, 2009; Melero, Retuerce y Hervás, 2009; Pérez y Retuerce, 2009; Retuerce, Hervás y Juan, 2009) hasta análisis de patrones zoo-arqueológicos y sus correspondencias con su entorno (Morales *et alii*, 1988; Aguilar, 1990; Roselló y Morales, 1991). El proyecto no se centra sólo en un período del yacimiento, el medieval, si no que pretende abarcar todo el patrimonio circundante, para de esta forma tener una gran variabilidad de datos y del conocimiento de la ocupación de esta franja del río Guadiana.

Por otro lado, no deseamos dejarnos ensimismar por la tecnología y su evolución y no queremos tratar los objetos como meros elementos aislados en el espacio; asimilamos la concepción del espacio y del territorio arqueológico como lugar de desarrollo de identidades, de transformaciones, contactos y reflejo de los cambios sociales, pero también como un lugar de

¹ Este proyecto basa gran parte de su diseño teórico, en otras aplicaciones desarrolladas en Europa, en concreto en la escuela italiana de Siena, donde los estudios *intra-site* (o del yacimiento) están reportando un gran apoyo en la continua y compleja codificación de datos de las excavaciones intensivas, para una mayor explotación de los datos en las etapas interpretativas. Por poner algunos ejemplos relevantes, citamos el ya clásico trabajo de la colina del Poggio Imperiale (Poggibonsi) (Nardini 2000) o, entre otros, el que se desarrolla en el yacimiento del Castillo de Miranduolo (Chiusdino, Siena) (Peripimeno, 2006; Peripimeno y Salzotti, 2006).

memoria, donde la sociedad grababa, y aún en la actualidad graba, su conceptualización del paisaje o del espacio circundante (Bernand y Ashmore, 1999)². Pero no por ello queremos ignorar la importancia que la ubicación y la contextualización de la cultura material nos facilita para el planteamiento analítico posterior. Comprendiendo que si esta premisa es necesaria, creemos que debe equilibrarse con las nuevas aproximaciones metodológicas, y no tratando los datos como algo exterior a la cultura (Clarke 1968; Hodder 1986). No siendo este párrafo una excusa para salvaguardar nuestros estudios de etiquetas procesualistas, si no para evidenciar en un corto espacio explicativo que se pueden compaginar, gracias al uso de estas herramientas, diferentes tipos de análisis.

Antes de continuar con el planteamiento, queremos destacar que éste se inscribe en una línea de investigación de sistemas de adquisición de datos patrimoniales, tratamiento y gestión de los mismos, que tendrá como fin la realización de una tesis doctoral sobre esta nueva metodología de aplicación para la gestión patrimonial en el yacimiento de Calatrava «la Vieja». La investigación se ve favorecida por el apoyo, tanto documental como personal, de los directores del yacimiento —Dr. Manuel Retuerce y D. Miguel Ángel Hervás—, que colaboran de forma activa en el desarrollo del mismo. Por otra parte, existe un grandísimo apoyo interdisciplinar por parte de la Dr. Mercedes Farjas (Universidad Politécnica de Madrid (UPM)) y del Dr. Julio Zancajo (Universidad de Salamanca), así como del equipo de investigación «Gestión del Patrimonio Cultural y Nuevas Tecnologías» (UPM).

REFLEXIONES PREVIAS A LA GENERACIÓN DEL PROYECTO

Antes de plantear un proyecto de estas características, creemos fundamental hacer una reflexión crítica previa del fin que se obtiene con el desarrollo de estas herramientas y su aplicación en la gestión arqueológica. Con tal finalidad, nos planteamos una serie de preguntas básicas.

¿Qué es el CVSIG? El Sistema de Información Geográfico, o si se quiere Sistema de Información Arqueológico de Calatrava la Vieja, se presenta como un proyecto y una herramienta de gestión de datos que vincula la enorme variedad de documentación e

² Rescatando una descripción postprocesualista del territorio «...the landscape is constituted as an enduring record of — and testimony to— the lives and works of past generations who have dwelt within it, and in so doing, have left there something of themselves.» (Ingold 1993: 152).

información que el yacimiento nos brinda de una forma enmarañada. Se pretende así reconstruir la evolución del lugar, tanto social, como política, económica, constructiva, religiosa, etc. a través de las realidades materiales registradas en el proceso de excavación, de este importante enclave medieval de la Meseta, pero cuya ocupación por parte del hombre se remonta a la Edad del Bronce.

¿Por qué? La realidad que nos encontramos tras más de 24 años de excavación y estudio en el yacimiento, es de una continua e incesante actividad constructiva y ocupacional del cerro de Calatrava la Vieja, así como una evolución del paisaje y de sus rutas de comunicación y explotación del entorno. Además, nuestras mismas actuaciones y restauraciones varían el entorno sedimentario y de conservación, por lo que es necesario conocer, registrar y almacenar de forma gráfica toda la variación que se produce en el yacimiento, para de esta forma evidenciar el proceso evolutivo que ha sufrido y sufre el lugar.

¿Para qué? Para conseguir una nueva información digital que permita ser cruzada, visualizada e interrogada, consintiendo ser analizada a la vez que conservada en una misma estructura de datos. Además, se trata de abstraer los datos e insertarlos dentro de un sistema que permita analizar de forma conjunta su realidad espacial y sus características.

¿Qué se busca? No centrarse únicamente en un análisis del entorno y del paisaje, si no además servir de estructura de gestión de todo el conjunto del yacimiento, partiendo del uso de la multiplicidad de escalas, pretendiendo reproducir lo más fielmente posible la realidad física que nos encontramos y que intervenimos, para después interpretar y crear nuestros modelos. En definitiva, usando la herramienta SIG en toda la «profundidad» posible.

