

Proyecto de renovación del sistema de gestión de datos arqueológicos en el Consorcio: el SIG de patrimonio emeritense (1ª fase: 2004-2007). Diseño y configuración¹

TERESA BARRIENTOS VERA
teresa@consorciomerida.org

ISIDORO ARROYO BARRANTES
isidoro@consorciomerida.org

BERTA MARÍN GÓMEZ-NIEVES
berta@consorciomerida.org

RESUMEN

La documentación patrimonial emeritense (fundamentalmente la arqueológica), custodiada en el Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida, presentaba, hasta el inicio de este proyecto, unos problemas básicos en su gestión: la desvinculación de la información alfanumérica y la información gráfica y, como consecuencia de ello, la falta de agilidad en su uso. Por este motivo se planteó la necesidad de poner en funcionamiento un sistema de información para la gestión del patrimonio emeritense que integrara y activara de forma conjunta toda la documentación existente. Contamos para su elaboración con la documentación arqueológica gestionada de forma única y normalizada y volcada en una base de datos que incluye todas las intervenciones arqueológicas del Consorcio de los últimos 17 años y con las planimetrías arqueológicas digitales o escaneadas y georreferenciadas. Además se han solicitado a otras instituciones cartografías digitales del municipio que sirvieran de base al volcado de datos gráficos. Con todo ello se ha estado diseñando y configurando un sistema basado en la tecnología de los sistemas de información geográfica, cuya puesta en funcionamiento permitirá la gestión integral de la información patrimonial emeritense.

SUMMARY

The cultural heritage documentation of Mérida (mainly the archaeological one), watched over by the Consorcio Ciudad Monumental de Mérida, has some basic problems about its management: the disjoint between textual information and the spatial information, and, as consequence, the difficulty of its use. Because of that we plan to put into operation an information system to manage the Mérida cultural heritage that integrate and activate all existing documentation. To develop it, we had the standardized archaeological documentation managed, stored in a data base then contains all archaeological interventions of last 17 years and with the digitals or scanned and georeferenced archaeological plans. Furthermore we have requested to other institutions digital cartographies of Mérida to serve as basis to download of graphic data. With all of which we have been designing and configuring a Geographical Information System that will allow the integral management of cultural documentation of Mérida.

1 Agradecemos el impulso y apoyo para la realización de este proyecto a Pedro Mateos Cruz, los consejos y orientaciones iniciales recibidos de Silvia Fernández Cacho, de Leonardo García Sanjuán, del grupo de trabajo de la Gerencia de Urbanismo de Córdoba y de Diego Jiménez del Ayuntamiento de Mérida.

El trabajo que presentamos es fruto de la colaboración de todo el equipo del Departamento de Documentación del Consorcio y de los trabajadores en formación provenientes del acuerdo con el SEXPE (Maribel Garrido, Pepa Mesa, Puri Cáceres, Toñi López y Belén Domínguez) así como de los participantes en el programa de Prácticas en Empresas.



INTRODUCCIÓN

El Consorcio de la Ciudad Monumental de Mérida es un organismo de entidad pública integrado por cuatro instituciones (Junta de Extremadura, Ayuntamiento de Mérida, Ministerio de Cultura y Diputación de Badajoz) cuya función es la gestión integral del yacimiento emeritense.

Normativamente funciona al amparo de las leyes de Patrimonio Histórico Español de 1985 (16/85), de Patrimonio Histórico y Cultural de la Comunidad Autónoma Extremeña de 1998 (2/99), del PGOU y Plan Especial del Conjunto Histórico-Arqueológico de Mérida, aprobado en el año 2000 y de las normativas de desarrollo aprobadas por sus órganos de gobierno (Consejo Rector o Comisiones Ejecutivas).

Específicamente el Plan Especial determina las medidas y niveles de protección del yacimiento arqueológico emeritense, dividiendo la ciudad en cinco zonas a las que aplica un procedimiento de intervención normalizado (fig. 1). Una de las particularidades más interesantes del sistema es que el Ayuntamiento no concede licencias de obras sin la actuación (y redacción del informe correspondiente) previa del Consorcio.

