

PROPUESTAS METODOLÓGICAS EN INFORMÁTICA PARA LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA FUNERARIA¹.

PATRICIO J. SORIANO CASTRO

CONVENIO UCO-GMU

E-mail: pasoriano@gmail.com

ANALES
DE ARQUEOLOGÍA
CORDOBESA
NÚMERO 17 (2006)

VOL. I / PÁGS. 47 - 66

RESUMEN

Con la finalidad de buscar nuevas perspectivas sobre el estudio del mundo funerario, se exponen dos ejemplos de las aplicaciones de herramientas informáticas (Bases de Datos y Sistemas de Información Geográfica) enfocadas al análisis de los cementerios islámicos de *Madinat al-Qurtuba* y de la evolución de la topografía funeraria de la Córdoba romana e islámica.

ABSTRACT

With the purpose of looking new for perspectives on the study of the funeral world, there are exposed two examples of the applications of computer tools (Data bases and Geographic Information System) applied to the analysis of Islamic cemeteries to *Madinat al-Qurtuba* and of the evolution of the funeral topography of the Roman and Islamic Cordova.

¹ Este trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación "Espacio y usos funerarios en la ciudad histórica. El ejemplo cordobés (siglos II a.C.-XV d.C.)", financiado por el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003 del Ministerio español de Ciencia y Tecnología, con apoyo de la Unión Europea a través de sus fondos FEDER (Ref. BHA 2003-08677). Del mismo modo, se inscribe en el Convenio de Colaboración que el Grupo de Investigación del P.A.I. HUM 236, integrado por todos los miembros del Área de Arqueología de la Universidad de Córdoba, mantiene con la Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento local para el estudio de Córdoba, ciudad histórica, entendida como yacimiento único (www.arqueocordoba.com).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad podemos decir que la utilización de herramientas informáticas está presente en todos los ámbitos metodológicos y etapas cognitivas de cualquier proyecto arqueológico. Desde las fases de adquisición del conocimiento previo (consulta de bibliografía), pasando por la plasmación de objetivos, adquisición de datos en campo (excavación, prospección, etc.), manipulación y estructuración de documentación (bases de datos, hojas de cálculo), análisis y procesamiento (tratamiento de imágenes, dibujo de planimetrías, estadística, análisis espacial) hasta la publicación y difusión de resultados (publicaciones en papel, páginas web, reconstrucciones), son numerosas las ocasiones en las que ha podido utilizarse alguna aplicación informática.

Si profundizamos un poco más en esta cuestión, encontramos varios posicionamientos respecto a la relación Informática-Arqueología. En primer lugar, existen investigadores que centran sus objetivos en las posibilidades que estas tecnologías pueden aportar en nuestra disciplina. La siguiente postura que podemos considerar de opuesta, es la que rechaza de pleno su manejo en el desarrollo de la investigación arqueológica. Desde nuestro punto de vista, esta última actitud está basada en los postulados más tradicionales de la arqueología actual, caracterizados por el total rechazo de estas líneas de trabajo por su talante innovador. Por último, son muchos los proyectos en los que la Informática es incorporada en el trabajo de investigación, pero que al no contar con una etapa previa de valoración y análisis de las capacidades y necesidades de estas herramientas, pueden dar lugar a usos incorrectos de las mismas, no consiguiendo así

los objetivos previstos. Este situación provoca una infravaloración y abandono de estas vías de examen.

El presente artículo pretende llamar la atención sobre las posibilidades que estas tecnologías (Bases de Datos y Sistemas de Información Geográfica) ofrecen al investigador actual dentro del campo de la Arqueología y, más concretamente, a su aplicación al estudio del Espacio y Usos Funerarios en la Córdoba histórica, entendida como yacimiento único. Partiendo de un marco teórico y conceptual ya existente para esta área de conocimiento histórico en Córdoba, incorporaremos, tras una fase de análisis, estas nuevas tecnologías, aportando nuevas posibilidades o vías de desarrollo. Nuestro trabajo se centrará en las siguientes cuestiones:

- Propuestas metodológicas en informática para la investigación arqueológica funeraria.
- Análisis de los cementerios islámicos de *Madinat al-Qurtuba*.
- Topografía funeraria de la Córdoba romana e islámica.

1. PROPUESTAS METODOLÓGICAS EN INFORMÁTICA PARA LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA FUNERARIA: BASES DE DATOS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

1.1. BASES DE DATOS

En líneas generales, uno de los objetivos principales de cualquier proyecto de investigación arqueológica, es conseguir un mejor

conocimiento del fenómeno histórico objeto de estudio, siendo nuestro caso el mundo funerario en el yacimiento arqueológico Córdoba. Para conseguir una perspectiva global, es común la incorporación de especialistas en epigrafía, fuentes literarias, antropología, entre otros. El montante de la información suele ser voluminoso y se hace necesario metodologías y herramientas para unificar toda esta documentación que a la vez sirvan de lenguaje común y aglutinador. Desde nuestro punto de vista la Informática, y dentro de ella las Bases de Datos, puede constituirse como una de estas herramientas “bisagra”.

El manejo de información arqueológica en bases de datos estructuradas ha supuesto, dentro de nuestro proyecto de investigación, un aumento en la capacidad de análisis, permitiéndonos, de igual forma, un control sobre la calidad de la información al poder establecer normas en la introducción de los datos.

Para la consecución de este objetivo se hace necesario, en las primeras etapas de diseño, el establecimiento de una serie de criterios de normalización de los datos a almacenar. Dentro de las labores de normalización incluimos la definición de tipos, su extensión, selección de conjuntos de valores admisibles para datos con umbrales de respuestas establecidas, formatos para campos numéricos y de fecha, valores predeterminados, relaciones de integridad, etc.

Este proceso es de relevancia dentro del esbozo de cualquier base de datos y gracias a él veremos potenciada la compresión, el manejo y el intercambio de la información. Otro beneficio redundará en la calidad y el rendimiento tanto del sistema en sí como de los datos arqueológicos.

Al analizar los trabajos sobre arqueología de la muerte desarrollados en la ciudad nos encontramos que el uso sistemas de almacenamiento informáticos ha sido habitual. Expondremos a continuación tres conjuntos de datos que nos han servido de base para nuestro trabajo. Estas aplicaciones son: el sistema documental del proyecto *Fumus*, la base de datos sobre cementerios islámicos y por último el Sistema de Información Arqueológico *al-Mulk* utilizado por la Oficina de Arqueología de la Gerencia Municipal de Urbanismo.

1.1.1. SISTEMA DOCUMENTAL DEL PROYECTO *FUNUS*

Dentro de los objetivos del proyecto de investigación “Espacios y Usos funerarios de Córdoba” menciona “el acercamiento con afán sistematizador e interpretativo a la ingente información acumulada” como uno de los principales aspectos a conseguir (VAQUERIZO 2002: 143). Este interés quedó reflejado en el diseño de un sistema documental de la información proveniente de la consulta de expedientes relacionados con excavaciones de necrópolis romanas y el vaciado de la información disponible en los libros de registro del Museo Arqueológico y Etnológico de Córdoba.

Esta base de datos se estructuró en tres niveles plasmados en sus correspondientes tablas: *elemento funerario* como hallazgo más sencillo, *conjunto funerario* o tumba compuesto por varios elementos y por último el *yacimiento*². Las tres categorías fue-

² Como dato cuantitativo comentar que, hasta la última fecha de actualización, se recopilaron un total de 2950 registro de Elementos y de 1260 Conjuntos Funerarios

Conjuntos Funerarios - Tumbas- (FD2)

Nº CATALOGO CONJUNTO: [] AREA: [03] ASOCIACION: [0] CONJUNTO: [79] CÓDIGO DE YACIMIENTO: []

YACIMIENTO: [Campo de la Verdad, Sagrada Familia]

CALLE: [N/C] MUNICIPIO: [Córdoba]

DESCRIPCION LITERAL: [Enterramiento de inhumación en sarcófago de plomo.]