¿Qué se pretende solucionar? La dificultad de visualización, almacenaje y consulta de la enorme cantidad de datos que se generan campaña tras campaña y que finalmente provocan sin querer otro problema añadido y continuo de gestión y análisis. Con ello, se pretende facilitar la visualización e información de todas las evidencias posibles y estructuras que se nos presentan en el yacimiento de Calatrava la Vieja, para así poder ayudar a la generación de interpretaciones de la realidad y de sus posibles causas.

BREVE HISTORIA EVOLUTIVA DEL YACIMIENTO

Aunque es complejo sintetizar la evolución de este importante asentamiento meseteño, lo encontramos

necesario para comprender la enorme heterogeneidad de datos que este mismo presenta, y que han hecho que precisamente se plantee el proyecto de gestión de datos arqueológicos que estamos analizando.

Calatrava la Vieja se encuentra situada al norte del término municipal de Carrión de Calatrava, en la provincia de Ciudad Real. La ocupación de este enclave estratégico se caracteriza por el aprovechamiento de un cerro en la vertiente sur del río Guadiana. (fig. 1).

El primer poblamiento constatado del área, nos retrotrae a la Edad del Bronce en lo que se conoce en esta zona, como el poblamiento de las Motillas o las Morras, en la zona de Albacete, y que en nuestro yacimiento presenta una ocupación en el área norte del mismo. Su conocimiento es limitado por la gran potencia de la ocupación medieval, pero por referencia a otros trabajos de excavación, como el de la Motilla de Azuer, podemos intuir su potencialidad e importancia constructiva (Najera y Molina 2004).

Lo que interesa en nuestro proyecto es no estancarnos en el estudio nuclear más evidente, el medieval, y avanzar en el análisis del entorno ocupacional de esta área, para conocer así las pautas ocupacionales diacrónicas de todo el entorno; y con ello generar un producto de información que incluya el conocimiento del patrimonio existente en el área pudiéndose actualizar según se vaya ampliando ese conocimiento.

De esta forma y continuando con la evolución histórica, se han comenzado a documentar una serie de muros, que interpretamos se vinculen a una ocupación ibérica, que se relaciona con la gran cantidad de cerámica ibérica residual encontrada tanto en el yacimiento intramuros, como en la prospección extensiva de un área más amplia.

La primera constatación escrita se refiere a la fundación islámica de este asentamiento en época Omeya (Al-Himyari, ed. 1938: 196), vinculada por su epónimo a algún personaje, los *Rabah*, de posible procedencia Siria. De época anterior, se atestiguan restos cerámicos de una ocupación romana o tardoantigua, y algunos *spolia* que, llevados allí en época andalusí, se vinculan a Oretum, la capital romana y visigoda de la región.

En época omeya, Calatrava fue la capital de una extensa región dividida en numerosos *iqlim* (distritos). Se hallaba situada en el centro de la submeseta sur, en un importante cruce de caminos al abrigo del cual adquiriría gran desarrollo urbano y un indudable valor geopolítico y estratégico. Por Calatrava pasaba la ruta principal entre Córdoba y Toledo, y también los caminos de Mérida a Calatayud y del Atlántico a Levante, lo que generaba un intenso trá-



Fig. 1. Imagen aérea oblicua de Calatrava «la Vieja», vista general desde el sur-este, 2001 [Imagen M. Retuerce Velasco].

fico comercial y la convertía, al mismo tiempo, en punto clave del sistema defensivo de la Meseta, cubriendo los accesos a Córdoba frente a los reinos cristianos del norte (Retuerce y Hervás, 2004).

La importancia de Calatrava se acentuó a raíz de su destrucción por parte de los rebeldes toledanos (853-4/ 239 H) y de su inmediata reconstrucción por orden del emir Muhammad I (Manzano 1991: 289), momento en el que se fortificó todo el perímetro del cerro y se reconstruyó y amplió la fortificación anterior, que pasó a desempeñar la función de alcázar. A partir de entonces, y como cabeza de una amplia región, Calatrava se convirtió en el punto más importante de apoyo del poder omeya cordobés en la Frontera Media.

Tras la caída del Califato, en 1031, Calatrava gozó de cierta independencia y notable prestigio, al tiempo que los reinos taifas de Sevilla, Córdoba y Toledo se disputaban su posesión. Como consecuencia de

la batalla de Zalaqa (1086), los almorávides se apoderaron de toda la región, llegando hasta las inmediaciones de Toledo. A partir de entonces, *Qal'at Rabah* se convertirá en el más importante núcleo islámico frente al Toledo cristiano.

En 1147, en pleno declive del poder almorávide, la ciudad fue tomada por Alfonso VII, convirtiéndose entonces en la plaza cristiana más avanzada frente a los musulmanes. Ante la dificultad que suponía la defensa de una región tan amplia y tras fracasar la encomienda dada a los templarios, Sancho III de Castilla entregó la plaza a la Orden del Cister (1158), lo que dio lugar al nacimiento de la primera Orden Militar hispana, que adoptaría el nombre propio del lugar (Retuerce y Hervás, 2004).

Como cabeza de la Orden de su mismo nombre, Calatrava permaneció integrada en el reino de Castilla hasta 1195, año en que los almohades la recuperarán

para el Islam, a raíz de su victoria sobre Alfonso VIII en la batalla de Alarcos. No obstante, el propio Alfonso VIII la retomará definitivamente en 1212, pocos días antes de la batalla de las Navas de Tolosa (Jiménez de Rada, ed. 1989: lib. VIII, cap. VI).