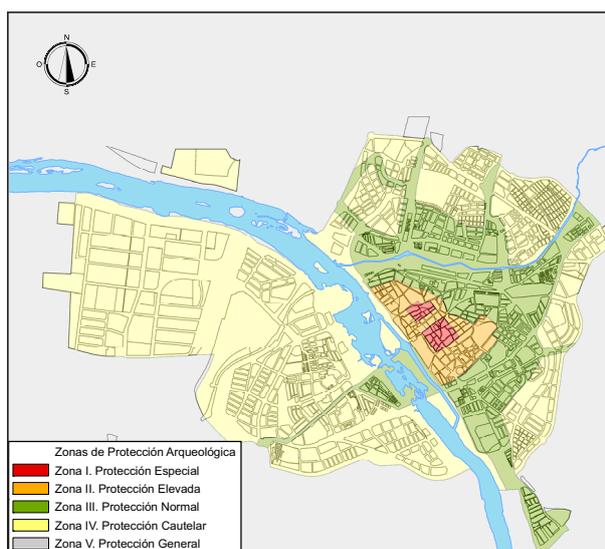


FIGURA 1

Zonas arqueológicas de Mérida, según el Plan Especial.

La gestión del yacimiento se realiza desde cuatro áreas fundamentales: la documentación, la investigación, la conservación y la difusión. Cada una de estas áreas ha generado un departamento que se encarga de desarrollar programas específicos y coordinados para velar por el patrimonio emeritense (Mateos 2004a y b).

Además la ciudad de Mérida es tratada desde el Consorcio como un solo yacimiento, en su compleja riqueza diacrónica, por lo que todo el sistema de registro de la documentación arqueológica es tratado de forma normalizada y cualquier intervención realizada pasa a formar parte de la base de datos única existente en el centro, que en la actualidad está siendo renovada. El departamento de documentación es el que ejerce esa labor de normalización y sistematización del registro y por tanto el encargado del cambio.

Este departamento está formado por un equipo de arqueólogos, documentalista, informático, topógrafo, dibujantes de arqueología y personal auxiliar.

Funcionalmente se encarga de:

- a. Normalizar y revisar toda la documentación de las intervenciones arqueológicas de Mérida.
- b. Establecer los criterios de almacenamiento y archivo de la documentación y de todos los materiales arqueológicos que se exhuman en la actividad arqueológica cotidiana.
- c. Generar la planimetría arqueológica y el dibujo de materiales.
- d. Garantizar la custodia de los datos arqueológicos y la propiedad intelectual de los autores y, a la vez, la difusión de los resultados (mediante, por ejemplo, su publicación anual en esta revista). Y atender las solicitudes de información o uso de la documentación tutelada.
- e. Realizar actividades formativas relacionadas con estas áreas como son: cursos de dibujo arqueológico y cursos de arqueología.

2. Tratamiento previo de la documentación arqueológica en el Consorcio

La situación de la documentación arqueológica previa al inicio del proyecto de reforma iniciado en 2004 era por un lado la existencia de una base de datos para el almacenamiento de la documentación alfanumérica y por otro lado la coexistencia de planimetrías arqueológicas digitales. Así mismo había un archivo en papel donde se almacenaba toda la documentación (remitimos para ello a Pacheco 1997; Arroyo 1998 y Márquez 2001).

2.1. Bases de datos

A principios de los años 90, se inició la elaboración de una base de datos alfanumérica de todas las intervenciones arqueológicas urbanas, a partir del registro

arqueológico de campo (previamente desglosado en fichas de papel, normalizadas), a la que aportaban datos arqueólogos, topógrafo y dibujantes (Márquez 2001).