CRONOLOGIA ASIGNADA: [Bajo Imperio y Tardoantigüedad] MEDIDAS: [N/C] CONSERVACION: [0] CONFIRMACION: [1]

RITO: [01] CÓDIGO TIPO: [103] TIPO ENTERRAMIENTO: [Tumbas monumentales, de tipología ir] CRONOLOGIA: [Fin. S. IV]

OBSERVACIONES: [En la misma fecha y como procedentes de la misma zona ingresaron dos fragmentos arquitectónicos con decoración escultórica (NºR 9952 y 9953)] BIBLIOGRAFIA: [MARQUEZ, 1998; SANTOS GENER, 1927-1958 (inédito)]

COORDENADAS:

Fase: [Romana] Período: [Bajo Imperio] [Fin. s. IV]

CRONOLOGÍA (2)

Abrev	Siglo	a.C./d.C.	Abrev	Siglo	a.C./d.C.
[Fin.]	[IV]	[]	[]	[]	[]

Observaciones Cronología: []

FOTOGRAFIAS: [] DIAPOSITIVAS: [] DIBUJOS: [] RELLENA POR: [SSM] FECHA: [] REVISADA POR: [] FECHA2: []

Registro: [79] de 1348

LÁMINA 1. Sistema documental del proyecto *Funus*. Ficha de Conjuntos Funerarios

ron correctamente codificadas para facilitar el establecimiento de las relaciones de integridad referencial. Parte de este esfuerzo quedo plasmado la definición de las claves descriptiva de elementos funerarios inmuebles asociados al ritual funerario, claramente ordenados por grupos y tipologías (Lám. 1).

Junto al trabajo de diseño, destaca el trabajo de síntesis realizado por los miembros del grupo de investigación que consiguieron adaptar una información puramente textual proveniente de los libros de registro para su posterior explotación en bases de datos. A esta información se incorporó la

documentación gráfica y fotográfica de cada conjunto (SÁNCHEZ y GARCÍA-FERRER, 2002: 202-203).

En una segunda fase, y con el fin de plasmar de forma geográfica el conocimiento sobre el la arqueología funeraria romana de la ciudad, tuvieron lugar los trabajos de georreferenciación de yacimientos y conjuntos asociados. Este hecho permitió la representación sobre parcelario actual de diferentes temáticos sobre el registro de información desde perspectivas diacrónicas y sincrónicas, delimitaciones de áreas funerarias, estudios de recintos funerarios, epigrafía, centros de culto, etc.

formulario definitivo

CATALOGO DE TUMBAS

Nº DE TUMBA: 001	POSICIÓN DEL CUERPO: DLD
CÓDIGO DE INTERVENCIÓN: 01	POSICIÓN DE LOS BRAZOS: BSF
ÁREA: SEPTENTRIONAL	POSICIÓN DE LAS PIERNAS:
FECHA: 1991	ORIENTACIÓN DEL CUERPO: SO
CEMENTERIO: UMM SALAMA	CONSERVACIÓN DEL ESQUELETO: MEDIA
LOCALIZACIÓN: PLAZA DE COLÓN, Nº 8	EDAD: NO DOCUMENTADA SEXO: F y M
SECTOR:	CRONOLOGÍA EXCAVADOR: S.VIII -X /XI D.C.
CORTE: D	CRITERIOS DE DATACIÓN: CAPA DE MORTERO SOBRE SEPULTURAS
UUEE: 11	CRONOLOGÍA FINAL: S.VIII -X /XI I
TIPO DE ENTERRAMIENTO: 1.1.1	OBJETOS MUEBLES: N
Nº DE INDIVIDUOS: 2	OBSERVACIONES:
SEÑALIZACIÓN: FOSA ENMARCADA POR PIEDRAS	COTA CRÁNEO 4.11. TRES (según plano) / DOS (según informe). ESQUELETOS Longitud Restos Óseos Nº 1- 78 cm. Nº2 54 cm.
CUBIERTA: NO DOCUMENTADA	
PAREDES DE LA FOSA: SIMPLE	
FONDO DE LA FOSA: SIMPLE	
DIMENSIONES DE LA FOSA: 120 x 120 cm	
COTA SUPERFICIE: 4.11 COTA CUBIERTA:	
COTA FONDO: 4.26 PROFUNDIDAD: 15 cm	
CONSERVACIÓN DEL ENTERRAMIENTO: MEDIA	
ORIENTACIÓN DE LA FOSA: SE-NO	
FIGURA: 4A y 9B	

Registro: 14 1 de 442

LÁMINA 2. Ficha de Tumbas de la base de datos de necrópolis islámicas

1.1.2. BASE DE DATOS SOBRE CEMENTERIOS ISLÁMICOS *QURTUBA*.

En el trabajo desarrollado por M^a Teresa Casal (2003) se lleva a cabo un estudio de las características fundamentales que definen el mundo funerario musulmán y su ritual, en el que se incluye un detenido análisis tipológico y topográfico de los cementerios andalusíes cordobeses. Como herramienta de almacenaje y consulta, la autora desarrolló una completa base de datos donde se recoge, la información de las excavaciones arqueológicas analizadas en este estudio³.

El sistema de registro contaba con tres fichas principales: Necrópolis, Tumbas y Lápidas (Lám. 2). Los registros de la *Ficha de Necrópolis* procedían de la consulta de expedientes de excavaciones disponibles en la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía mediante la solicitud de los permisos pertinentes. Junto a los datos administrativos de la intervención (Fecha, Localización, Director, Código, Nº de Expediente), la ficha

³ | Agradecemos desde estas letras el acceso que D.^a M.^a Teresa Casal nos ha brindado al conjunto de datos.

incluye datos pertenecientes a la localización de la necrópolis a estudio (Área, *Maqbara*), sumatorios de los enterramientos e individuos, tipología, orientación de tumbas y de los restos óseos humanos, cotas medias y datos antropológicos (edad, sexo) y cronología.

En la *Ficha de Tumbas*, este análisis se desarrolla al incluir un volumen de campos orientados a la descripción de cada uno de los enterramientos. Junto a las referencias relacionadas con la excavación (Intervención, Sector, Corte), la ficha contiene igualmente apartados que completan los datos antropológicos (posición del cuerpo, brazos, piernas, orientación, conservación del esqueleto, edad y sexo). Para la descripción de la tumba en sí, se incluye información vinculada a la fosa funeraria (tipo, tratamiento interior, cotas, orientación, dimensiones) y la cubierta (tipo, cotas). El estudio se completa con registros que indican la existencia de ajuar ritual. Por último existen campos para la datación y cronología, referencia a figuras y un de observaciones.

1.1.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN ARQUEOLÓGICA *AL-MULK*

Desde la puesta en marcha del convenio de colaboración entre la Gerencia Municipal de Urbanismo y la Universidad de Córdoba, destinado a la investigación de la ciudad histó-

rica, han sido varios los proyectos enfocados a la integración de nuevas tecnologías en la investigación, gestión y difusión del yacimiento cordobés.

Entre estos trabajos destaca el desarrollo del Sistema de Información Arqueológica *al-Mulk*⁴. Esta aplicación, vista en primer lugar como herramienta administrativa, gestiona todos los expedientes relacionados con los trámites de concesión de licencia de obra municipal que atañen al patrimonio arqueológico. Junto a este papel, y esta vez orientado a la investigación, el sistema recoge el catálogo de todos los bienes de carácter arqueológico con una precisa ubicación planimétrica⁵ que con la “Carta de Erosión de la Historia” conforman la Carta de Riesgo Municipal (MURILLO *et alli*, 1998-1999: 58). En este documento se articula las líneas que rigen la política arqueológica en la ciudad durante el período de vigencia del Plan General de Ordenación Urbana.