La plaza, que volvió inmediatamente a manos de la Orden de Calatrava, inició a partir de entonces un irreversible proceso de decadencia. La nueva realidad política de la región provocó la completa desarticulación de los condicionantes geoestratégicos que habían asegurado durante siglos la prosperidad de la ciudad. Ésta, ubicada en un lugar malsano y demasiado lejos de la nueva línea de frontera, no era ya la sede más adecuada para la Orden, cuya cabeza se trasladaría muy pronto, en 1217, a la antigua fortaleza calatrava de Dueñas, unos sesenta kilómetros más al sur, que a partir de ese momento sería conocida como Calatrava la Nueva. La antigua Calatrava, citada desde entonces como Calatrava la Vieja, quedó como cabeza de una encomienda más de la Orden. Pocas décadas después, la fundación de Villa Real (Ciudad Real) supondría la condena definitiva de la vieja ciudad del Guadiana: la ciudad regia no sólo substituyó en importancia a Calatrava la Vieja a nivel comarcal, sino que, además, provocó un ligero desvío del camino de Córdoba a Toledo, dejando a Calatrava fuera de la principal ruta de la región (Retuerce y Hervás, 2004).

Así, el ya entonces pequeño asentamiento calatravo continuó languideciendo, sin llegar a alcanzar la Edad Moderna. En los primeros años del siglo xv, la sede de la encomienda fue trasladada unos kilómetros más al oeste (al actual despoblado de El Turriello), y poco después a Carrioncillo (hoy Carrión de Calatrava). A comienzos del siglo xvi, Calatrava aparece ya completamente abandonada, convertida en un despoblado arruinado próximo al viejo camino entre Andalucía y Toledo, tal como demuestran los testimonios de ilustres viajeros de la época.

Desde entonces se mantendrá un culto en la iglesia calatrava del alcázar, que posteriormente se trasladará a la ermita actual que seguramente reutilice las estructuras de una mezquita del arrabal.

A partir de 1984 se iniciaron las primeras excavaciones que tuvieron su pleno auge en la formación del Parque Arqueológico Alarcos-Calatrava, y que han permitido actuaciones tanto de excavación como de reconstrucción, de diferentes evidencias constructivas del mismo yacimiento. Por supuesto nuestro fin, en el proyecto, no es limitar el trabajo a las estructuras exhumadas o trabajadas sino también dejar constancia de aquellas reconstrucciones planteadas para su posterior criba interpretativa.

GENERACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN *INTRA-SITE*

Partiendo de esta base en la que observamos un auténtico palimpsesto documental, como definía la realidad arqueológica la *Field Archaeology* en 1974 a través de Aston y Rowley (1974), se define una enorme cantidad de datos disociados, que debemos analizar, documentar e interpretar, creando con ello una estructura de datos conjunta e interrelacionada, que permita vincular información dispersa, y que logre generar un estudio de ubicación e interrelación de datos, para su posterior interpretación. Creemos, de esta forma, elemental la generación de un proyecto SIG, que deberá tener su acento en la vinculación de las bases de datos, alfanuméricos y geoespaciales, con los formatos vectoriales y raster traducidos gracias al SIG, en una cartografía dinámica e interrelacionable, a la vez que cuestionable por métodos analíticos típicos de estas herramientas, ya sea a través del lenguaje *SQL*, del sistema *overlay*, de *buffers* u otros, pero siempre vinculados a una fase de adquisición de datos, georreferenciación e introducción en parámetros alfanuméricos fundamentales para el desarrollo de su posterior estudio analítico. Esta estructura deberá funcionar como una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) gestionando la información a través de la enorme potencialidad de las Bases de Datos (Forte 2002; Weatherly y Gillings 2002; Conolly y Lake 2006).

Las Bases de Datos Geoespaciales serán, de este modo, nuestro «caballo de batalla» para la abstracción espacial de la realidad física del yacimiento, por lo que su diseño deberá permitir que las Unidades Estratigráficas sean los elementos vinculantes elementales, que generen el soporte de los datos materiales digitalizados, y que permita la generación de vinculaciones con otras realidades estatigráficas. Dicho de esta forma, creemos que cada Unidad Estratigráfica, debe ser, como es, el núcleo generador y contenedor de las informaciones para desarrollar los posteriores análisis. Las Unidades Estratigráficas, a su vez, estarán englobadas en áreas mayores ya dispuestas en el yacimiento, para de esta forma jerarquizar la información de la Base de Datos Geoespacial (fig. 2). En cualquier caso, creemos fundamental buscar ayuda para su desarrollo en aplicaciones ya experimentadas, como son las realizadas por la escuela de Arqueología Medieval sienesa, que lleva desarrollando desde los años 90 con gran éxito aplicaciones GIS *intra-site* con un resultado más que notable (Fronza, 2000).

