

LOS SIG EN LA ARQUEOLOGÍA ESPAÑOLA: UNA VALORACIÓN ‘CAA’ DEL CONTEXTO ACTUAL

GIS in Spanish Archaeology: A “CAA” perspective from the present situation

MAR ZAMORA MERCHÁN* y JAVIER BAENA PREYSLER*

RESUMEN En las últimas décadas, la investigación arqueológica en nuestro país ha cambiado significativamente, por lo general en respuesta a los planteamientos teóricos y prácticos surgidos fuera de nuestras fronteras. En un mundo en el que la simulación y la virtualidad se han convertido en principios esenciales de nuestro modo de vida, no es sorprendente que la investigación recoja estas mismas influencias. Por lo tanto, para el estudio, la documentación, la reconstrucción y análisis del impacto de las comunidades del pasado en el territorio, los Sistemas de Información Geográfica han llegado a convertirse en una herramienta esencial. En este artículo, hacemos una revisión de síntesis sobre el estado actual en la aplicación de los SIG en la Arqueología en nuestro país. No pretendemos presentar nuevas contribuciones o propuestas metodológicas y entendemos la caducidad de lo que estamos presentando. Sin embargo, esta descripción de la realidad actual es un buen ejemplo de la forma en la que el proceso de innovación científica y tecnológica en nuestro país se lleva a cabo. Un ejemplo como el español, tradicionalmente anclados dentro de sus fronteras, puede ser muy ilustrativo a este respecto. Para ello, hemos decidido analizar el impacto de las aplicaciones SIG en los foros adecuados, y al mismo tiempo evaluar la situación de la enseñanza de estas metodologías en nuestro país.

Palabras clave: SIG, Arqueología española, CAA.

ABSTRACT In recent decades, archaeological research in our country has changed significantly, usually in response to theoretical and practical approaches that emerged out of our area. In a world in which the simulation and virtuality, have become essential principles of our way of life, it's not surprising that research acknowledge these same influences. Thus, for the study, documentation, reconstruction and analysis of the impact of past communities on the territory, Geographic Information Systems have come to become an essential tool. In this paper, we make a summary review on the current state in the application of GIS in Archaeology within our country. We do not pretend to present new contributions or relevant new proposals and understand the expiry of what we are presenting. However, this description of the current

* Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad Autónoma de Madrid, mar.zamora@uam.es y javier.baena@uam.es

Fecha de recepción: 14-12-10. Fecha de aceptación: 20-01-11

reality is a good example of the way in which scientific and technological innovation process in our country takes place. An example such as Spanish, traditionally anchored within their own borders, can be extremely instructive in this regard. To this end, we decided to analyze the impact of Spanish GIS applications in the appropriate series, and also to evaluate in our country the teaching situation of these methodologies.

Key words: GIS, Spanish archaeology, CAA.

INTRODUCCIÓN

Como no podía ser de otra forma, en las últimas décadas, la investigación arqueológica de nuestro país ha sufrido importantes transformaciones, normalmente como respuesta a planteamientos teóricos y prácticos surgidos fuera de nuestro ámbito. En un momento en el que la simulación y virtualidad, se han convertido en principios esenciales de nuestro modo de vida, no resulta extraño que la investigación acuse estas mismas influencias. Los computadores han venido a ser instrumentos básicos de nuestro trabajo, cuando no en verdaderos amos de nuestro conocimiento.

Así, para el estudio, catalogación, reconstrucción y análisis del impacto de las comunidades del pasado sobre el territorio, los Sistemas de Información Geográfica han venido a convertirse en una herramienta esencial.

La implantación dentro de nuestro campo de esta metodología de investigación, aunque no exenta de los riesgos propios de esta simulación y la percepción determinista de las causas que definen los patrones de asentamiento, ha supuesto una verdadera revolución tanto en el campo de la presentación de los resultados, como en relación con la propia investigación. En nuestro campo, la incorporación de este tipo de herramientas y modelos se ha visto enormemente facilitada por el desarrollo previo de lo que se ha dado en llamar *New Archaeology*, o Nueva Arqueología, corriente de la que se nutre la Arqueología Espacial. A partir de ahí, nuevos planteamientos teóricos han venido a validar o cuestionar, según el caso, la forma y posibilidades que estas herramientas y su aplicación tienen dentro de nuestros estudios.

En este trabajo pretendemos realizar un examen con vocación de síntesis, sobre el estado actual en que se encuentra la aplicación de estas herramientas en relación con el patrimonio arqueológico dentro de nuestro país. No pretendemos presentar aportaciones novedosas ni reinventar nuevas propuestas en esta materia y somos conscientes de la caducidad de lo que vamos a contar. Sin embargo, esta descripción de la realidad actual, es un buen ejemplo de la manera en la que el proceso innovación científica y tecnológica de nuestro país tiene lugar. Un ejemplo como el español, tradicionalmente anclado dentro de sus propias fronteras, puede resultar enormemente ilustrativo en este sentido. Para ello, hemos optado por analizar el impacto, que dentro de los foros adecuados, ha tenido la producción científica en la que los SIG son una base fundamental.

LA APORTACIÓN ESPAÑOLA DE CONTENIDO SIG A LOS CAA EN EL ÚLTIMO LUSTRO (2005-2009)¹

Durante los últimos años se ha venido produciendo cambios importantes en el ámbito de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el Patrimonio. Para tratar de analizar en qué medida se han producido estos cambios nos planteamos realizar una revisión de los trabajos españoles con aplicaciones SIG presentados en los CAA que se han celebrado entre los años 2005 y 2009. Un primer examen pone de manifiesto la abundancia y variedad en contenido de estos trabajos que a continuación pasamos a sintetizar.

En lo que respecta a las aplicaciones a la **gestión y documentación del patrimonio arqueológico** encontramos, como ejemplo, el trabajo de Bru *et al.* (2008), quienes combinan la aplicación de laser-scan con SIG para abordar la gestión patrimonial y el estudio del registro medieval de varias zonas de la Península Ibérica (Bru *et al.*, 2008), línea similar a la que siguen otros autores para la documentación de yacimientos prehistóricos utilizando los SIG como base para la aplicación de otras tecnologías informáticas (laser-scan y fotogrametría) (Farjas *et al.*, 2009).