Junto a la información relacionada con el estado de los trámites administrativos, *al-Mulk* cuenta con una serie de campos relacionados con la secuencia estratigráfica, donde se vuelcan de forma semestral el vaciado de los informes de actividades arqueológicas realizadas en la ciudad. Las posibilidades de consulta desde el punto de vista de investigación se centran en filtros sobre la cronología registrada y su funcionalidad. Para este propósito se ha dotado al sistema de un listado basado en el Tesoro de Patrimonio Histórico Andaluz (GARCÍA, 1998) adaptado a las casuísticas del yacimiento cordobés. El resultado de la búsqueda queda plasmado tanto en informes como en planos sincrónicos-diacrónicos, que reflejan el nivel de conocimiento existente sobre la totalidad de la ciudad gracias a las capacidades de representación del módulo cartográfico con que se ha dotado a la aplicación.

⁴ El Sistema de Información Al-Mulk, es una aplicación desarrollada para la Oficina de Arqueología de la Gerencia Municipal de Urbanismo de Córdoba. Esta aplicación informática está programada en PowerBuilder, mientras que el apartado SIG es un desarrollo basado en Geomedia Objects de la empresa Intergraph.

⁵ La información está vinculada espacialmente con la referencia catastral del inmueble, con una capa de ejes de calles identificados con el código de vía pública, o el parcelario generado con ejecución del planeamiento urbanístico en desarrollo.

1.2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Desde un punto de vista teórico, podemos decir, que el espacio juega un papel importante en sistemas naturales y sociales del mundo real. La propia organización del ámbito funerario en los diferentes momentos de estudio tiene su reflejo en la fuentes, como ocurre para época romana con la *lex duodecim tabularum*, en concreto en la Tabla X referentes al derecho sacro.

En el estudio de este componente espacial en de sociedades históricas, el uso de los Sistemas de Información Geográfica ha supuesto un importante avance. No queremos decir con esto que, con anterioridad al manejo de los SIG, no se tuviera en cuenta esta variable, sino que es ahora cuando contamos con los medios idóneos para su máxima explotación. En el caso del mundo funerario la disponibilidad de funciones demográficas, dispersión espacial o las relaciones de vecindad, puede llevar consigo una ampliación de las posibilidades de investigación (más allá del análisis de la tumba) o al menos aportar nuevos puntos de vista complementarios.

El reflejo actual en la incorporación de estos sistemas informáticos en proyectos de investigación en Arqueología lo encontramos en las publicaciones de jornadas, cursos y congresos especializados, tanto en ámbito nacional (BAENA, *at alli*, 1997, GRAU, 2006, MARTÍN y LUCENA, 2004, SANDE et alli, 2002), como internacional⁶. Otro testimonio ilustrativo lo encontramos en Internet. Una simple consulta en cualquier buscado de los términos Arqueología y SIG, nos pone de manifiesto el uso extendido de estas tecnologías.

La utilización de estos métodos va pareja al desarrollo de un conjunto de postu-

ras epistemológicas en las últimas décadas, tales como la *Landscape Archaeology* o la *New Archaeology* de la década de los ochenta con los trabajos de I. Hodder y D. Orton (1990). En este momento destaca también D. L. Clarke (1977) y sus investigaciones sobre las causas de la distribución espacial de yacimientos, el análisis de la relación explotación-transformación entre asentamientos y medio o el desarrollo de los conceptos micro, meso y macroespacial⁷. Ya en los noventa, la crítica al carácter determinista y reduccionista de los trabajos anteriores y la participación de aspectos de índole social y cultural tendrá su reflejo en la Arqueología del Paisaje.

Junto a estas líneas de investigación, a partir de los años noventa aparecerá, al menos en la Península Ibérica, desarrollos SIG orientados a la tutela patrimonial. La aplicación en el ámbito de gestión del patrimonio se basa en la explotación de las capacidades de esta tecnología: disminución del tiempo y esfuerzo en la captura de datos, posibilidades de consultas espaciales complejas, integración de fuentes de datos diversas o las herramientas de composición y diseño de mapas (FERNÁNDEZ y GARCIA, 2003).

Un reflejo de la complejidad de este tipo de herramientas, se puede apreciar a la hora de exponer una definición de las mismas. A la hora de elegir un enunciado concreto nos

⁶ | A escala internacional juega un papel importante los congresos de la organización "Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology" que desde 1973 celebran de forma anual reuniones de trabajo donde quedan expuestas las últimas tendencias en este campo (<http://www.caaconference.org/>)

⁷ | En el caso de la Península Ibérica estas corrientes teóricas tuvieron su reflejo en las publicaciones de los Coloquios Internacionales sobre "Arqueología Espacial" organizados en Teruel.

decantamos por el dado por Burrough y McDonnell (1998) que definen los SIG como “*Un conjunto de herramientas para reunir, introducir, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos*”. Añadimos a la definición una ampliación del concepto *conjunto de herramientas*, incluyendo en éste: Equipos, Software, Información Geográfica y Personal. También tenemos considerar que el uso de esta herramienta debe estar amparado por un cuerpo de ideas o marco teórico (geodesia, topografía, geografía, semiología gráfica, arqueología, etc.).

Para una mejor comprensión de la aplicación en Arqueología de este conjunto de técnicas desarrollaremos las cuestiones de Software y de Información Geográfica. Ambos aspectos nos pueden dar una perspectiva sobre el estado actual en esta materia.

1.2.1. SOFTWARE

Se contempla el precio elevado de los paquetes de software SIG como uno de las principales trabas a la hora de plantear un pro-

yecto de estas características. Esta cuestión se está viendo transformada por la aparición de opciones diseñadas en código abierto y licencia gratuita. Frente al software comercial, contamos con entidades, organismos y empresas que están desarrollando Sistemas de Información Geográfica normalmente basadas en Java bajo licencia GNU/GLP y sujetos a estándares.

La filosofía de este tipo de desarrollos está basada en la libertad de ejecución de un programa con cualquier propósito, permitiendo el estudio de su funcionamiento y la posibilidad de modificarlo para adaptarlo a distintas necesidades. De igual manera este software supera la restricción relacionada con número de licencias, al permitir su múltiple distribución en cualquier tipo de entorno (Linux, Windows). Esta filosofía ya estaba presente en algunas aplicaciones (GRASS, por ejemplo) pero carecía de un entorno amigable de uso y en algunos casos se hacía necesario unos conocimientos avanzados para su uso. En la actualidad, estos proyectos tienden la incorporación de un interfaz más manejable, y un aprendizaje escalado que se ajusta a los conocimientos del usuario final⁸.

1.2.2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Otra variable a analizar es la relacionada con la información georreferenciada a gestionar por el sistema. La proliferación de cartografía en formato digital en estos últimos años ha favorecido el uso de estas tecnologías de análisis. Cada vez son más las entidades administrativas encargadas de la elaboración de productos cartográficos que incorporan en sus catálogos series digitales⁹. De forma simultánea, disponemos de herramientas cada vez más precisas para la producción

⁸ Este campo está tan avanzado que ha aparecido incluso sistemas operativos en Linux orientados al trabajo arqueológico, en los que se incluye junto a los SIG, aplicaciones CAD, Base de Datos, GPS, fotogrametría, estadística, etc. (BEZZI *et alii*, 2006).