El diseño de estas Bases de Datos Geoespaciales nos permitirá generar a través de su vinculación planimétrica, una información diacrónica visualizable en

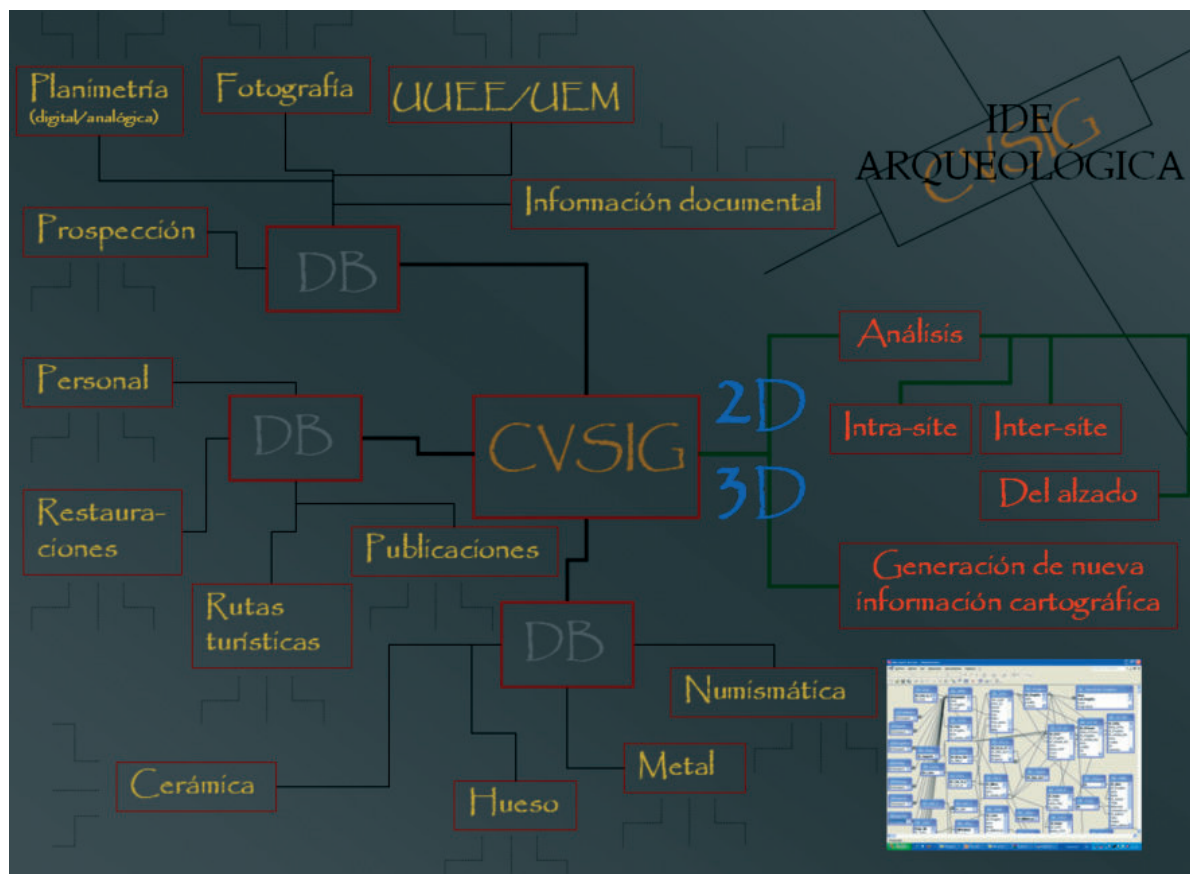


Fig. 2. Líneas fundamentales de la Base de Datos Geoespacial Guidelines of the Geo Data Base.

2D, pseudo 3D (Baena y Ríos 2006) o 2.5D (Gillins y Wise, 1998) o como ya se empiezan a generar, en verdaderas aplicaciones 3D (Peripimeno 2006). Esta visualización conjunta de los datos, además de una nueva información cartográfica, que nos permitirá un análisis por el sistema *overlay* de diferentes áreas y procesos deposicionales, que nos ayude en la compleja tarea interpretativa de áreas de excavación. De esta forma, pretendemos sirva para una explotación de la potencialidad de los análisis de la herramienta SIG; ya sea para los datos *intra-site* y del alzado, como para las aplicaciones futuras *inter-site* y de explotación del entorno.

PASOS PREVIOS PARA LA GENERACIÓN DE HERRAMIENTAS DIGITALES DE TRABAJO PARA LA INSERCIÓN EN EL SIG

Uno de los problemas existentes en la generación de un proyecto de este tipo es la carencia de una cartografía digital de la zona, georreferenciada y a

micro-escala, requiriéndose en muchos casos de una auto-generación, por parte de los arqueólogos, con las dificultades que ello atañe de formación y conocimiento. Por ello, a lo largo de los trabajos de exhumación y diseño que se han realizado a lo largo de la fase de excavación de Calatrava, se ha producido en esos veinte años una cartografía en una red local con sus pequeños errores de georreferenciación, pero con una exactitud considerable y de gran importancia en su labor documental.

A partir de la existencia de esa red local para el dibujo arqueológico a escala 1:20, la adaptamos a una planimetría digital vectorial a escala 1:25000 del entorno, para de esta forma georreferenciar nuestra planimetría. Esto nos pareció claramente insuficiente debido a los problemas derivados de la adaptación de una planimetría a la otra, emanados de la falta de puntos de control comunes, aunque usamos como nexo la fotografía aérea existente. Por ello optamos directamente por la creación de una Red nueva, generada a partir de GPS bifrecuencia en método Relativo estático con unas coordenadas de muy alta precisión (6 mm)