Aunque durante los primeros años de las aplicaciones SIG en arqueología, aquéllas que se produjeron a finales de la década de los años ochenta en Estados Unidos, los **modelos predictivos** tuvieron cierto protagonismo (véase Allen, Green y Zubrow 1990), la diferente naturaleza del registro arqueológico en Europa (y por ende en la Península Ibérica) así como una diferente tradición en los estudios de arqueología del territorio de carácter ajenos a la aplicación SIG, no ha permitido un éxito semejante dentro de nuestras fronteras. No obstante, en el contexto de los últimos CAA celebrados, cabe destacar la presentación de un modelo predictivo aplicado a la reconstrucción del medio natural, metodológicamente robusto, que fue generado con un programa SIG y destinado a evaluar la evolución y distribución espacial de la vegetación arbórea durante la transición del Pleistoceno al Holoceno (García, 2008).

Más habituales que los modelos predictivos dentro del entorno SIG siguen siendo los **estudios territoriales**, a veces llamados estudios de paisaje, dirigidos a la identificación de patrones de asentamiento, posibilidades de explotación de los recursos del medio natural, análisis de proximidad entre los distintos referentes del paisaje (ya sea a través del desplazamiento del ser humano, ya a través del contacto visual), todo ello realizado para la comprensión de la organización y dinámica de la vida en el territorio. En esta línea podemos mencionar el caso del estudio del territorio de Kelin

1. Las actas del CAA 2008 y CAA 2009 se encuentran aún en prensa. Para el comentario de los trabajos nos hemos basado en parte en los textos contenidos en los libros de *Program and Abstracts* así como en la información que aparece en la web de los congresos. Hemos intentado resaltar de modo general aquellos aspectos que en nuestra opinión pueden ser de interés para valorar las aplicaciones de entorno SIG producidas, no siendo éstas en muchas ocasiones el objeto principal del trabajo comentado sino a veces tan sólo un aspecto metodológico puntual.

Pedimos disculpas de antemano por la posible omisión, totalmente involuntaria, de alguna aplicación SIG que haya podido ser presentada por especialistas españoles a esta serie de congresos y que por error no aparezca mencionada en este artículo, o que aunque aparezca no se mencione en toda su extensión.

durante los siglos VI y V a.C. presentado por Moreno Martín al CAA 2007, trabajo en el que se utilizó un SIG para analizar los patrones de asentamiento y la relación entre los diversos componentes del paisaje mediante cálculos de visibilidad complejos y cálculo de rutas para el desplazamiento en función del mínimo esfuerzo (Moreno Martín, 2008).

Otro ejemplo similar en cuanto a la metodología general empleada es el del estudio del territorio prehistórico del valle del Serpis, donde en la identificación de patrones de asentamiento y el estudio de la dinámica del territorio se utilizan programas SIG para calcular, entre otros aspectos, áreas de captación de recursos definidas por isócronas de distancia al punto de origen (Díez Castillo *et al.*, 2008).

Los dos tipos de análisis espacial más utilizados, sobre todo en los estudios territoriales pero en ocasiones también aplicados a ámbitos menores, y cuya metodología ha llamado más la atención de los especialistas desde el inicio de las aplicaciones SIG en Arqueología, han sido probablemente el análisis de la **visibilidad** y el de las **rutas óptimas**. Trabajos específicos sobre el primero de estos temas son los presentados a los CAA 2005 y 2008 por uno de nosotros, donde se utilizan cálculos complejos de visibilidad analizados estadísticamente para profundizar en la mejora de la caracterización del área visible desde los asentamientos de época ibérica en varias zonas de Andalucía (Zamora, 2007, 2008a y b).

Una original aplicación del cálculo de visibilidad, dentro de un análisis geográfico más amplio que incluye el estudio de la paleotopografía, es la que hacen H. Orengo e I. Fiz para estudiar los cambios ocurridos a lo largo de la Historia en la morfología del paisaje de la ciudad antigua de Tarragona. Utilizan la herramienta *viewshed* para localizar el punto de vista original desde el que fueron tomadas diferentes imágenes artísticas con contenido arqueológico, así como para valorar el impacto visual que la ciudad de Tarraco pudo tener en la Antigüedad al ser vista desde sus alrededores (Orengo y Fiz, 2008a y 2008b).

Sobre el cálculo de rutas óptimas para el desplazamiento cabe destacar, por lo que de avance metodológico tiene, el trabajo nuevamente de I. Fiz y H. Orengo presentado al CAA 2007. Los autores se percataron de que existen características de la geografía local que influyen en el desplazamiento de los seres humanos pero que *a priori* no son consideradas por los cálculos realizados con programas SIG. En concreto se refieren a las frecuentes inundaciones producidas en las llanuras aluviales mediterráneas, que podrían alterar el trazado de la ruta óptima obtenida del análisis exclusivo de la topografía. Para incluir esta particularidad geográfica en el SIG, Fiz y Orengo desarrollaron un modelo de cálculo que combina topografía y regímenes hídricos, a fin de comparar el resultado obtenido con el viario romano conocido, trabajando por mejorar la creación de modelos de rutas óptimas en función de las particularidades geográficas locales y estacionales del lugar analizado (Fiz y Orengo, 2008).

La preocupación por verificar los resultados obtenidos del cálculo de rutas óptimas aparece también en otros trabajos. Es el caso de la aplicación SIG del cálculo de superficies de coste y rutas óptimas al conocimiento de las vías de comunicación tardoantiguas en Mallorca realizada por Mas Florit *et al.*, quienes además contrastan la herramienta empleada comparando los resultados obtenidos a través de la aplica-

ción de cuatro fórmulas diferentes para solventar el mismo problema (Mas Florit *et al.*, 2009).

Aunque la **teledetección** en ocasiones se trata en apartados diferentes al de las aplicaciones SIG, aquélla no deja de ser un modo de observación del territorio destinado a la conformación de un sistema de información geográfica. Un ejemplo de integración de ambas herramientas es el del estudio del paisaje antiguo del *oppidum* de La Carència presentado por Orengo *et al.* al CAA 2009, donde se persigue entender cómo el paisaje era concebido, transitado y explotado a lo largo del tiempo. Además en dicho trabajo se plantea la preocupación y el interés por valorar el potencial metodológico que ofrece la combinación de teledetección y SIG para la obtención de resultados (Orengo, Ejarque y Albiach, 2009). Un ejemplo anterior sobre teledetección se puede ver en Orengo y Palet (2008).

Entre el resto de la aportación española a los CAA 2005-2009 cabe destacar también la georreferenciación de planos antiguos preindustriales para acercarse al callejero de la ciudad romana de Tarragona (Fiz Fernández y Macias Solé, 2007), el estudio de la centuriación romana (Fiz, Palet y Orengo, 2008), la llamativa aplicación de los SIG en el contexto de la arqueología forense (Orengo, 2007), y la no menos interesante, con muchas posibilidades de arrojar sólidos resultados, aplicación de los SIG al estudio de la arqueología de los campos de batalla (Rubio Campillo, 2009).