⁹ En este sentido juega un papel relevante el desarrollo tanto a escala nacional, autonómica y local de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Desde un punto de vista tecnológico, una Infraestructura de Datos Espaciales se configuran como una red descentralizada de servidores, que incluye datos y atributos geográficos; metadatos; métodos de búsqueda, visualización y valoración de los datos (catálogos y cartografía en red) y algún mecanismo para proporcionar acceso a los datos espaciales. Pero puede ser útil considerar una definición más de tipo organizativo, que vendrían a decir

de cartografía que se ajuste a nuestro ámbito y escala de trabajo como puede ser el manejo de los Sistemas de Posicionamiento Globales o GPS. (SORIANO, 2002. GARCÍA y WHEATLEY, 2003).

Esta disponibilidad conlleva, sin embargo, otros aspectos a tener en consideración cuando decidimos seleccionar un determinado conjunto de cartografías que sirvan como base a nuestro proyecto de índole arqueológico. Junto a la documentación puramente histórica, estudiada en su dimensión espacial y normalmente procedente de excavaciones y prospecciones, suele incorporarse en los análisis SIG otro conjunto de capas cartográficas que proceden de estas series actuales. Tenemos que tener presente, que nuestro estudio está centrado en sociedades pasadas, por lo que al añadir capas sobre edafología, usos del suelo, vías de comunicación, red hidrográfica, elevación y pendientes, podemos estar cayendo en anacronismos en la reconstrucción de este paisaje antiguo¹⁰.

Como ejemplo de las cautelas a tomar referentes al uso de productos cartográficos, expondremos dos ejemplos relacionados, el primero, con la representación de estructuras modernas en los Modelos Digitales de Elevación, y el segundo con los errores de análisis derivados de la escala de representación.

Dentro de la información geoespacial disponible, los Modelos Digitales de Elevación o MDE se definen como “una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno” (FELICÍSIMO 1994, 12). Su uso está extendiendo en estudios de carácter medioambiental aunque también contamos con ejemplos en las ciencias

sociales. En Arqueología, su aplicación ha estado orientada a dos cuestiones: estudios sobre cuencas visuales, cálculo de superficies de costo y rutas óptimas (WHEATLEY y GILLINGS, 2002:151-157).

En este momento podemos adquirir MDEs con una resolución aceptable, como el generado por la Junta de Andalucía¹¹. Superado el problema de la generación de esta base cartográfica de análisis, la problemática se encuentra en su “actualidad”. Así, al trabajar con resoluciones altas quedan reflejados en el modelo de elevación una serie de infraestructuras contemporáneas (carreteras, ferrocarriles, puentes, desmontes), cualquier tipo de análisis que realizamos por ejemplo del camino más accesible entre dos yacimientos puede darnos errores si nos momentos cercanos a zonas muy modificadas antrópicamente (Lám. 3).

El siguiente ejemplo, referente a la escala de producción de bases cartográficas

que el término IDE se utiliza para denotar el conjunto básico de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales destinados a facilitar la disponibilidad y el acceso a la información espacial (CAPDEVILA I SUBIRANA, J. 2004).

¹⁰ La disponibilidad de cartografía obtenida mediante satélite y las técnicas de modelización matemática del paisaje se está traduciendo en un avance en este apartado. Los trabajos realizados en este aspecto, inciden en el análisis de la variación espacial de determinados factores geográficos y las distribuciones de asentamientos en épocas pasadas. Un ejemplo de estos trabajos lo encontramos en la utilización de series multispectrales Landsat TM para la evaluación de los factores estables a largo plazo (suelo, humedad, orientación de vertientes) que determinan las variaciones en la productividad agrícola independientemente de las condiciones tecnológicas (CHAPA *et alii*, 1998: 105-120).

¹¹ Modelo Digital del Terreno de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Instituto de Cartografía de Andalucía. 2005.

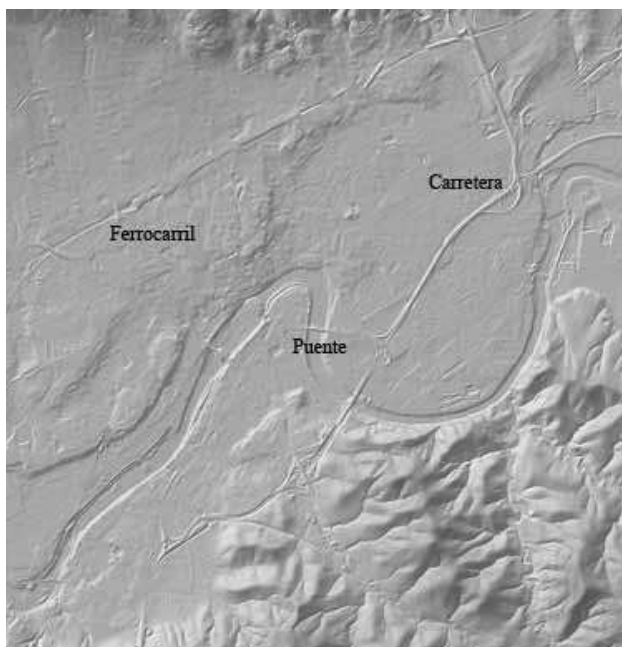


LÁMINA 3. *Identificación de construcciones contemporáneas en el MDE.*

digitales, nos ha surgido al poner en relación la red viaria y la distribución de cementerios musulmanes. Con la intención de reconstruir el espacio geográfico histórico en época islámica, hemos recurrido a la utilización de elementos históricos del paisaje que pueden haberse mantenido más o menos estables en la actualidad. Un ejemplo de esto lo constituye el trazado de cañadas, veredas y caminos de la que disponemos su representación espacial. Una vez incluida esta capa en nuestro sistema y al intentar relacionarlo con la distribución de espacios de necrópolis en un sector determinado de la ciudad (Campo de la Verdad), el mapa ob-

¹² Los resultados históricos de este apartado y el que le sigue han sido plasmado en varios artículos incluidos en esta publicación.

tenido nos da unos resultados discordantes. De las cuatro localizaciones funerarias, una de ellas se aleja sobremanera sobre la media resultante. Esta cuestión, que podría modificar la hipótesis sobre ubicación de espacios funerarios en relación con las vías principales de acceso a la ciudad, se produce por una discordancia respecto a la escala de estudio (Lám. 4). Apoyándonos en otra serie de planos más antiguos, podemos comprobar que, debido a que la escala de producción del trazado viario es pequeña, se produce una simplificación en la representación de los ejes lo que produce grandes desplazamientos en los tramos, hecho que nos desvirtúa el análisis arqueológico.

2. ANÁLISIS DE LOS CEMENTERIOS ISLÁMICOS DE MADINAT AL-QURTUBA¹².

Los trabajos informáticos realizados para este estudio han sido orientados hacia la incorporación de herramientas de análisis desde el punto de vista intra-cementerial. Contamos con buenos ejemplos, al menos desde el punto de vista cuantitativo, de excavaciones de amplios sectores de necrópolis con un número de tumbas considerable, que permite un estudio del modelo de crecimiento (extensión-superposición), áreas funcionales, vías funerarias, distribución por sexo / edad, etcétera. A pesar de contar con una muestra amplia, son escasas las intervenciones que cuentan con un estudio antropológico necesario que permita un análisis con más detalle de la necrópolis. Superando esta carencia, nos parece interesante comentar y sistematizar los trabajos realizados en esta investigación, ya que podemos hacer hincapié en la cuestión de la adquisición y ade-