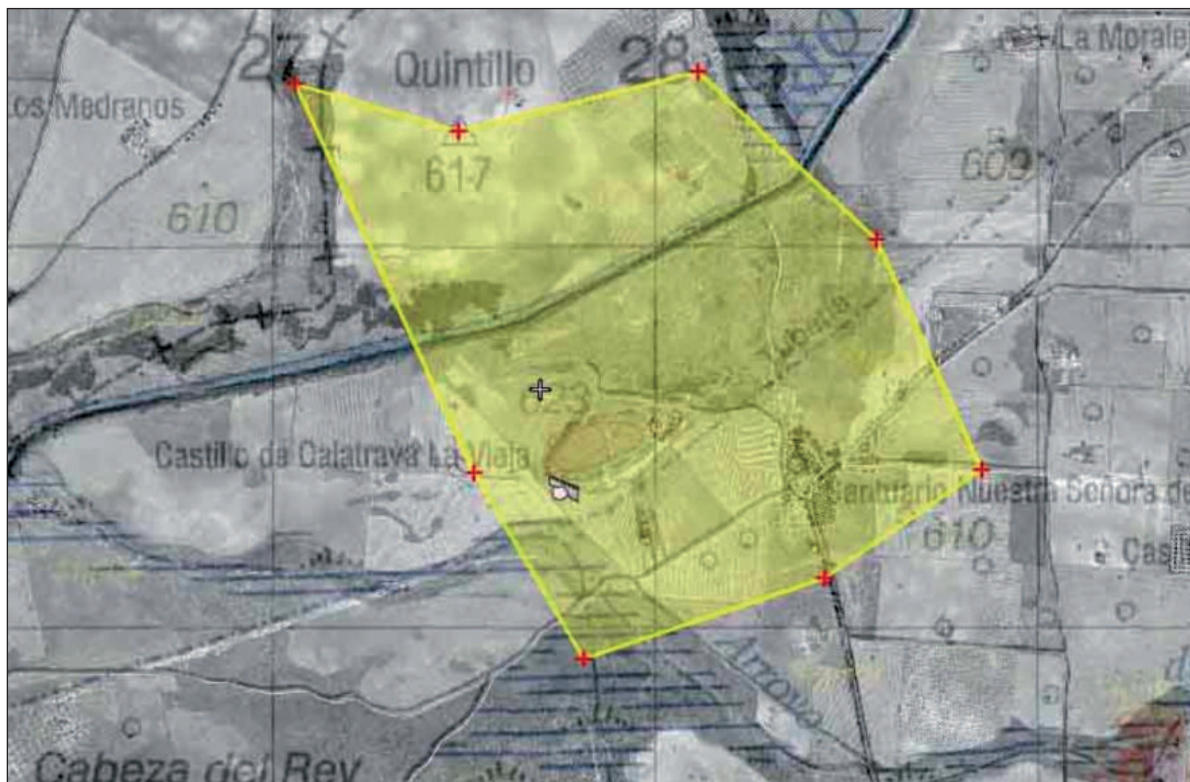


Fig. 3. Estructura de la Red General de apoyo topográfico (planimetría y ortofoto SIGPAC 2007).

(fig. 3). Posteriormente, planteamos una Red interna al área del yacimiento principal, en método Relativo Cinemático y vinculada a la anterior, generando una conexión con los ejes establecidos para el dibujo arqueológico, para poder constituir de esta forma una georreferenciación de los mismos y así poder dotar automáticamente a nuestra red de dibujo arqueológico de unas coordenadas planimétricas en WGS84 y en ED50 para su correcta inserción en el SIG.

A partir de este punto, utilizamos los GPS en método diferencial o RTK, para generar los puntos que nos permitan diseñar un Modelo Digital del Terreno, y de esta forma tener una maya regular de puntos del terreno del entorno, para posteriores análisis con los SIG.

Con estos primeros pasos estamos desarrollando un sistema cartográfico básico, elemental para el desarrollo posterior de vinculación de información alfanumérica desde una Base de Datos, olvidándonos de esta forma de símbolos creados, planteando el dibujo de cada área, UUEE u objeto de forma individualizada, aspecto básico de los SIG, no siempre explotado por la Arqueología.

Posteriormente trabajamos en el desarrollo de herramientas de trabajo vectoriales para el futuro, como fue el levantamiento fotogramétrico del frente principal del alcázar para vincularlo al MDT (Alguacil y Menasalvas, 2005) y de esta forma iniciar la documentación vectorial de los alzados con miras a un proceso de estudio de Arqueología de la Arquitectura (fig. 4). Además de estos trabajos, iniciamos pruebas para la obtención de información digital a través de Lasser-Scan de «objeto cercano», y comenzamos a trabajar con un elemento fundamental para la codificación posterior de los materiales de las UUEE, la pseudofotogrametría.

Todos los elementos gráficos y cartográficos generados nos permitirán el volcado paulatino de informaciones de diversos datos de excavación, prospección y análisis de la arquitectura, que deberán ser convenientemente filtrados en una Bases de Datos relacional. Pero este segundo paso, elemental en la codificación de datos, para el posterior análisis, es un proceso en el que se están centrando actualmente nuestros esfuerzos, y del que en sucesivos artículos presentaremos nuestros avances.