Por último, mencionamos y apoyamos los esfuerzos por promover la aceptación del **software SIG gratuito e interoperable**, así como las **Infraestructuras de Datos Espaciales** de Patrimonio arqueológico y servicios OGC, que en el ámbito de la Arqueología han cobrado fuerza desde hace unos años (Díez Castillo, 2008; Díez Castillo *et al.*, 2008), y quizás sean pronto una realidad generalizada.

LA APORTACIÓN ESPAÑOLA DE CONTENIDO SIG AL CAA2010, GRANADA ²

La celebración del último CAA en la ciudad de Granada, por el hecho pragmático de la proximidad geográfica, ha facilitado la asistencia de especialistas españoles. De hecho se ha producido prácticamente el mismo número de trabajos españoles que usan SIG en este congreso que los presentados a los cinco CAA anteriores (16-17 trabajos). Por ello quizás el CAA 2010 haya resultado ser (a pesar de algunas inevitables ausencias) un buen ejemplo del estado de la cuestión actual referido a las aplicaciones SIG en la arqueología española.

Las líneas de aplicación vistas en los CAA mencionados en el epígrafe anterior se continúan y amplían en buena medida por los mismos autores antes mencionados, que prosiguen con el desarrollo de sus proyectos.

Continúan, como viene siendo habitual desde el inicio de este tipo de aplicaciones, los proyectos que utilizan SIG como una herramienta para la gestión de información

2. Repetimos lo dicho en la nota al pie anterior, añadiendo que estamos comentando por igual comunicaciones extensas, breves y pósters, siendo bastantes los casos de trabajos en curso, recientemente iniciados o aún en proyecto.

arqueológica asociada a datos cartográficos. Las herramientas SIG han sido plenamente integradas en la gestión del Patrimonio arqueológico, por la gran utilidad que estos programas tienen a la hora de organizar espacialmente la información arqueológica, independientemente del software utilizado o del grado de complejidad de la base de datos generada al efecto.

En el contexto de la gestión y **protección del Patrimonio arqueológico**, los SIG se están utilizando como herramienta para el establecimiento de áreas de protección del arte rupestre de la Comunidad Valenciana (Hernández *et al.*, 2010). Ello se está realizando, entre otros aspectos, a través del análisis de la visibilidad, tipo de análisis que habitualmente suele emplearse sólo en el ámbito de la investigación. En concreto, para ayudar a delimitar el área a proteger, los autores utilizan los abrigos como lugar en el que colocar el observador y calculan la visibilidad desde los mismos en dos radios diferentes de alcance visual, uno que denominan ‘visibilidad inmediata’ (500 m) y otro algo más amplio (desde los 500 a los 1000 m de distancia al abrigo) (Hernández *et al.*, 2010)³.

En el terreno de la investigación, como en ocasiones anteriores⁴, la Prehistoria sigue siendo el ámbito cronológico en el que se produce un mayor número de aplicaciones SIG en los centros españoles, aproximadamente la mitad de los casos expuestos por especialistas españoles en Granada (fig. 1).

Los SIG están siendo usados por investigadores españoles para registrar y estudiar el arte rupestre también fuera del territorio peninsular, en concreto en una zona de Marruecos (el valle de Oukaïmeden, en el Alto Atlas) donde la disponibilidad cartográfica es aún limitada (De la Presa, Farjas y Ruiz-Gálvez, 2010; Ruiz-Gálvez *et al.*, 2010). En estos trabajos se pretende modelar el paisaje a través de la realización de diversos análisis espaciales (uso de suelo, movilidad, visibilidad, etc.), y arrojar luz sobre la hipótesis de si este arte rupestre prehistórico tenía relación con la ocupación estacional del valle, pudiendo haber funcionado como una especie de *mapa mental* de la zona (De la Presa, Farjas y Ruiz-Gálvez 2010; Ruiz-Gálvez *et al.*, 2010).

La confianza en los resultados de la aplicación de Los Sistemas de Información Geográfica en Arqueología sigue haciéndose manifiesta, por ejemplo en la aplicación SIG al estudio del Paleolítico a cargo de Sañudo *et al.*, quienes mencionan aún (era la enseña de las primeras publicaciones sobre aplicaciones SIG en Arqueología) las bondades de la herramienta y las perspectivas que su uso abre para el registro, procesado y análisis de los datos arqueológicos (Sañudo, Fernández y Vaquero 2010).

3. Aunque son muchos los trabajos presentados al CAA 2010 que mencionan el uso de un SIG para gestionar la información arqueológica objeto de estudio (Sánchez *et al.*, 2010; Sánchez Valiño *et al.*, 2010; Sañudo, Fernández y Vaquero, 2010, entre otros), hay que señalar que la creación de estos SIG se orienta también a la posterior investigación de los datos, y no sólo a la gestión del Patrimonio. Un buen ejemplo es el caso de utilización de un SIG para la elaboración de un mapa arqueológico de ciudades de Egipto medio con vistas a la posterior realización de un estudio de paisaje, integrando también imágenes de satélite (Fiz, Subias y Cuesta, 2010).

4. Véanse los trabajos incluidos en Baena, J. Blasco, C. y Quesada F., (eds) (1997): *Los SIG y el análisis espacial en Arqueología*, UAM Ediciones, Madrid, y también en Grau Mira, I. (Ed.) (2006): *La Aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje*, Ediciones Universidad de Alicante, Alicante.