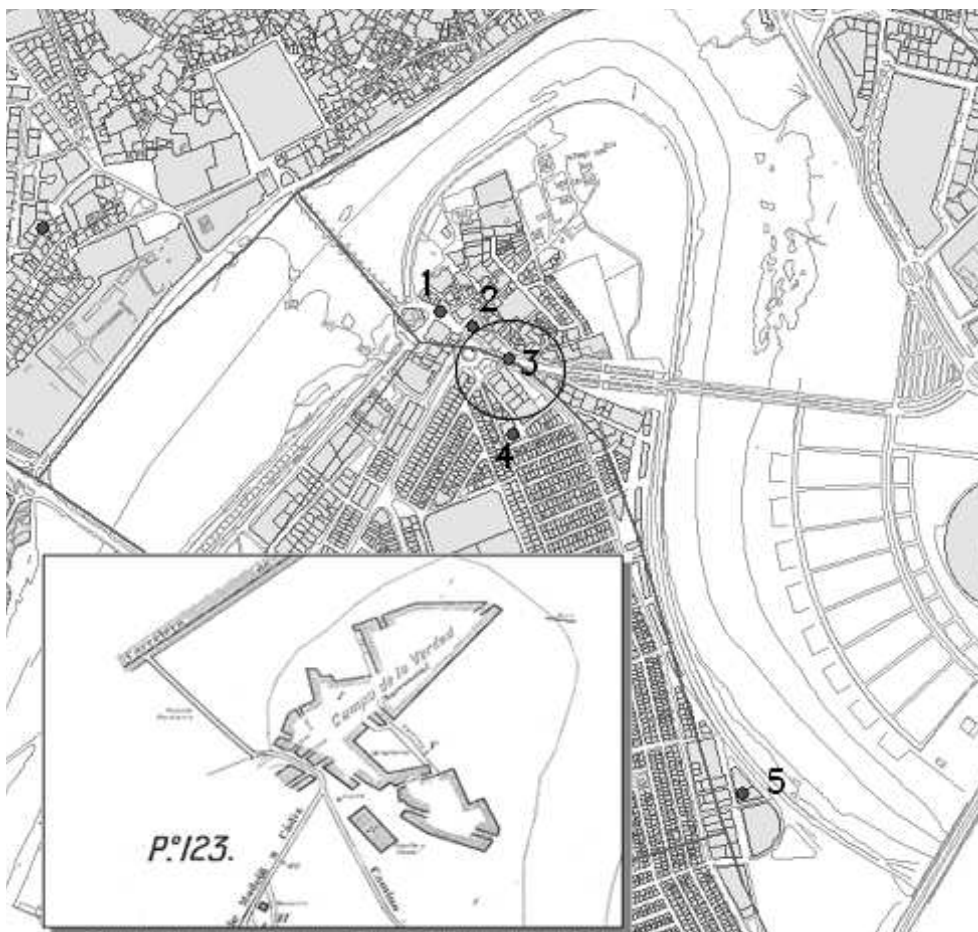


LÁMINA 4. Dentro del círculo se encuentra el trazado de la vereda que se desvía hacia el Norte hecho que produce que la localización funeraria nº 4 se aleje respecto a la media. Este mismo trazado queda ubicado más al sur en un mapa parcelario de principios del siglo XX

cuación de las producciones cartográficas arqueológicas (funerarias) para su ulterior explotación con un Sistema de Información Geográfico.

Con relación a la adquisición y preparación de la información planimétrica hemos definido los siguientes procesos: escaneado, digitalización, georreferenciación y vinculación con información alfanumérica. De-

pendiendo del estado de la documentación gráfica el trabajo ha requerido uno, varios o todos los procesos definidos. La información disponible sobre cementerios de época islámica proviene principalmente de diversas intervenciones arqueológicas realizadas en la ciudad. El tipo de información recuperada suele presentarse normalmente en planos a escala pequeña, según las dimensiones de la

excavación, en papel, o en archivos tipo CAD en coordenadas absolutas o en relativas.

El paso de cartografía arqueológica en formato papel a digital se ha realizado mediante un escáner. Los formatos de papel disponible, normalmente superior a un A3, han requerido del manejo de un escáner de gran formato, consiguiendo así evitar trabajos posteriores de edición de imágenes, principalmente de unión de archivos y evitando los consecuentes problemas. Este tipo de escáner dispone de configuraciones predefinidas para planos en CAD, fotografía, etc., consiguiendo unos resultados óptimos y unas imágenes de resolución adecuada. Respecto a la resolución, debemos considerar el tipo de elementos representados (normalmente para trabajos arqueológicos es necesario un nivel de detalle muy elevado, contando con dibujos “piedra a piedra”) y la escala de dibujo (escalas entre 1:10 y 1:20). Esto son cuestiones a considerar a la hora de la elección de la resolución, teniendo presente que a más resolución por píxel mayor peso en *bytes* del fichero.

La digitalización es el proceso de convertir a formato digital los elementos (polígonos, líneas, puntos) que aparecen impresos o dibujados en un mapa o una fotografía aérea. Para evitar revisiones y trabajos posteriores, se hace necesario un trabajo previo de análisis de la información a digitalizar que concluya en la redacción de un protocolo a seguir. En este documento queda establecido el modelo de datos a utilizar, el tipo de representación gráfica (en el caso de información vectorial: punto, línea, polígono o

área), las diferentes categorías de datos y la codificación de los elementos digitalizados que permitan la vinculación con la información tabular.

En el caso que nos ocupa, la representación de elementos funerarios se circunscribe principalmente a la fosa de enterramiento, revestimiento de paredes y suelo, cubierta, elementos de señalización, restos óseos del cadáver, estructura contenedora, objetos del ritual funerario y ajuar.

Para la elección del objeto gráfico de representación nos hemos basados en varios criterios. El primero de ellos ha sido la búsqueda de la simplicidad en la plasmación gráfica. Nuestro interés no está tanto en la precisión y el detalle en el dibujo de los elementos arqueológicos excavados, ya que para ello contamos con las propias planimetrías originales, sino en las posibilidades de esta representación desde el punto de vista de análisis con SIG. Con este criterio hemos descartado las cubiertas y la representación de los restos óseos del cadáver por varios motivos. En el caso de que existan cubiertas¹³, no forman parte de las planimetrías finales de los proyectos, ya que incluso en estratigrafías superpuestas se hace compleja su representación. Por otra parte el dibujo de los restos óseos del difunto es la elección más frecuente en la información de trabajo. A pesar de ello, y de la información funeraria que este ofrece, el dibujo del esqueleto es sumamente complejo, tanto desde el punto de vista de la digitalización como del número de polígonos que contempla. En ambos casos los atributos asociados al tipo de dibujo quedan reflejados después en la base de datos.

Teniendo en cuenta estas premisas, nos hemos decantado por la representación

¹³ La carencia de este tipo de estructuras puede deberse a varias cuestiones relacionadas con el tipo de ritual de enterramiento, destrucción por procesos post-deposicionales, utilización de materiales no perecederos (tierra, madera, etc.) o incluso saqueo.

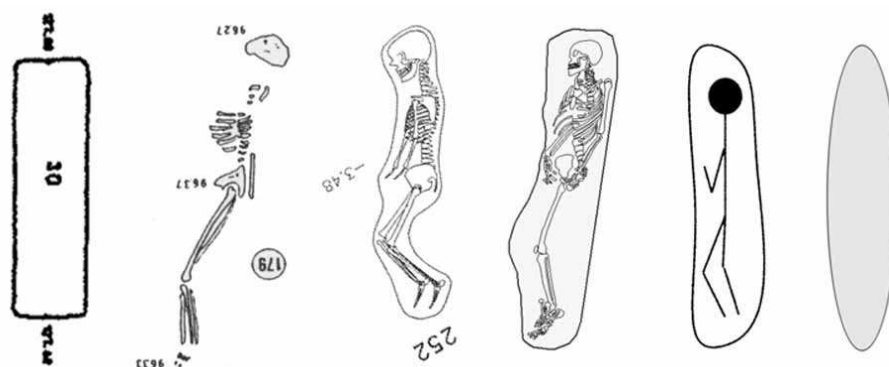


LÁMINA 5. Tipos de representación de la tumba en planimetrías arqueológicas. La última figura de la derecha es la elegida para representar la tumba.

simplificada de la fosa de enterramiento mediante una figura elipsoidal (Lám. 5). Aunque la fosa es un elemento arqueológico que no siempre plasma en cartografía, su carencia puede ser suplida con el dibujo de la misma basándonos longitud máxima y mínima del dibujo base (ya sea la cubierta, el cadáver o la fosa original). La elección se sustenta también en la capacidad transmisión de algunos datos de carácter espacial mediante esta figura como pueden ser: la situación absoluta respecto a otras tumbas la orientación, las dimensiones aproximadas y la identificación de algunas relaciones estratigráficas de anterioridad-posterioridad. Por último, y basándonos en futuros análisis espacial basados en modelos matriciales, la conversión de las planimetrías resultantes es rápida e idónea para estos fines.