La base de datos tiene como cabecera una ficha principal (la ficha de intervención) en la que se recogen tres grupos de datos: la localización espacial, el tipo de intervención y los datos relativos a los resultados arqueológicos de la intervención. Esta ficha matriz permite además enlazar con una serie de fichas secundarias en las que pormenorizadamente se ha desmenuzado la información obtenida de cada intervención realizada, como son la ficha de unidades estratigráficas, la ficha de actividades, la ficha de materiales arqueológicos, la ficha de fotografías, la ficha de topografía y la ficha de planimetría (fig. 2).

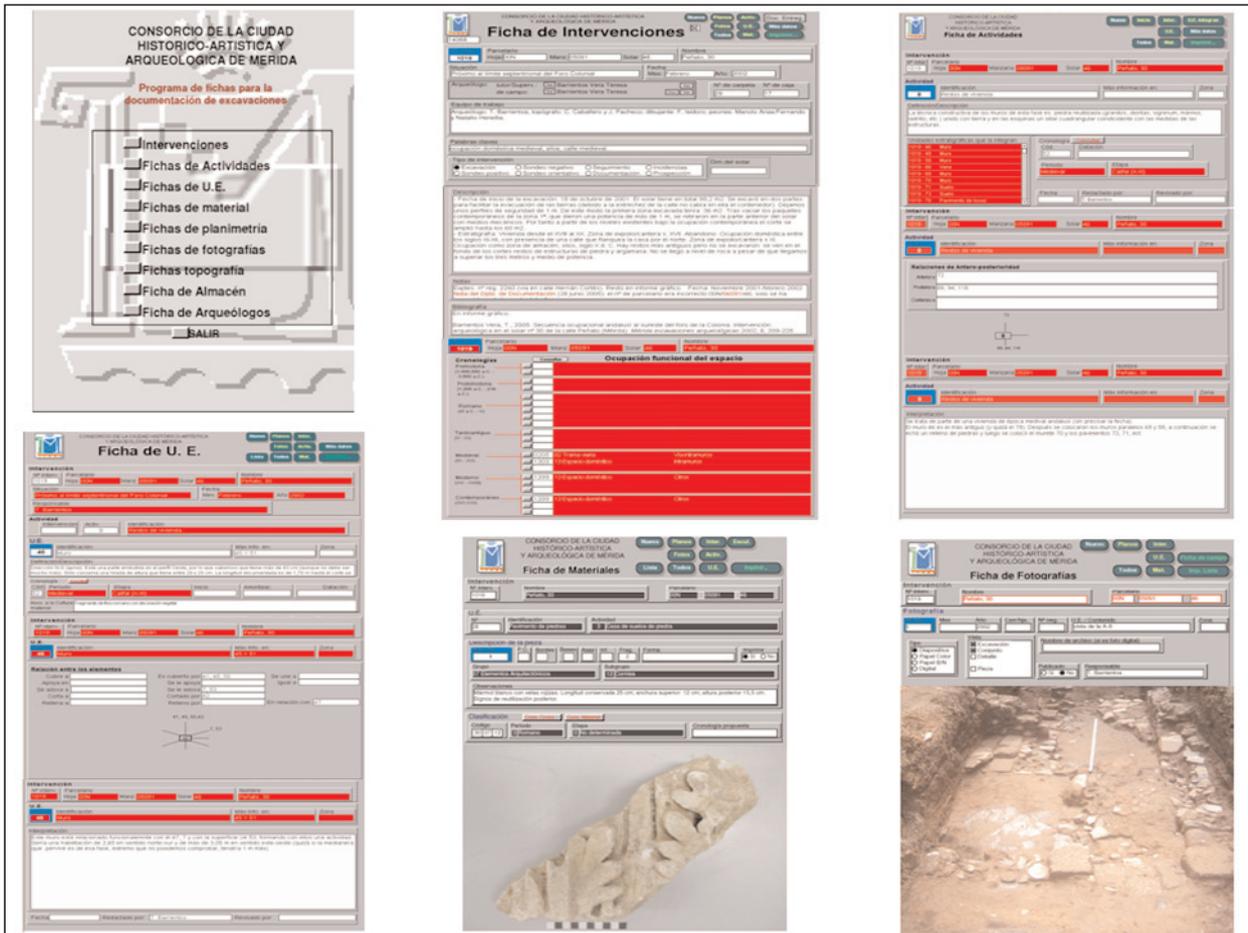


FIGURA 2
Algunas de las fichas de la base de datos arqueológica tradicional de Mérida.