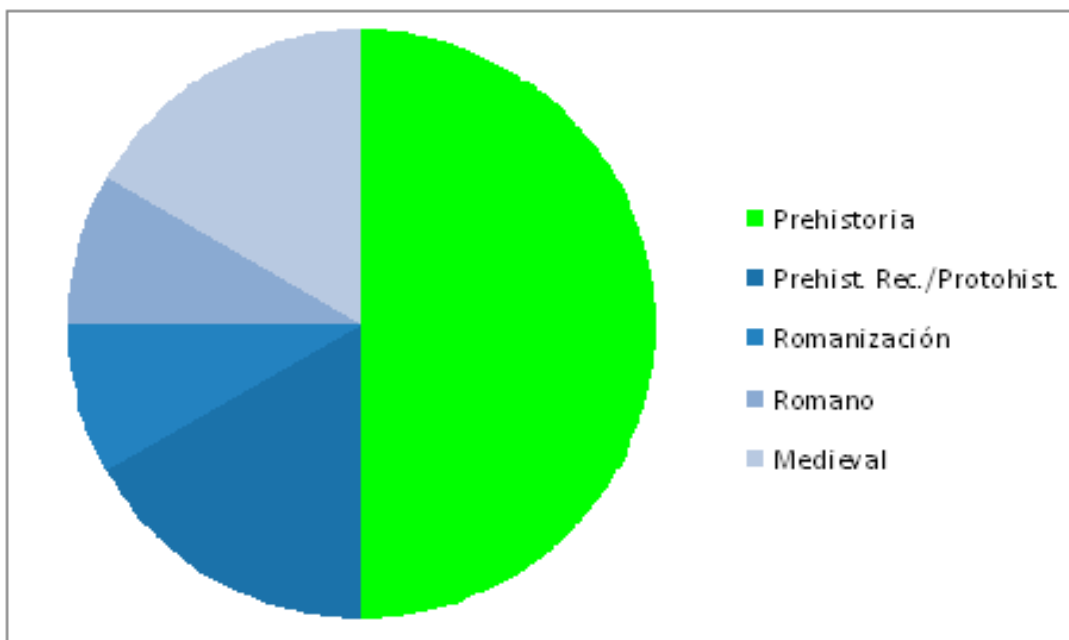


Fig. 1.—CAA 2010. Número de trabajos españoles que utilizan aplicaciones SIG en la Península Ibérica y organizados por períodos de estudio.

En otro ejemplo, un proyecto dedicado al estudio de la introducción de especies domesticadas en la Europa Atlántica, DOMATLAN, se utilizan los SIG como un instrumento para la descripción y el análisis de variaciones en la dinámica espacial de grupos de cazadores-recolectores y de primeros agricultores en la región de Picos de Europa; pretenden además poder valorar la adecuación de los SIG para el estudio del proceso de neolitización, considerando también las posibilidades/limitaciones de estas herramientas para la representación del tiempo (Arias *et al.*, 2010).

Estos trabajos dedicados a la Prehistoria, y algunos de los que mencionaremos a continuación, muestran cómo la escala territorial es una de las preferidas.

Un ejemplo de ello es el proyecto de Tesis doctoral sobre la ocupación del valle medio del Duero entre la Edad del Cobre y Primera Edad del Hierro (3000-500 a.C.) que desarrolla M. García, quien plantea la utilización de un SIG para el estudio del territorio a través de la identificación de las preferencias por lugares concretos para el asentamiento. La intención es construir un SIG lo más completo y preciso posible para responder numerosas preguntas de ámbito espacial que contribuyan a conseguir un mejor acercamiento al conocimiento de la evolución social de los pobladores implicados en la zona de estudio (García, 2010).

Trabajo con fuerte contenido metodológico y técnico, en el que se profundiza en la precisión del Modelo Digital del Terreno en relación con el registro de datos de prospección mediante DGPS (Martínez *et al.*, 2010), o el presentado a la sesión de pósters por J. García, quien utiliza los SIG como método para mejorar el registro y posterior análisis de los datos de prospección (García, 2010).

En el marco de los proyectos de investigación presentados, cabe destacar el aumento de casos de incorporación a los SIG de resultados procedentes de la aplicación de tecnologías no-SIG, por ejemplo, de las restituciones 3D generadas a partir del escaneado de estructuras mediante *laser scan* (Angás, Uribe y Magallón, 2010; Sánchez *et al.*, 2010).

También la fotogrametría digital ocupa cierto protagonismo en varios de los trabajos presentados. Por ejemplo, cabe mencionar el trabajo en curso de Carrillo y Sanjosé en el que, entre otros aspectos, se pretende la integración en un SIG de las fotografías aéreas del vuelo americano del año 1956 para conseguir la restitución fotogramétrica digital de la topografía existente en el paisaje de Alconetar antes de la construcción del embalse. Los autores también mencionan la utilización de ortofotografías para el reconocimiento de elementos y la organización del trabajo de campo, destinado todo ello al posterior análisis del paisaje prehistórico de la zona (Cerrillo Cuenca y Sanjosé Blasco, 2010).

Otro ejemplo es el de la generación de la base cartográfica mediante restitución fotogramétrica mencionada en el trabajo de Sánchez Valiño *et al.*, quienes plantean una serie de aplicaciones SIG para gestionar la información proveniente de 35 años de campañas arqueológicas en el yacimiento de Vascos (Navalmoralejo, Toledo) que comprenden la creación de una *Geodatabase*, para desarrollar después un ambicioso trabajo que pretende profundizar a medio/largo plazo en procesos post-procesuales aproximándose al comportamiento de los individuos en el paisaje a través de SCA, análisis de visibilidad (con cuidado de perfilar ciertos parámetros del cálculo), y rutas óptimas entre otros aspectos (Sánchez Valiño *et al.*, 2010).

Este muy completo Sistema de Información Geográfica para gestionar la información *intrasite e intersite* del yacimiento, incorporará restituciones en 3D de las estructuras con el objetivo de llegar a ser finalmente un SIG de entorno web construido mediante la extensión *ArcIMS* (Sánchez *et al.*, 2010), extensión del programa *ArcGIS* diseñada para la construcción de servidores de mapas.

Los SIG generados (entendidos, por tanto, no como los programas informáticos sino como los propios sistemas de información geográfica/arqueológica creados con dichos programas) están siendo proyectados hacia ‘nuevos horizontes’ gracias a Internet. Un ejemplo es el que acabamos de mencionar en el párrafo anterior. Otro es el trabajo pionero de creación de una Infraestructura de Datos Espaciales sobre la mina de sílex de Casa Montero (Madrid), que viene desarrollando desde hace algunos años un equipo del CSIC (Fraguas *et al.*, 2010), y que sienta las bases y da la experiencia para la consecución de un proyecto patrimonial más ambicioso del que se hablará más adelante.

En base a los trabajos presentados al CAA 2010, el uso de los SIG en la arqueología española, dejando a un lado la gestión del patrimonio a gran escala (donde los SIG se encuentran plenamente integrados), nos gustaría destacar tres enfoques distintos (no excluyentes):

- **SIG como herramienta básica para el análisis del territorio**, desde la prospección hasta el estudio paisajístico, continuando con la línea de aplicación principal (al margen de la gestión) de estos programas que se iniciaba hace

ahora aproximadamente dos décadas, y que ha sido ampliamente trabajada desde entonces.