A tenor de estas consideraciones la digitalización de los planos se ha organizado en cuatro capas:

- *Capa_Tumba*. Formada por las elipses y un texto de identificación.
- *Capa_Estructuras_Funeraria*. Alineaciones, caminos funerarios, recintos, etc.

- *Capa_Estructuras*. Otras estructuras de índole no funerario pero que puedan servir de ayuda en la interpretación de la secuencia funeraria.
- *Elementos auxiliares*, como límites del solar o área intervenida, la localización de cortes, etc.

El siguiente paso, la georreferenciación, supone el posicionamiento espacial de los elementos funerarios en coordenadas absolutas. Nos encontramos en este apartado con un grave problema, ya que son numerosos los conjuntos de planos sin referencias espaciales. Esta cuestión quedaría subsanada con la incorporación de las coordenadas UTM de los cortes o de algunos elementos del parcelario. Otro elemento que nos puede servir de ayuda es el dibujo del Norte y de la escala gráfica que permita realizar las operaciones de escalado y girado de la cartografía. Frente a la variedad de casuísticas, las soluciones tomadas han tenido que adaptarse a cada problema.

Una vez preparada la información cartográfica y adaptada para su explotación en un Sistema de Información Geográfica, el paso siguiente es la asociación de información



LÁMINA 6: Una vez incorporada la información al sistema podemos realizar planos por clasificaciones como este organizado por tipo de cubiertas (a partir de planimetría facilitada por C. Camacho).

no espacial de carácter funerario. Para esta labor hemos diseñado unas tablas normalizadas que mediante un identificador único permiten su anexión a los datos gráficos. Las tablas contienen tantos registros como tumbas excavadas y recogen la siguiente información:

- *ID_Tumba*. Este campo de tipo numérico es único para todo el conjunto de la información. A pesar de que cada arqueólogo ha utilizado un código de identificación, la unión de todas las tablas por excavación puede llevarnos a errores en la vinculación al encontrarnos con valores repetidos (por ejemplo podemos tener varios Cortes 1, y varias tumbas 1). Aun así, esta información

también ha sido incluida en la base de datos (Intervención, Sector, Tumba).

- *Tipo_Tumba*: Es un campo dependiente de otra tabla para limitar las opciones a las tipologías más frecuentes en este período histórico: Sin Cubierta, Cubierta de Teja, Otros. En otro campo, denominado Subtipo, se ha desarrollado la opción Otros, según las variaciones encontradas sobre las opciones de tipo principal.
- *Nº_Individuos*: Se incluye la s opciones Indeterminado, Ninguno, Individual, Múltiple, Osario.
- *Posición*: Este campo recoge la información que gráficamente podría incluir el dibujo del cadáver. (Decúbito Lateral

Proyecto Funus. Catálogo de Intervenciones

286 Expediente GMU N° Exp. Cultura 3060/C Catálogo 000 COD_FUNUS: 20

Dirección Postal: Teruel, Polifemo, Tarrasa, Arruzafilla (Av.) Georreferenciado: -1
 Planeamiento: Plan Parcial MA-1 Manzana 16

Intervención Secuencia/Funcionalidad **Funus** Descripción Bibliografía Conservación Observaciones

Secuencia Funeraria		Ritos	Items	
<input checked="" type="checkbox"/> ROMANO	<input checked="" type="checkbox"/> MEDIEVAL	<input checked="" type="checkbox"/> Incineración	<input type="checkbox"/> ROH	<input type="checkbox"/> Urna
<input type="checkbox"/> Rep	<input checked="" type="checkbox"/> ISLÁMICO	<input checked="" type="checkbox"/> Inhumación	<input type="checkbox"/> Cerámica	<input type="checkbox"/> Sarcófago:
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Emiral	<input type="checkbox"/> Indeterminado	<input type="checkbox"/> Terracotas:	<input type="checkbox"/> Material Constr.
<input type="checkbox"/> Pleno	<input type="checkbox"/> Califal		<input type="checkbox"/> Adorno	<input type="checkbox"/> Elementos Arquít.
<input type="checkbox"/> Bajo	<input type="checkbox"/> Tardoislámico		<input type="checkbox"/> Vidrio	<input type="checkbox"/> Revest. Parietal
<input checked="" type="checkbox"/> Tardo	<input type="checkbox"/> BAJ		<input type="checkbox"/> Metal	<input type="checkbox"/> Escultura:
N° romanas: 3	N° Bajomedieval:		<input type="checkbox"/> Numismática:	<input type="checkbox"/> Relieve
N° Islam: 2	N° Modernas:		<input type="checkbox"/> Tejido	<input type="checkbox"/> Aras
N° Mozarabes:			<input type="checkbox"/> Hueso Trabajado:	<input type="checkbox"/> Otros:
			<input type="checkbox"/> Fauna	
			<input type="checkbox"/> Epigrafía	

Observaciones:
 COD 909

LÁMINA 7: Modificaciones de "al-Mulk". Apartado relacionado con el estudio funerario.

Derecho, Decúbito Supino, Variantes, No detectado).

- Orientación.
- Adorno Personal.
- Ajuar Ritual.
- Otros. Como puede ser el registro de clavos, madera, etc.

En las etapas iniciales de análisis espacial hemos utilizado herramientas de clasificación por uno / varios criterios (campos) que nos ha permitido un acercamiento a la distribución de cada área de enterramiento estudiada (Lám. 6). Si podemos disponer de datos antropológicos las posibilidades de análisis aumentan al poder hacer agrupaciones espaciales atendiendo a criterios relacionados con el sexo, edad u otros aspectos sociales.

3. TOPOGRAFÍA FUNERARIA DE LA CÓRDOBA ROMANA E ISLÁMICA

Cambiando de escala de trabajo y de arco cronológico, el siguiente caso que exponemos se centra en el estudio de las transformaciones diacrónicas (desde el asentamiento prerromano hasta *Qurtuba* tardoislámica) operadas en la interrelación entre las áreas de deposición funeraria de la ciudad de Córdoba y los sectores productivos, residenciales y de representación política y social. El método empleado ha partido de la explotación de la información vertida al Sistema de Información Arqueológica *al-Mulk*, analizado con anterioridad.

Una vez realizada las consecuentes consultas al sistema *al-Mulk* mediante los campos secuencia cronológica y funcionalidad¹⁴, hemos completado el número de registros obtenidos con un apartado orientado a ampliar la información, con el objetivo de poder realizar estudios más profundos desde el punto de vista de la arqueología funeraria.

Los criterios de esta modificación han estado basados en la consecución de los siguientes objetivos:

- Vinculación con la información espacial
- Adecuación de los datos para un estudio de enfoque diacrónico.
- Ampliación y especialización de las claves descriptivas en relación con las funcionalidades funerarias
- Existencia de campos de recuento para su explotación estadística

Estos cambios han quedado reflejados en los siguientes apartados (**Lám. 7**).