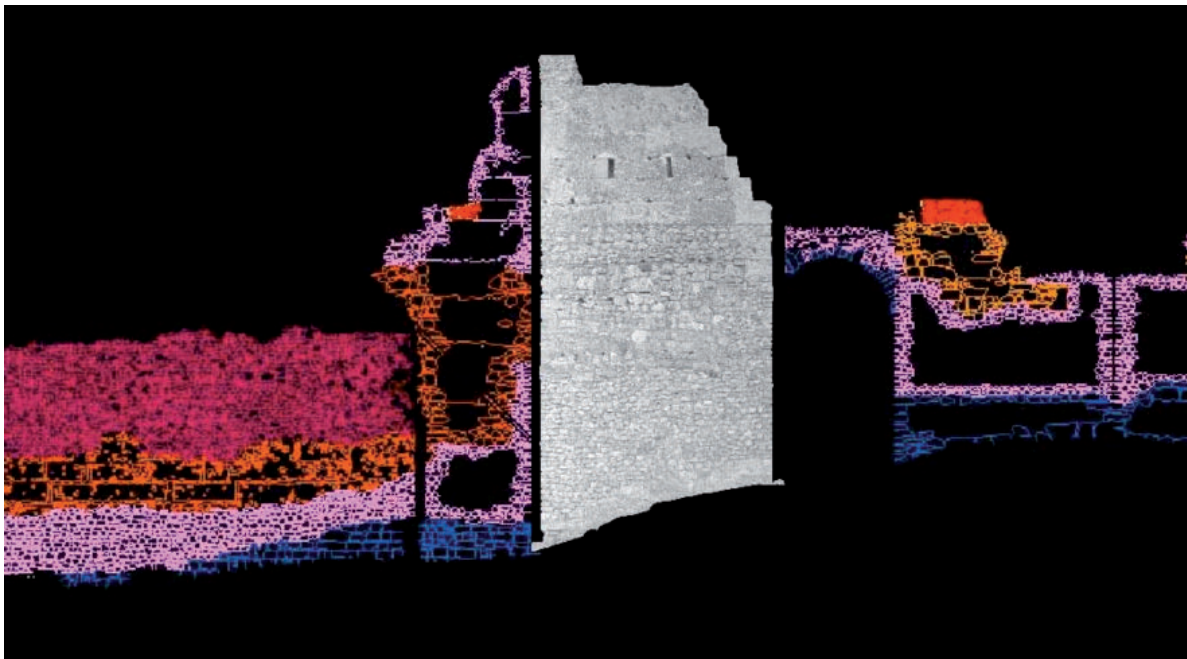


Fig. 4. Levantamiento fotogramétrico del lado Oeste del Alcázar Photogrammetrical survey of the west site of the Alcazar.

CONCLUSIONES

Creemos que el uso y desarrollo que lleva impulsando la Arqueología en nuestro país en la implementación de los SIG, es correcta, pero todavía está por explotar en su base fundamental, que es como entidad cartográfica relacional de informaciones en un yacimiento, o sea su aplicación *intra-site*. Sí es cierto que algún autor ha hecho aplicaciones fuera de la península (Bermúdez 2000) y conocemos algún ejemplo de desarrollo concreto (Quesada *et alii*, 1995; 1997). Sin embargo, se ha asistido a lo largo de los 90, pero sobre todo en su etapa final, a un desarrollo tanto en Inglaterra pero en mayor medida en Italia, teniendo su apogeo en esta última década del uso de los SIG como herramienta de gran relevancia en la gestión de datos de excavación³. Siendo sus aplicaciones ejemplos muy relevantes de las posibilidades de explotación que estas herramientas nos ofrecen.

Por lo tanto basándonos en ejemplos ya desarrollados, pero aportando la singularidad de su aplicación en ámbito peninsular, planteamos un proyecto

³ Para Inglaterra podemos destacar el ejemplo de gran relevancia de la plataforma SIG dirigida por D. Powlesland en *West Heslerton Assessment* (Conolly y Lake, 2006: 39- 41), para Italia hacemos referencia a los destacables yacimientos comentados.

integral de documentación, visualización, interrelación y de generación de análisis que permita explotar y facilitar el manejo y estudio del trabajo de investigación histórico y cultural que se lleva realizando en Calatrava «la Vieja», así como de integración de información para facilitar su conocimiento y su relación con materiales que han perdido la ubicación original, y de los que este proyecto pretende recuperar su anterior ubicación espacial así como sus cualidades, de forma virtual, para poder llevar a cabo un análisis y un estudio futuro de los mismos.

Para ello planteamos como futuro de la propuesta, el establecimiento de las UUEE o UUEEMM como base estructural referencial, siendo las mismas elementos de ubicación topológica frente a otras UUEE, comprendiendo con ello todo lo que en las mismas podríamos encontrar o hemos encontrado, como cerámica, metales, y todos aquellos objetos muebles relevantes.

De esta forma, el uso de los SIG, no se centrará en escalas aisladas, pudiendo generar una visualización desde escalas pequeñas, como 1:10, hasta escalas micro-regionales 1:25000. Una vez creada la cartografía o fotogrametría de referencia podremos establecer una vinculación cartográfica directa por pseudo-fotogrametría georeferenciada, que permita generar dibujos vectoriales (nos olvidamos de símbolos), o bien usando aquella cartografía realizada en

la excavación georreferenciándola y dibujándola vectorialmente.

Con ello se permitirá la vinculación a una Base de Datos Geoespacial que genere una herramienta de gestión integral de los datos, y que vincule nuestros análisis de explotación del yacimiento y del entorno, así como su sistema constructivo. Esta herramienta permitirá un desarrollo de diferentes posibilidades en gran variedad de campos, ya que facilitará su uso con fines de investigación, de divulgación, de sistema de ubicación y conocimiento geográfico de datos, de interrelación de ubicaciones, y de un largo etcétera de posibilidades⁴.

Concluyendo, nuestro fin es explotar al máximo las posibilidades de vinculación que los SIG permiten de la información gráfica y de las Bases de Datos, codificando a través de ellos la realidad arqueológica, para en una segunda fase realizar un análisis de nuestra realidad representada digitalmente, que permita recuperar en la medida de lo posible la información perdida en el momento de la excavación, o a lo largo del tiempo, generando una herramienta polivalente y de continua modificación que genere un aprovechamiento máximo de la información existente en un yacimiento arqueológico, y en concreto de la realidad cultural evolutiva del yacimiento de Calatrava «la Vieja».