- **SIG como receptor de nuevas formas de datos** procedentes de la aplicación de herramientas no-SIG de última generación que cada vez están siendo más asequibles, en concreto las **restituciones 3D** del registro arqueológico mediante láser. El procedimiento de incorporar datos no-SIG al SIG en realidad no es nuevo (ya ocurría, por ejemplo, con la incorporación de fotografías de campo, entre otros muchos tipos de datos). Pero la complejidad y dificultad (sobre todo económica) del proceso de obtención de imágenes 3D mediante *laser scan*, así como el gran salto cualitativo que constituyen sus resultados (tanto para la precisión del registro de datos como para la comprensión y divulgación de los mismos), nos lleva a considerar la incorporación de este tipo de imágenes en el SIG como un aspecto destacado, al menos mientras siga siendo un hecho novedoso y poco frecuente.

Además, el SIG 3D era una de las desideratas existentes en la bibliografía al uso desde el inicio de las aplicaciones, junto a otros deseos que aún están por ser ampliamente materializados (SIG 4D y SIG Orientado a Objetos).

- **SIG como vehículo para la proyección y distribución de datos en Internet**, con la generación de aplicaciones web de contenido SIG, gracias a las facilidades que cada día más programas SIG ofrecen; y sobre todo la construcción de IDEs de patrimonio arqueológico⁵.

Lo que empezó tímidamente como una apuesta de futuro innovadora y arriesgada, que requería de autoformación en una disciplina (la informática) aparentemente ajena al campo de las humanidades, de una gran inversión económica y de muchas horas de trabajo (sobre todo preliminar), que tenía, en palabras de sus protagonistas, muchas posibilidades de aplicación pero que en principio eran sólo eso, posibilidades, parece hoy algo plenamente integrado en el trabajo arqueológico y, en general, bien enfocado, en buena medida gracias a la proliferación de grupos de trabajo multidisciplinares.

Pero no todos los investigadores e investigadoras que en la actualidad utilizan en su trabajo programas SIG lo estarían haciendo si no fuese por la profunda revolución que el mundo de la información geográfica ha experimentado en España durante los últimos aproximadamente cinco años.

Atrás quedaron las muchas horas de trabajo sufridas digitalizando curva por curva las hojas del Mapa Topográfico Nacional en formato analógico, así como la búsqueda infructuosa de cartografías digitales aún inexistentes o sólo disponibles previo pago de cifras desorbitadas que excedían en mucho el presupuesto habitual de los proyectos de investigación o de Tesis doctoral. Atrás quedó también (o así debería haber sido)

5. También en este grupo estaría el cada vez más frecuente uso de plataformas web como Google Earth o Google Map, de la que ha hecho uso, por ejemplo, el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (<http://www.juntadeandalucia.es>).

el recurrir a la utilización de datos cartográficos que, si bien no eran los más idóneos, al menos permitían seguir adelante mientras llegaban tiempos mejores. Y todo ese esfuerzo e incertidumbre era tan sólo el principio necesario para poder iniciar el estudio arqueológico.

LA CARTOGRAFÍA EN ESPAÑA: LA SOCIALIZACIÓN DE LOS DATOS

Durante los últimos años se viene produciendo una revolución en el acceso a los datos cartográficos digitales.

La orden FOM/956/2008, de 31 de marzo, por la que se aprueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN), estipula que toda la producción cartográfica digital llevada a cabo por el IGN “tendrá carácter libre y gratuito, siempre que se mencione el origen y propiedad de los datos” y para uso no comercial (BOE 08/04/08).

Desde entonces, para facilitar el acceso a dichos datos, el Centro Nacional de Información Geográfica CNIG, Organismo autónomo dependiente del IGN, viene desarrollando y alimentando la plataforma web de descarga de datos. Ese **Centro de descargas del CNIG**, alojado en la página web de la Institución, está poniendo a disposición del usuario previo registro telemático toda la cartografía digital o digitalizada que se produce en el Instituto Geográfico Nacional. Ya son muchas las entradas disponibles para la descarga desde el catálogo de productos *on-line* (<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>).

Ya están disponibles para descarga *on-line* entre otros productos la Base Cartográfica Numérica a escala 1:25.000 (BCN25), que contiene en formato *shapefile* toda la información recogida en la cartografía analógica del Mapa Topográfico Nacional (MTN) a escala 1:25.000; el Modelo Digital del Terreno con paso de malla de 25 m (llamado MDT25), que se presenta en formato de archivo ASCII matriz ESRI (*agr*), obtenido por interpolación de modelos digitales del terreno de 5 m de paso de malla procedentes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), o las propias ortofotos del PNOA, y también mapas históricos como los de la primera serie del MTN, que están disponibles en formato *raster*.

La ‘revolución’ que se está produciendo en el ámbito de la cartografía no se refiere solamente a la gran mejora de la accesibilidad a los datos por parte del usuario/a, sino que también afecta al propio sistema cartográfico. El *datum* de referencia utilizado en la cartografía española hoy (el ED50, *European Datum* de 1950) está en proceso de abandono. La cartografía oficial está siendo transformada a ETRS89 (*European Terrestrial Reference System*, 1989), cuya diferencia fundamental con el sistema anterior estriba en que el ED50 es un *datum* de carácter local (válido para Europa) centrado en Postdam, y sin embargo el ETRS89 es un *datum* de ámbito global, centrado en el geocentro, más apropiado para las necesidades actuales de unificación de la cartografía mundial, acorde con la globalización de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS), además de que va a permitir mejorar la precisión de la cartografía producida (González Matesanz, 2007). La obligatoriedad de producir cartografía ofi-

cial en ETRS89 entrará en vigor el 1 de enero del año 2015. Hasta entonces ED50 y ETRS89 van a estar conviviendo (RD 1071/2007, de 27 de julio, BOE 29/08/07).

La cartografía digital en formato vectorial y las ortofotos del PNOA disponibles a través del Centro de Descargas del CNIG que antes mencionamos, están referidas ya al ETRS89.

La separación en los planes de estudio universitarios de la Geografía y la Historia (donde se cursa la rama de Arqueología) en dos carreras independientes, cuando hasta hace unos diez años se encontraban unidas, ha dificultado el acceso de los estudiantes de arqueología al conocimiento cartográfico.