La puesta en funcionamiento de la base de datos arqueológica tenía, y de momento aún tiene, la función de sistematizar y ordenar el registro extraído de las intervenciones y devolverlo a los posibles usuarios (arqueólogos, investigadores, etc) de forma rápida y exhaustiva.

El diseño de la base de datos arqueológica del Consorcio ha sido demandado y aplicado en otros centros de gestión/investigación a nivel nacional.

2.2. Planimetrías arqueológicas

En la segunda mitad de los 90, se inició el registro informatizado de la documentación planimétrica de cada intervención arqueológica. Estos datos se insertaban espacialmente en el parcelario urbano de 1997, facilitado por el Ayuntamiento, con coordenadas UTM (a escala 1/1000 y 1/500). Esto supuso un gran avance en la calidad y normalización de la imagen vectorial, pero no permitía el sistema mantener enlazados y activos los planos de forma conjunta: la cartografía de base estaba compartimentada en hojas y la planimetría arqueológica se mantenía almacenada, por número de intervención, en documentos separados.

Paralelamente la toma de datos en campo también ha ido evolucionando: triangulación, compensación o establecimiento de ejes provisionales, o en la actualidad utilización de fotografía ortorrectificada.

La informatización de esos datos de campo se realiza en AutoCad, aunque también en este proceso se ha evolucionado: de la tableta digitalizadora, al escaneo y digitalización de planos y, actualmente, al montaje de la secuencia de ortofotografías para dibujar directamente sobre la imagen de las estructuras.

El apoyo topográfico es imprescindible para la realización de planimetrías en arqueología urbana. Para ello contamos con una Estación Total y una malla de puntos UTM distribuida por toda la ciudad y GPS para el resto del término municipal (zona arqueológica V).

Las planimetrías son montadas por unidad estratigráfica siguiendo una normalización de capas preestablecida.

El registro planimétrico es una parte imprescindible de la documentación arqueológica, tanto para la gestión como para la investigación o la difusión del yacimiento. El Consorcio publica anualmente los resultados de la actividad arqueológica que realiza en esta revista: *Mérida Excavaciones Arqueológicas*, a cuyos ejemplares remitimos para ilustrar el resultado.

3. ¿Por qué era necesaria la transformación del sistema de trabajo?

Uno de los problemas que aún no se habían resuelto con el volcado de la documentación arqueológica a base de datos y la utilización de planimetría digital con coordenadas UTM, como ya se ha dicho, era precisamente la ausencia de relación entre ambos: la falta de conexión entre la documentación gráfica y la textual. Esto ralentizaba bastante la gestión conjunta de los datos.

Otro problema importante era el almacenamiento desvinculado de las planimetrías arqueológicas entre sí, lo que provocaba también un gran esfuerzo, sobre todo de tiempo, cada vez que se tenían que relacionar planos de distintas intervenciones.

Además la base de datos, en su origen pionera, resultaba deficiente en algunas materias, por ejemplo para el control de la documentación, o ambigua en algunos campos, por lo que parecía necesaria su ampliación y revisión.

Desde su inicio se planteó este proyecto como un trabajo interdisciplinar entre distintos técnicos del Consorcio (informático, arqueólogos, documentalista, topógrafo, etc), centralizándose los trabajos en el Departamento de Documentación y arrancando, por tanto, con la información arqueológica de la Institución, pero con la intención de servir de herramienta base de trabajo, a medida que se desarrollase, al resto de los departamentos (Administración, Conservación y Difusión). Paralelamente hemos contado con la colaboración, en distintas formas e intensidad (con material o con personal), de otras instituciones que comparten intereses con el Consorcio, ya sea a nivel científico (el IAM), a nivel administrativo (Gerencia de Urbanismo –actualmente

Delegación de Urbanismo- y Ayuntamiento de Mérida) o de gestión patrimonial (Junta de Extremadura).