SECUENCIA FUNERARIA

Se ha completado la información relacionada con al secuencia histórica general de la intervención arqueológica, precisando la existencia de datos funerarios para los períodos estudiados (Romano Indeterminado, Republicano, Imperial, Tardo Antiguo, Islámico Indeterminado, Emiral, Califal, Tardo Islámico, Bajo Medieval Cristiano).

¹⁴ La consulta SQL generada para este filtro ha consistido en la selección de todos aquellos registros que contengan una Funcionalidad General (Construcciones Funerarias) o Específica (Cementerio, Tumba, Cripta, Monumento Funerario, Sarcófago, etc.) y que su secuencia histórica sea desde época romana hasta bajomedieval.

Nº ENTERRAMIENTOS

Se recuperan los recuentos del número de enterramientos excavados. Hemos tenido en cuenta que este dato es muy general ya que, en otros trabajos de análisis más profundos sobre excavaciones de necrópolis islámicas, se ha apreciado que la relación total de enterramientos documentados no significa una excavación completa de los mismos. Así puede suceder que la necrópolis no esté excavada en su totalidad hasta agotar el registro arqueológico, que la detección de entidades funerarias esté sujeta a las características del terreno (coloración, acidez) o bien que haya parte sin excavar (tumbas en perfiles que han sido identificadas pero no totalmente documentadas).

RITUAL DE ENTERRAMIENTO

Se incluye los dos tipos de ritos funerarios principales: Incineración e inhumación, adjuntándose, de igual modo, la opción “indeterminado”. Puede parecerse carente de lógica esta última posibilidad, pero su inserción está relacionada con las indicaciones anteriores sobre las posibilidades y calidad del registro arqueológico.

OBJETOS FUNERARIOS

Por último se ha realizado una selección de ítems arqueológicos relacionados con la excavación del espacio funerario que podíamos englobar en el apartado de *ajuar* y *elementos rituales*. En este apartado hemos intentado hacer una relación general de los mismos que pueda ceñirse a cualquier etapa histórica.

Junto a la información de tipo textual, el filtrado nos ha devuelto una capa puntual

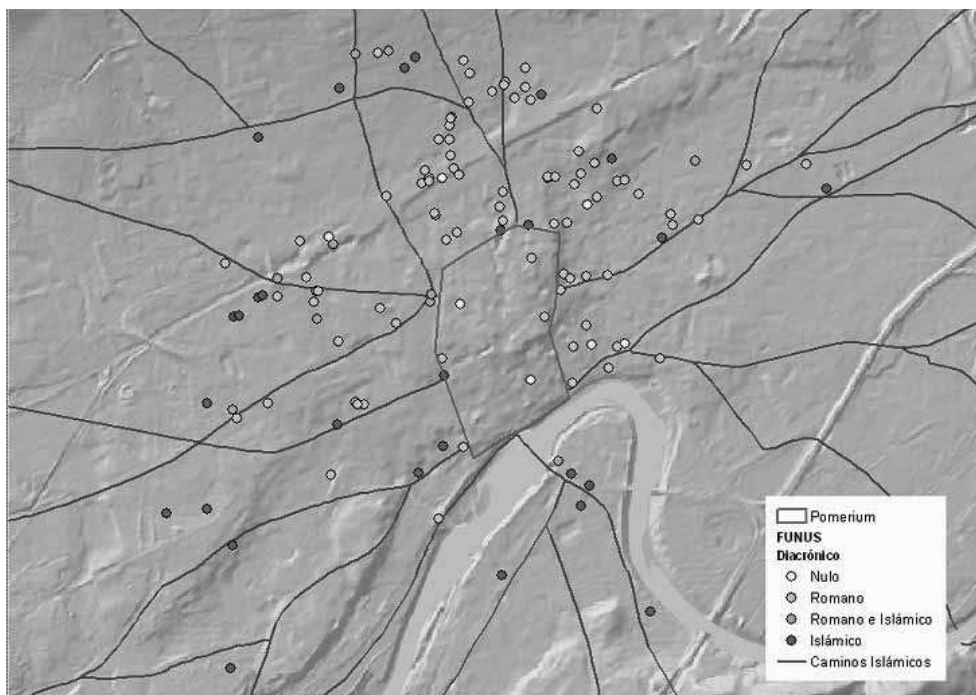


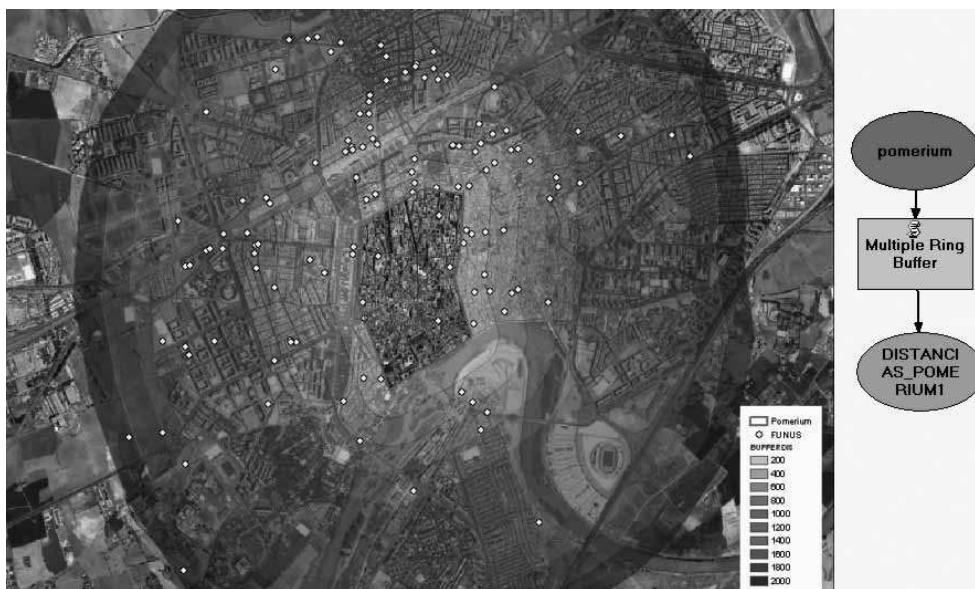
LÁMINA 8: Clasificación por períodos

con la localización espacial de los elementos funerarios seleccionados. Esta capa lleva anexa una tabla con el código de identificación de cada situación que hemos vinculado con la base de datos funeraria. Esta vinculación nos permite comenzar a utilizar el Sistema de Información Geográfica desde el punto de vista del estudio de evolución de la topografía funeraria.

Las primeras funciones espaciales manejadas han sido las destinadas al análisis de las concentraciones espaciales por períodos. Siguiendo la clasificación de Comas y Ruiz (1993) estas funciones son denominadas de *Recuperación Filtrada*. En este tipo de comprenden filtros de búsquedas, consultas a la base de datos, ordenamiento de la información según diferentes criterios, mediciones y

estadística. La representación arqueológica de este análisis la encontramos en la generación de mapas de información según los períodos históricos, o en planos de continuidad / discontinuidad de funcionalidad funeraria en de distintas áreas de la ciudad (Lám. 8).

El siguiente conjunto de investigaciones intenta poner en relación la ubicación de los datos obtenidos en las primeras consultas con algunos hitos arqueológicos a los que están estrechamente ligados. Para esta fase de consulta se han añadido tres capas: recinto amurallado por etapas históricas, viario y ubicación de las puertas de acceso a la ciudad. Otros niveles de información, en proceso de producción, que nos pueden servir para ampliar este estudio son los relacionados con el paleo-paisaje. En este apartado

LÁMINA 9: *Análisis tipo buffer*

incluimos la red hidrográfica¹⁵ o la topografía del terreno.