La creciente incorporación de los Sistemas de Información Geográfica al ámbito de la gestión e investigación arqueológicas ha supuesto, entre otras mejoras, una oportunidad para adentrarse en esos fundamentos de la cartografía que podían ser fácilmente obviados con la realización de mapas con medios no informáticos. La necesidad de manejar en un mismo proyecto SIG datos cartográficos digitales elaborados por terceros (institutos de cartografía, ayuntamientos, empresas, grupos de investigación, etc.), que en ocasiones se encuentran en sistemas de referencia, proyecciones y sistemas de coordenadas diferentes entre sí, está obligando al usuario (en este caso arqueóloga/o) a conocer el porqué de esos desajustes y el cómo superarlos, a tomar conciencia de la importancia de la semiótica de la cartografía, y en definitiva, a realizar mapas y análisis del territorio no sólo más bonitos sino también más correctos (Zamora, 2008c).

Para el trabajo arqueológico con SIG, el problema concreto y actual de la transformación del *datum* de ED50 a ETRS89 empieza a preocupar, pero no es un problema grave siempre que se tenga el cuidado de identificar el sistema de referencia en el que está cada una de las fuentes de información manejadas (cartografía analógica, cartografía digital, y el GPS utilizado para la toma de datos sobre el terreno, entre otras fuentes). Los desajustes producidos entre sistemas diferentes se pueden solventar con la ayuda de calculadoras geodésicas o de las herramientas de transformación contenidas en los diferentes paquetes de software SIG. El Instituto Geográfico Nacional ha puesto a disposición de los usuarios a través de su página *web* (<http://www.ign.es>) amplia información al respecto de estas cuestiones. En la *web* del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) (<http://www.cnig.es>), y también en la *web* de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) (<http://www.idee.es>), es posible descargar o utilizar *on-line* diversas herramientas para realizar la transformación del *datum* (rejilla de transformación y calculadoras geodésicas). Por tanto, más que de un problema, se trata tan sólo de un inconveniente añadido al trabajo habitual del arqueólogo con los datos cartográficos.

LAS INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES: EL DESPEGUE IMPARABLE

La creación de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) se ha convertido en uno de los retos de cabecera de los institutos y centros de cartografía españoles. Desde el Instituto Geográfico Nacional se promueve intensamente el desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), que tiene como objetivo “integrar a través de Internet los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que

se producen en España” integrando en su Geoportal todos los nodos y geoportales de recursos IDE de los productores de datos geográficos nacionales, regionales y locales (<http://www.idee.es>).

Puesto que la Directiva europea INSPIRE contempla los ‘Lugares protegidos’ como uno de sus temas, recientemente se ha creado, dentro del Grupo de Trabajo de la IDEE, un Grupo de Trabajo Temático de Patrimonio Histórico (GTT-PAH), coordinado por Isabel del Bosque y Juan M. Vicent (CSIC). El grupo cuenta con más de treinta miembros procedentes de distintas universidades e instituciones relacionadas con el Patrimonio Histórico y con la información geográfica, y su principal objetivo es “fomentar el uso y la utilización de las IDE como medio de difusión de la información del patrimonio histórico y cultural” (http://www.idee.es/html/SGT/listadoMiembros/20100528_Documento_Fundacional_GTT-PAH.pdf).

El CSIC ya había iniciado algunas iniciativas IDE particulares, como el caso de la IDE del yacimiento de Casa Montero (Fraguas *et al.* 2010). El proyecto de creación de una IDE de Patrimonio a nivel nacional abrirá un horizonte hasta ahora desconocido en nuestro país que vendrá a ‘revolucionar’ la accesibilidad de la información del Patrimonio histórico.

UNA VALORACIÓN DEL FUTURO PRÓXIMO: LA DOCENCIA DE LOS SIG EN LA ARQUEOLOGÍA

Tras cuatro cursos académicos completados del Máster en Arqueología y Patrimonio de la Universidad Autónoma de Madrid, siendo el actual el quinto curso en el que impartimos la asignatura *Sistemas de Información Geográfica y Análisis del Territorio*, queremos terminar este artículo con una mención al impacto que las herramientas SIG están teniendo en el alumnado de postgrado actual, estudiantes que pronto pasarán a participar en los futuros CAA.

Las nuevas generaciones de estudiantes de postgrado están demandando cursos y asignaturas de carácter fundamentalmente práctico, donde las materias relacionadas con la aplicación de los SIG en la arqueología encajan a la perfección y están siendo muy bien recibidas. La flexibilidad del diseño de los planes de estudio dentro del Espacio Europeo de Educación Superior, y el peso de las directrices ministeriales, que favorecen a los programas docentes con mayor número de alumnos/as matriculados, están contribuyendo al éxito de este tipo de asignaturas dentro de los planes de estudio.

Los mayores problemas a los que se enfrenta el estudiante a principio de curso, al margen de los derivados de las propias limitaciones en cuanto a recursos humanos y materiales propios de nuestras Universidades, siguen siendo, por un lado el desconocimiento de la herramienta, y por otro el desconocimiento de las posibilidades de su aplicación.

En lo que respecta al primero de ellos, aunque el desequilibrio entre las destrezas de unos alumnos y otros sigue siendo bastante grande, lo que dificulta la cohesión del grupo y la impartición de un temario adecuado al nivel de cada alumno/a, es fácil apreciar la mayor rapidez en el aprendizaje autodidacta de muchos de ellos así como el gran interés y familiaridad que muestran con el manejo de Internet (referido en este caso

a las posibilidades de las plataformas Google Earth y Google Map). En consecuencia, se trata de un problema de fácil y rápida solución en la mayoría de los casos.

Sin embargo, el desconocimiento de las posibilidades de aplicación de los SIG en arqueología, y de todo lo que ello conlleva, parece ser el problema más grave, ya que en general (salvo honrosas excepciones) los estudiantes muestran poco interés por la lectura de los textos incluidos en la bibliografía. Así, la brecha existente entre su grado de conocimiento de la herramienta y su grado de conocimiento de las posibles aplicaciones en Arqueología se hace cada vez mayor.

Ello es grave sobre todo por la facilidad que existe de caer en errores de concepto y de procedimiento ya identificados desde tiempo atrás, sobre todo en el de la obtención de resultados formalmente sólidos pero carentes de contenido.

No obstante, existen casos cada vez más frecuentes de estudiantes que toman el testigo en plena carrera, y nuestra valoración del resultado docente de los SIG en Arqueología por ello viene siendo muy positiva. Así lo demuestran algunos de los trabajos de investigación de postgrado desarrollados en nuestra Universidad, algunos de los cuales esperamos ver publicados próximamente.