El área de actuación que abarcamos es el término municipal de Mérida (según se recoge en el Plan Especial), pero evidentemente el mayor esfuerzo está centrado en el trabajo de la zona urbana (Zonas I, II, III y IV del Plan Especial del Conjunto Histórico-Arqueológico), por ser el ámbito donde más se desarrollan los niveles de protección arqueológica y arquitectónica y, por ello, donde mayor cantidad de elementos y figuras patrimoniales existen.

4. Recopilación de datos cartográficos, alfanuméricos y planimétricos

Cuando se encargó al Departamento de Documentación del Consorcio la nueva sistematización de los datos arqueológicos y documentales emeritenses en un sistema de información, iniciamos el trabajo recopilando el material gráfico y textual que sobre el tema existiera referente al área de trabajo (el término municipal de Mérida, especialmente su área urbana), para, posteriormente, analizar sus formatos y contenidos, y finalmente seleccionar y normalizar aquéllos que fueran útiles al propósito requerido. Para ello se procedió a la firma de acuerdos de cesión de datos con las instituciones depositarias de la documentación no arqueológica.

Los datos, imágenes y cartografías con los que hemos contado han sido:

- Del Consorcio: la base de datos de intervenciones (en *FileMaker*) y las planimetrías arqueológicas (planos en papel y digitales en *dwg*) y el resto de la documentación de las intervenciones arqueológicas (fotografías, informes, dibujo de materiales, publicaciones, etc).

- Del Ayuntamiento de Mérida y su Delegación de Urbanismo: Los catálogos de patrimonio arqueológico y arquitectónico (en *pdf*) y las cartografías del

PGOU y Plan Especial del Ayuntamiento de Mérida y su planeamiento de desarrollo urbanístico (en *dwg*) a escalas 1/500, 1/1.000, 1/5.000 y 1/10.000 (cartografías de 1997 y cartografías de 2000) y los fotogramas de los vuelos 1/3500, 1/5000 y 1/25000 para la elaboración de la cartografía (en *jpg*).

- De la Junta de Extremadura: la cartografía 1/10.000 (*dgn*) y las ortofotos a 1/50.000 del área emeritense de la Consejería de Vivienda, Urbanismo y Territorio, con resolución de los píxeles de medio metro; foto satélite de 1996 (*jpg*) y los datos (en papel) de la Carta arqueológica de Extremadura correspondientes al término de Mérida, de la Consejería de Cultura.

- De Catastro: La base de datos y cartografía catastral urbana y rústica (*shp*).

Tras la selección de datos se procedió a la revisión de los mismos, su normalización y transformación, adecuándolos a las necesidades del proyecto. Por ejemplo fue especialmente arduo el volcado de la Carta arqueológica de Extremadura puesto que la información sólo estaba en fichas en papel y la localización de los sitios estaba expresada o en coordenadas geográficas referidas unas al meridiano de Greenwich y otras al de Madrid o en coordenadas UTM proyectadas en el huso 29 o en el 30, por tanto con cuatro sistemas de coordenadas diferentes que hubo que transformar y unificar a un solo sistema², comprobando además que algunas ubicaciones emeritenses se salían fuera del término. Finalmente sólo pudieron volcarse 96 de los 270 sitios (por falta de coordenadas en el resto). O, el caso más notable y lento de corregir, que fueron los polígonos de las parcelas catastrales, que son cartografías con muchos errores, llegando estos en algunos puntos hasta los 10 metros y que polígono a polígono fuimos corrigiendo con la base de la cartografía municipal.

Esta revisión de datos se inició con la modificación de la ficha de intervenciones arqueológicas depurando campos ambiguos o poco claros (como nombre y

2 El sistema de coordenadas que usamos es UTM, elipsoide de Hayford, Datum Europeo de 1950 (Postdam), Huso 29 N.

Fila 7 de 25

Num. Intervencion: 2634 Intervencion en curso Si No

Direccion: Juan Dávalos Altamirano, 25.