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, A. L. (1990): «Calatrava la Vieja: primer informe sobre la fauna de vertebrados recuperada en el yacimiento almohade. Segunda parte: aves». *Boletín de Arqueología Medieval*, n.º 4: 285-309.
- ALGUACIL FRANCO, A. B. y MENASALVA VALDERAS, C. (2005): *Obtención de los alzados de los paramentos verticales por métodos fotogramétricos de la puerta oeste del castillo de Calatrava la Vieja. Carrión de Calatrava. Ciudad Real*. Proyecto Fin de Carrera, defendido en febrero de 2005. Universidad Politécnica de Madrid, ETSI en Topografía, Cartografía y Geodesia. Inédito.
- AL-HIMYARI (ed.) (1963): *Kitab ar-Rawd al-mi'tar*. Ed. M^a. del Pilar Maestro González. Valencia.
- ASTON, M. y ROWLEY, T. (1974): *Landscape Archaeology. An Introduction to Fieldwork Techniques on Post-Roman Landscapes*. David & Charles, Londres- Vancouver.
- BAENA PREYSLER, J. y RÍOS MENDOZA, P. (2006): «Realidad y abstracción: límites de la integración de datos en los SIG», en GRAU MIRA, I., *Territorios antiguos y nuevas tecnologías. La aplicación de los SIG en la arqueología del paisaje. Jornadas de arqueología. Alicante, 18 y 19 de Noviembre de 2004*. Alicante, Universidad de Alicante: 15-27.
- BARRIO, J.; CHAMÓN, J.; CATALÁN, E.; GUTIÉRREZ, P. C.; ARROYO, M.; PARDO, A. I.; MARTÍNEZ, M. y RETUERCE, M. (2009): «Restauración de una hebilla dorada procedente de la ciudad de Qalat Rabah (Ciudad Real)». *MetalEspaña'08. Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico*. Madrid, 2008. Eds. Joaquín Barrio Martín y Emilio Cano Díaz. *Tecnología y Conservación del Patrimonio Arqueológico*, III: 226-231.
- BERNARD KNAPP, A. y ASHMORE, W. (1999): «Archaeological Landscapes: Constructed, Conceptualized, Ideational», en ASHMORE, W. y BERNARD KNAPP, A. (coord.) *Archaeologies of Landscape. Contemporary Perspectives*. Blackwell, Oxford: 1- 30.
- CLARKE, D. L. (1968): *Analytical Archaeology*. 2ª edición 1978, Methuen & Co Ltd, Bristol.
- CONOLLY, J. y LAKE, M. (2006): *Geographical Information Systems in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- FORTE, M. (2002): *I sistemi informativi geografici in archeologia*. Mondo GIS Srl, Roma.
- FRANCOVICH, R.; NARDINI, A.; VALENTI, M. (2000): «La piattaforma GIS dello scavo nella gestione di un'area cimiteriale», en BROGIOLO, G. P. (ed), *II Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*. Musei Civici, Chiesa di Santa Giulia (Brescia, 28 settembre-1 ottobre 2000), All'Insegna del Giglio, Florencia, 28-36. Disponible en Internet: <http://archeologiamedievale.unisi.it/NewPages/COLLANE/TESTISAMI/SAMI2/04Francovich.pdf> [accesible 30-junio-2007].
- FRONZA, V. (2000): «Il sistema di gestione degli archivi nello scavo di Poggio Imperiale a Poggibonsi (Insegnamento di Archeologia Medievale dell'Università di Siena). Una soluzione all'interno della «soluzione GIS»». *Atti del I Convegno Nazionale di Archeologia Computazionale, Napoli 5-6 febbraio 1999, «Archeologia e Calcolatori»*, n.º 11: 125-137.
- HERNÁNDEZ-CANUT, L.; HERVÁS, M. Á. y RETUERCE, M. (2006): «La circulación monetaria en tiempos de Alfonso X. Un hallazgo de Calatrava la Vieja». En *El mundo urbano en la Castilla del siglo XIII*, vol. 2, Sevilla, 2006: 141-155
- HERVÁS, M. Á.; RETUERCE, M. y THIRIOT, J. (2009): «Ensayo de prospección cartografiada sobre una

⁴ Algunas de las posibilidades que este tipo de proyectos pueden aportar se han presentado por el equipo de Siena analizando las patologías encontradas en el cementerio de Poggibonsi (Francovich y Nardini, 2000) entre otros ejemplos de estas herramientas (Nardini y Salvadori, 2000).