La integración de la aplicación de los SIG al estudio y puesta en valor del Patrimonio histórico/arqueológico dentro de los planes de estudio de Grado y Postgrado de los centros de formación e investigación de nuestro país está siendo una de las vías por las que el alumnado completa, al menos de manera parcial, las carencias que los propios planes han puesto de relieve en los últimos años. Esta situación resulta especialmente llamativa en el caso de contenidos de corte geográfico/cartográfico dada la importancia que la dimensión territorial y espacial tiene en nuestros trabajos.

SÍNTESIS

Desde que a comienzos de los 90 se inician los primeros trabajos de aplicación SIG en nuestra investigación, la situación ha sufrido notables cambios, puede que no tan rápidos como hubiéramos deseado en algunos aspectos. Estos cambios se han dirigido a la generalización/popularización de datos y conocimientos en relación con estas herramientas. Sin embargo, los riesgos siguen estando ahí, ahora derivados de las propias carencias que los planes de formación tienen, de la falta de marcos teóricos de referencia a la hora de aplicar metodologías de análisis o gestión, de la falta de rigor en su uso fruto de lo que se podría denominar inercia tecnológica, así como del conformismo y falta de innovación que suele caracterizar momentos como el que estamos.

La situación dentro de nuestro país arrastra algunos de los vicios y virtudes que definen nuestro desarrollo científico. Si bien existe una tendencia al escaso sentido crítico de nuestros investigadores, por otro lado, contamos con excelentes ejemplos en los que se pone en juego una gran capacidad creativa y adaptativa. Carecemos de las infraestructuras y equipamientos necesarios para ser pioneros en el ámbito del desarrollo de aplicaciones y resulta impensable a estas alturas que pudieran surgir nuevos productos desde nuestro país dado el nivel tecnológico que poseemos. Sin embargo, la riqueza de nuestro patrimonio arqueológico, y la capacidad creativa de nuestros investigadores augura un futuro tan prometedor en este campo como nuestro presente.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, K., GREEN, S. y ZUBROW, E. (eds) (1990): *Interpreting Space: GIS and Archaeology*, Taylor and Francis, Londres.
- ANGÁS, J., URIBE, P. y MAGALLÓN, M.A. (2010): “Democratization of 3D applications in archaeology. A case of study: The Roman Dam of Muel (Zaragoza)”, en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, pp. 399-402.
- ARIAS, P., FANO, M., MAXIMIANO, A., PALACIOS, E. y TEIRA, L. (2010): “GIS as a research resource for the study of the transition from the Mesolithic to the Neolithic in Atlantic Europe: The case of the Picos de Europa region (Northern Spain)”, en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, p. 698.
- BRU CASTRO, M.A., LÓPEZ QUIROGA, J., FARJAS ABADÍA, M., ZANCAJO JIMENO, J.J. y MARTÍNEZ TEJERA, A.M. (2008): “Cultural Resource Management Medieval Team. Projects and applications in the Iberian Peninsula”, *On the Road to Reconstructing the Past, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Program and Abstracts CAA 2008*, Archaeolingua Foundation, Budapest (Hungria), pp. 155-156.
- CERRILLO CUENCA, E. y SANJOSÉ BLASCO, J.J. (2010): “Mapping and interpreting disappeared archaeological features by the means of historical aerial photogrammes and digital photogrammetry”, en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, p. 614.
- DE LA PRESA, P., FARJAS, M. y RUÍZ-GÁLVEZ, M. (2010): “Landscape and Mapping technologies at the High Atlas (Morocco): ASTER GDEM and GIS”, en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, p. 674.
- DÍEZ CASTILLO, A. (2008): “Can FOSS4G (Free and Open Source Software for Geospatial Data) and INSPIRE help out archaeology?”, *On the Road to Reconstructing the Past, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Program and Abstracts CAA 2008*, Archaeolingua Foundation, Budapest (Hungria), p. 227.
- DÍEZ CASTILLO, A., BARTON, C.M., LA ROCA-CERVIGÓN, N. y BERNABEU-AUBÁN, J. (2008): “Landscape Socioecology in the Serpis Valley (10,000–4000 BP)”, en *Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Berlin, Germany, April 2–6, 2007*. (A. Posluschny, K. Lambers, I. Herzog, eds.), Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, vol. 10, Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn.
- FARJAS, M., GARCÍA-LÁZARO, F.J., ZANCAJO, J. y MOSTAZA, T. (2009): “Automatic Point-cloud Surveys in Prehistoric Site Documentation and Modelling”, en *Making History Interactive, 37th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology CAA 2009, Online Proceedings* (L. Fischer, B. Frischer y S. Wells, eds.), Williamsburg, Virginia, http://www.caa2009.org/articles/Farjas_Contribution163_a.pdf (visitada 01/10/2010).
- FIZ FERNÁNDEZ, J.I. y MACIAS SOLÉ, J.M. (2007): “FORMA TARRACONIS? GIS use for urban archaeology”, en *The World is in your eyes, Proceedings of the XXXIII Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, CAA 2005* (A. Figueiredo y G. Velho, eds.), Tomar (Portugal), CAAPortugal, Associação para o Desenvolvimento das Aplicações Informáticas e Novas Tecnologias em Arqueologia, pp. 423-427.
- FIZ, I. y ORENGO, H. (2008): “Simulating Communication Routes in Mediterranean Alluvial Plains”, en *Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Berlin, Germany, April 2-6, 2007* (A. Posluschny, K. Lambers e I. Herzog, eds.), Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, vol. 10, Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn.
- FIZ, I., PALET, J.M. y ORENGO, H.A. (2008): “The making of the Roman landscape: Conceptual investigations into the genesis of centuriated field systems”, *On the Road to Reconstructing*