Para analizar la relación entre elementos funerarios y recinto amurallado, hemos utilizado un análisis de tipo *buffer* o área de influencia. Teniendo en cuenta la distancia con referencia la *pomerium* del elementos funerario mas alejado, hemos creado una capa de de polígonos concéntricos cada 200 metros a la

¹⁵ | Son varios los ejemplos de cementerios islámicos cercanos a cursos de agua, ríos, acuíferos subterráneos etc... Esta cuestión puede estar relacionada con aspectos rituales vinculados con la renovación. (CASAL 2003, 22).

¹⁶ | Sobre este cuestión debemos considerar que la aplicación, al menos a este nivel, realizada el análisis desde un punto de vista de espacio lineal. Así por ejemplo no se tiene en cuenta cuestiones como la pendiente o accidentes geográficos que imposibilitan el acceso como puede ser el propio río Guadalquivir. En este aspecto es cuando juega un papel relevante el manejo de Modelos Digitales de Elevación para poder realizar análisis matriciales de análisis de costo.

línea de muralla¹⁶. El SIG ha incorporado esta distancia a cada registro, hecho que nos permite realizar una representación estadística de este factor para su análisis. En cuanto a la distancia de los espacios funerarios al *pomerium*, en el 30% de los casos ésta es inferior a los 400 m. El 90% de las localizaciones se sitúa a menos de 1000 m. de este referente, y sólo el 10% restante lo supera, sin sobrepasar en ningún caso conocido los 1.600 m., esto es una milla aproximadamente (Lám. 9).

Una operación parecida ha consistido en asociación de cada elemento al camino más cercano. Por las fuentes conocemos que la red viaria, desempeña un importante papel vertebrador del territorio y que los cementerios, al menos en época romana, se disponen en su inmediata proximidad, creando auténticas *viae sepulcræ*.

Para la delimitación de sectores funerarios a partir de la proximidad de los espacios de de-

posición a las puertas úrbicas hemos aplicado una función del test del vecino más próximo. Este tipo de función se engloba en el apartado de análisis de vecindad donde se evalúan las características del área que envuelve una localización determinada. Se trata de funciones de búsqueda que analizan la distribución de un fenómeno en un emplazamiento específico. Con esta técnica obtenemos agrupaciones que permiten definir las áreas cementeriales, que a posteriori han sido matizadas en el sentido de un ajuste en función de las vías que conducen a las distintas puertas.

4. CONCLUSIONES

La inserción de herramientas avanzadas desde el punto de vista tecnológico en proyectos de investigación de esta envergadura, puede terminar, si previamente hemos hecho un estudio de las capacidades y necesidades que requiere este manejo, en una ampliación de las perspectivas de acercamiento en el estudio de un determinado fenómeno histórico.

En el caso del estudio del mundo funerario que aquí nos ocupa las perspectivas incorporadas son las siguientes:

- Ampliación del marco del estudio a escala urbana y periurbana, superando los análisis desde el punto de vista del objeto (tumba-ajuar, monumento) hacia la relación con el entorno histórico.
- Incorporación de nuevas variables geográficas (topografía, hidrografía) al estudio de localización de espacios cementeriales.
- Relación del mundo funerario con otros aspectos históricos con plasmación espacial, como las reorganizaciones del espacio urbano según las etapas (*deductio* augustea, cristianismo, expansión califal, fundaciones pías, red de parroquias)
- Estudio desde un punto de vista diacrónico de los espacios funerarios y relación con otros usos (urbanísticos, industriales)
- Sectorización de espacio funerario por cuestiones sociales (origen étnico, condición social) relacionada.
- Desde el punto de vista del estudio de necrópolis, podemos plasmar aspectos referidos con su crecimiento y fases (dispersión, sustitución) o a la distribución interna atendiendo a las descripciones de las tipologías de tumbas (tamaño, orientación, posición, estructuras asociadas, ajuar) o a cuestiones antropológicas (edad, sexo, enfermedades, etnias)

BIBLIOGRAFÍA

BAENA, J.; BLASCO, C.; QUESADA, F., (Eds.) (1997): *Los S.I.G. y el análisis espacial en Arqueología*. Madrid.

BEZZI, A., BEZZI, L., FRANCISCI, D., GIETL, R. (2006): "ArcheOS 1.0 Akhenaton, the first GNU/Linux live distribution for archaeologists", *Archäologie und Computer 2005. Workshop 10*. Viena.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. (1998): *Principles of geographical information systems*. Oxford.

CAPDEVILA I SUBIRANA, J. (2004): "Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Definición y desarrollo actual en España". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. VIII, núm. 170 (61).

- CASAL, M.^a T. (2003): *Los cementerios musulmanes de Qurtuba*. Córdoba.
- CLARKE, D. L. (Ed.) (1977): *Spatial Archaeology*. London.
- CHAPA, T.; VICENT, J. M.; RODRÍGUEZ, A.; URIARTE, A. (1998): "Métodos y técnicas para un enfoque regional integrado en Arqueología: el proyecto sobre el poblamiento ibérico en el área del Guadiana Menor (Jaén)". *Arqueología espacial, 19-20, Arqueología del Paisaje*, Teruel, 105-120.
- COMAS, D.; RUIZ, E. (1993): *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona.
- FELICÍSIMO, A. M. (1994): *Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en ciencias ambientales*. Oviedo.
- FERNANDEZ CACHO, S.; GARCIA SANJUÁN, L. (2003): "Sistemas de Información Geográfica y Tutela del Patrimonio Arqueológico". *Jornadas Técnicas de Patrimonio y Territorio. Desarrollo de Estrategias en Entornos SIG*. Aracena. 1-10.
- GARCÍA GUTIÉRREZ, A. (Dir.) (1998): *Tesoro de patrimonio histórico andaluz: versión 0*. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Sevilla.
- GARCÍA, L.; WHEATLEY, D. W. (2003): "Obtención de micro-topografías de alta precisión de yacimientos arqueológicos mediante DGPS". *Mapping. Revista de Cartografía, Sistemas de Información Geográfica, Teledetección y Medio Ambiente* 89 (Octubre 2003). Madrid. 94-98.
- GRAU MIRA, I. (Ed.) (2006): *La aplicación de los SIG en la arqueología del paisaje*. Alicante.
- HODDER, I.; ORTON, C. (1990): *Análisis Espacial en Arqueología*. Barcelona.
- MARTÍN, J. C.; LUCENA, A. M.^a (Coord.) (2004): *Encuentro Internacional Informática Aplicada a la Investigación y la Gestión Arqueológicas (1º. 2003. Córdoba)*. Córdoba.
- MURILLO, J. F.; VENTURA, A.; HIDALGO, R. (1998-1999): "El Planeamiento urbanístico y la gestión del patrimonio arqueológico" *Kobie XXV*, Bilbao. 45-73.
- SÁNCHEZ, M.; GARCÍA-FERRER, A. (2002): "Ejemplo de metodología informática aplicada al estudio del mundo funerario en Colonia Patricia Corduba", en D. Vaquerizo (Coord.) *Espacios y usos funerarios en el Occidente romano Vol. 2*, Córdoba, 201-210.
- SANDE LEMOS, F.; BAENA, J.; DANTAS GIESTAS, C.; ROCHA, G. (Coords.) (2000): *Sistemas de Informação Arqueológica. SIG's aplicados à Arqueologia da Península Ibérica. Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular: vol. X*, Porto.
- SORIANO, P. J. (2002): "Métrica en Arqueología: utilización de topografía por satélite", *Anales de Arqueología Cordobesa*, Nº 13-14, Córdoba, 9-28.
- VAQUERIZO, D. (2002): "Espacio y usos funerarios en Corduba", en D. Vaquerizo (Coord.) *Espacios y usos funerarios en el Occidente romano Vol. 2*, Córdoba, 141-200.
- WHEATLEY, D.; GILLINGS, M. (2002): *Spatial Technology and Archaeology. The Archaeological Application of GIS*. London.