- zona de alfares en Calatrava la Vieja (Carrión de Calatrava, Ciudad Real, España)». *VIII Congreso Internacional de Cerámica Medieval en el Mediterráneo*. Ciudad Real-Almagro, 2006. 2 vol.: 995-1004.
- HODDER, I. (1986): *Reading the past: current approaches to interpretation in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- INGOLD, T. (1993): «The temporality of the landscape», *World Archaeology*, n.º 25 (2): 152-174.
- JIMÉNEZ DE RADA, R. (ed). (1989): *Historia de los hechos de España*. Ed. J. Fernández Valverde. Madrid.
- MANZANO MORENO, E. (1989): *La organización fronteriza en al-Andalus durante época omeya: aspectos militares y sociales (756-976/138-366 H.)*. CSIC, Madrid.
- MELERO, M.; RETUERCE, M. y HERVÁS, M. Á. (2009): «Cerámica del siglo XIII en Calatrava la Vieja (Ciudad Real)». *VIII Congreso Internacional de Cerámica Medieval en el Mediterráneo*. Ciudad Real-Almagro, 2006. 2 vol.: 759-772.
- MORALES MUÑOZ, A.; MORENO NUÑO, R. y CEREJILLO PECHARROMÁN, M. Á. (1988): «Calatrava la Vieja: primer informe sobre la fauna de vertebrados recuperada en el yacimiento almohade. Primera parte: mamíferos». *Boletín de Arqueología Medieval*, n.º 2: 7-48.
- NÁJERA, T. y MOLINA, F. (2004): «Excavaciones en la Motilla de Azuer (Daimiel, Ciudad Real) 2000-2001», en *Investigaciones arqueológicas en Castilla-La Mancha: 1996-2002*: 35-48.
- NARDINI, A. (2000): «La piattaforma GIS dello scavo di Poggio Imperiale a Poggibonsi (Insegnamento di Archeologia Medievale dell'Università di Siena). Dalla creazione del modello dei dati alla loro lettura», *Atti del I Convegno Nazionale di Archeologia Computazionale* (Napoli 5-6 febbraio 1999), en *Archeologia e Calcolatori*, 11: 111-123. Disponible en internet: <http://shaq.archeo.unisi.it/BIBAR/download.cfm?cosa=testi/MISCELLANEA/informatica/nardini2000.rtf> [Accesible 14 - febrero - 2007]
- NARDINI, A. y SALVADORI, F. (2000): «La piattaforma GIS dello scavo e i modelli distributivi di manufatti e reperti osteologici animali», en BROGIOLO, G. P. (ed): *II Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*. Musei Civici, Chiesa di Santa Giulia (Brescia, 28 settembre-1 ottobre 2000), All'Insegna del Giglio, Florencia. 37- 45. Disponible en Internet: <http://archeologiamedievale.unisi.it/NewPages/COLLANE/TESTISAMI/SAMI2/05Nardini-Salvadori.pdf> [Accesible 15 de junio de 2007].
- PÉREZ, R. y RETUERCE, M. (2009): «Tinajas impresas bajomedievales con caligrafía procedentes de Calatrava la Vieja». *VIII Congreso Internacional de Cerámica Medieval en el Mediterráneo*. Ciudad Real-Almagro, 2006. 2 vol.: 1005-1013.
- PERIPIMENO, M. (2006): «Sviluppo di un GIS 3D di scavo per mezzo di tecniche laser scanning: l'esempio Miranduolo», en FRANCOVICH, R y VALENTI, M. (eds.): *IV Congresso Nazionale di Archeologia Medievale. Scriptorium dell'Abbazia. Abbazia di San Galgano (Chiusdino - Siena) 26-30 settembre 2006*: 18-23.
- PERIPIMENO, M. y SALZOTTI, F. (2006): «La stratigrafia archeologica dal rilievo per mezzo di tecniche laser scanning alla gestione 3D in ambiente GIS». *Le nuove frontiere della rappresentazione 3D, Atti del 51° Convegno Nazionale della SIFET*, Castellaneta Marina (TA), 14-16 giugno 2006. Disponible en Internet: http://archeologiamedievale.unisi.it/LIAAM/wp-content/uploads/peripimeno_salzotti.pdf [Accesible 15 de junio de 2007].
- QUESADA SANZ, F.; BAENA PREYSLER, J.; BLASCO BOSQUED, C. (1995): «An application of GIS to intrasite spatial analysis: the Iberian Iron Age cemetery of El Cigarralejo (Murcia, Spain)», en HUGGETT, J. y RYAN, N. *Proceedings of the 22nd CAA conference held at Glasgow University*, Glasgow, 1994. BAR 600: 137- 146.
- QUESADA SANZ, F.; BAENA PREYSLER, J.; CUADRADO DÍAZ, E.; BLASCO BOSQUED, C. (1997): «SIG y análisis mesoespacial: un planteamiento sobre la necrópolis ibérica de El cigarralero», en BAENA PREYSLER, J.; BLASCO, C. y QUESADA, F. (coords.): *Los SIG y el análisis espacial en arqueología*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. Madrid: 227-253.
- RETUERCE, M. y HERVÁS, M. Á. (2004): «Excavaciones arqueológicas en Calatrava la Vieja. Planteamientos y principales resultados». En: *Investigaciones arqueológicas en Castilla-La Mancha. 1996-2002. Patrimonio Histórico-Arqueología. Castilla-La Mancha*, 18. Toledo: 381-393.
- RETUERCE, M.; HERVÁS, M. Á. y JUAN, A. de (2009): «La cerámica islámica de Calatrava la Vieja y Alarcos. Nuevos hallazgos». *VIII Congreso Internacional de Cerámica Medieval en el Mediterráneo*. Ciudad Real-Almagro, 2006. 2 vol.: 729-758.

- ROSELLÓ IZQUIERDO, E. y MORALES MUÑIZ, A. (1991): «Calatrava la Vieja: primer informe sobre la fauna de vertebrados recuperada en el yacimiento almohade. Tercera parte: peces». *Boletín de Arqueología Medieval*, n.º 5: 113.
- RUIBAL RODRÍGUEZ, A. (1984): *Calatrava la Vieja. Estudio de una fortaleza medieval*. Ciudad Real.
- THIRIOT, J.; HERVÁS, M. Á. y RETUERCE, M. (2008): «Prélèvement pour la datation par archéomagnétisme sur les tours de l'alcáza de Calatrava la Vieja». En: *Cerâmica medieval e pós-medieval. Métodos e resultados para o seu estudo. Actas das 4ª jornadas. Tondela (octubre, 2000)*. Tondela: 87-94.
- WHEATLEY, D. y GILLINGS, M. (2002): *Spatial technology and archaeology. The Archaeological Applications of GIS*. Taylor & Francis, Londres.
- ZOZAYA, J.; RETUERCE, M. y APARICIO, A. (1995): «Cerámica andalusí de reflejo dorado: 1195-1212». *5ème Colloque sur la Céramique Médiévale* (Rabat, 1991), Rabat: 121-124.