- the Past, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Program and Abstracts CAA 2008*, Archaeolingua Foundation, Budapest (Hungria), pp. 117-118.
- FIZ, I., SUBIAS, E. y CUESTA, R. (2010): "Using remote sensing scenes and image analysis for the study of the oxyrhynchos landscape (El-Bahnasa, Egypt)", en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, p. 610.
- FRAGUAS, A., MENCHERO, A., URIARTE, A., VICENT, J., CONSUEGRA, S., DÍAZ DEL RÍO, P., CASTAÑEDA, N., CRIADO, C., CAPDEVILLA, E. y CAPOTE, M. (2010): "Spatial Data Infrastructures and archaeological Excavation Data: SILEX, the SDI of the Neolithic Flint Mine of Casa Montero (Madrid, Spain)", en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, pp. 63-66.
- GARCÍA, J. (2010): "Aggregation units to examine field survey data. First Approach", en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, p. 713.
- GARCÍA, M. (2010): "GIS answers for historical questions: a GIS project of spatial analysis applied in the middle Douro Valley (Castilla y León region, Spain)", en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, p. 671.
- GONZÁLEZ-MATESANZ, F.J. (2007): "El cambio a ETRS89. Soluciones de transformación y técnicas de trabajo entre ambos sistemas", *Mapping*, http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1399.
- HERNÁNDEZ, M.S., GARCÍA, G., BARCIELA, V. y MOLINA, F.J. (2010): "GIS Applications in Developing Models of Rock Art Protection in the Valencian Community", en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, pp. 543-546.
- MARTÍNEZ, J.A., URIARTE, A., MAYORAL, V. y PECHARROMÁN, J.L. (2010): "Geospatial Characterization of Archaeological Sites in La Serena Region (Badajoz) by Direct Methods (DGPS): Capturing and Analyzing Data", en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, pp. 537-540.
- MAS FLORIT, C., MURRIETA FLORES, P., WHEATLEY, D. y CAU ONTIVEROS, M.A. (2009): "Communication Routes and its Role in the Structuration of the Late Antique Territory of Majorca (Balearics Islands, Spain)", en *Making History Interactive, 37th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology CAA 2009* (L. Fischer, B. Frischer y S. Wells, eds.), *Program and Abstracts*, Williamsburg, Virginia, p. 167, http://www.caa2009.org/CAA2009_FinalProgram.pdf (visitada 01/10/2010).
- MORENO MARTÍN, A. (2008): "Using GIS to Deconstruct Iberian Iron Age Landscapes: The Territory of Kelin Between 6th-5th Centuries BC (La Plana d'Utiel, València)", en *Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Berlin, Germany, April 2-6, 2007* (A. Posluschny, K. Lambers e I. Herzog, eds.), *Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte*, vol. 10, Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn.
- ORENGO, H. (2007): "Detection of Body Dump Sites and Clandestine Burials: A GIS-Based Landscape Approach", en *Digital Discovery. Exploring New Frontiers in Human Heritage, CAA2006, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (J.T. Clark y E.M. Hagemeyer, eds.), *Proceedings of the 34th Conference*, Fargo, (EEUU), Archaeolingua, pp. 185-190, Cd-rom.
- ORENGO, H.A., EJARQUE, A. y ALBIACH, R. (2009): "Remote Sensing and GIS Applied to the Study of an Iberian Iron Age *Oppidum*'s Hinterland: La Carencia Project (Valencia, Spain)", en *Making History Interactive, 37th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology CAA 2009, Program and Abstracts* (L. Fischer, B. Frischer y S. Wells, eds.), Williamsburg, Virginia, p. 166, http://www.caa2009.org/CAA2009_FinalProgram.pdf (visitada 01/10/2010).
- ORENGO, H.A. y FIZ, I. (2008a): "The Application of 3D Reconstruction Techniques in the Analy-

- sisof Ancient Tarraco's Urban Topography”, en *Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Berlin, Germany, April 2-6, 2007* (A. Posluschny, K. Lambers e I. Herzog, eds.), Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, vol. 10, Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn.
- ORENGO, H.A. y FIZ, I. (2008b): “Integrating artistic representations into a CIS-managed environment”, *On the Road to Reconstructing the Past, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Program and Abstracts CAA 2008*, Archaeolingua Foundation, Budapest (Hungria), pp. 216-217.
- ORENGO, H. y PALET, J. M. (2008): “Multispectral satellite imagery and the detection of subsurface Roman field systems”, *On the Road to Reconstructing the Past, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Program and Abstracts CAA 2008*, Archaeolingua Foundation, Budapest (Hungria), pp. 266-267.
- RUBIO CAMPILLO, X. (2009): “Analyzing Conflicts: Battlefield Archaeology and Computers”, en *Making History Interactive, 37th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology CAA 2009, Program and Abstracts* (L. Fischer, B. Frischer y S. Wells, eds.), Williamsburg, Virginia, p. 289, http://www.caa2009.org/CAA2009_FinalProgram.pdf (visitada 01/10/2010).
- RUIZ-GÁLVEZ, M., BOBKOT, Y., COLLADO, H., EL GRAOUI, M., FARJAS, M., GALÁN, E., LEMJIDI, A., NIETO, C., de la PRESA, P. y DE TORRES, J. (2010): “Rock Art, landscape and prehistoric settlement at the High Atlas (Morocco)”, en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, p. 691.
- SÁNCHEZ, I., VARELA, A., BRU, M.A., INIESTO, M.J., IZQUIERDO, R., DE JUAN, J. y CARBALLO, P. (2010): “The management of archaeological information at the site of Vascos (Navalmoralejo, Toledo); Approach, data integration and representation in an intra- and intersite model”, en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, pp. 551-554.
- SÁNCHEZ VALIÑO, I., VARELA, A., BRU, M.A., INIESTO-ALBA, M.J., IZQUIERDO, R. y CARBALLO, P. (2010): “Implementation of GIS techniques for an information management and graphic representation of the andalusian city of Vascos (Navalmoralejo, Toledo)”, en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, p. 692.
- SAÑUDO, P., FERNÁNDEZ, J. y VAQUERO, M. (2010): “Computer applications in the study of Paleolithic sites. Methodological approach to innovative methods and their use on earlier settlements”, en *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 2010* (J. Melero, P. Cano y J. Revelles, eds.), Granada, pp. 121-123.
- ZAMORA, M. (2007): “Total and Cumulative Viewshed: An application in the Geniln River Valley”, en *The World is in your eyes, Proceedings of the XXXIII Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, CAA 2005* (A. Figueiredo y G. Velho, eds.), Tomar (Portugal), CAAPortugal, Associação para o Desenvolvimento das Aplicações Informáticas e Novas Tecnologias em Arqueologia, pp. 313-318.
- ZAMORA, M. (2008a): “Sound methods for viewshed studies in archaeology: The vertical angle”, *On the Road to Reconstructing the Past, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Program and Abstracts CAA 2008*, Archaeolingua Foundation, Budapest (Hungria), p. 144.
- ZAMORA, M. (2008b): “Thematic cartography in archaeology”, *On the Road to Reconstructing the Past, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, Program and Abstracts CAA 2008*, Archaeolingua Foundation, Budapest (Hungria), pp. 302-303.
- ZAMORA, M. (2008c): “La cartografía: herramienta y resultado del trabajo arqueológico”, *Boletín de la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección 2*, pp. 4-5.