Arqueologo de campo: Teresa Barrientos Vera

Fichas Informatizadas

Intervenciones -- Si No pdte

Actividades -- Si No pdte

UE -- Si No pdte

Materiales -- Si No pdte

Fotografia -- Si No pdte

Fichas en papel

Actividades -- Si No pdte

Activ (listado) -- Si No pdte

UE -- Si No pdte

UE (listado) -- Si No pdte

Documentacion Informatizada

Inf. Preliminar -- Si No pdte

Inf. Gráfico -- Si No pdte

Memoria -- Si No pdte

Matriz -- Si No pdte

Dibujo Material -- Si No pdte

Fotos -- Si No pdte

Planimetria -- Si No pdte

Documentacion en papel

Cert.Inicio -- Si No pdte

Cert.Finaliz. -- Si No pdte

Project interven -- Si No pdte

Matriz -- Si No pdte

Dibujo Material -- Si No pdte

Fotos -- Si No pdte

Planimetria -- Si No pdte

Fila 1 de 1

Codigo de Arqueologo: 10 DNI -

Nombre: Teresa Apellidos: Barrientos Vera

Telefono 1: Telefono 2:

Direccion: C/ Reyes Huertas, 5 Poblacion: Mérida

Codigo Postal 06800

Provincia: Badajoz

Correo: Tipo: Consorcio

Notas:

Incluir Si No

Solicita Si No

INTERVENIONES REALIZADAS

Intervencion	Situacion	Fecha Inicio	Fecha Fin
2634	Juan Dávalos Altamirano, 25:	09/06/2005	09/06/2005
2676	C/ San Manuel 10, Sancho Panza	29/09/2005	29/09/2005
2727	Centro: Viberos, 17	20/03/2006	20/03/2006
1003	Ventosillas, 11 / Sukrez Somon	15/01/1996	15/05/1996
1002	C/ Parejos 31	15/04/1997	15/10/1998
1006	Adriano, 60 (Castellum)	15/07/1996	15/07/1996
1005	Adriano, 64 (Castellum A.)	15/07/1996	15/07/1996
1004	Adriano, 62	15/07/1996	15/07/1996

Acceso Documentacion Entregada

Servidor:

Base Datos:

Usuario:

Contraseña:

Administrador de Arqueólogos

Servidor:

Base Datos:

Usuario:

Contraseña:

FIGURA 3

Nuevas fichas de historial de arqueólogos en Mérida y de control de entrega de documentación al Consorcio.

situación por dirección postal, por ejemplo) y a la vez utilizando en alguno de los campos una aplicación tesaurozada³, para emplear una terminología unificada y normalizada. Posteriormente se irán revisando y modificando el resto de las fichas del sistema tradicional. Además se crearon otra serie de fichas enlazadas con la base de datos arqueológica que no son estrictamente de documentación arqueológica, como la de control de entrada de documentos al archivo o la de personal habilitado para desarrollar tareas arqueológicas en Mérida (fig. 3).

Paralelamente a la revisión de datos nos encargamos de recopilar y sistematizar, en lo que denominamos “expedientes documentales”, toda la información dispersa perteneciente a los distintos monumentos de la ciudad no afectados por intervenciones arqueológicas

(información por tanto no incluida hasta ese momento entre la documentación del Consorcio), en total se recopilaron 70 expedientes, que constan de planos, fotografías, vaciado de documentación de archivo relativa a cada uno de ellos y listado bibliográfico sobre el monumento (fig. 4), integrándose finalmente en la base de datos general del Departamento como “Documentación”. Uno de estos expedientes recoge toda la documentación general sobre Mérida, destacando de ella los planos históricos⁴

5. Planteamiento de objetivos

Una vez recopilada y seleccionada la información marcamos los objetivos generales que queríamos alcanzar con la creación de este sistema de informa-

3 Utilizando como base de trabajo el tesoro del IAPH (VV.AA. 1998).

4 Este trabajo fue realizado por Bruno Franco Moreno, documentalista del departamento de Documentación.

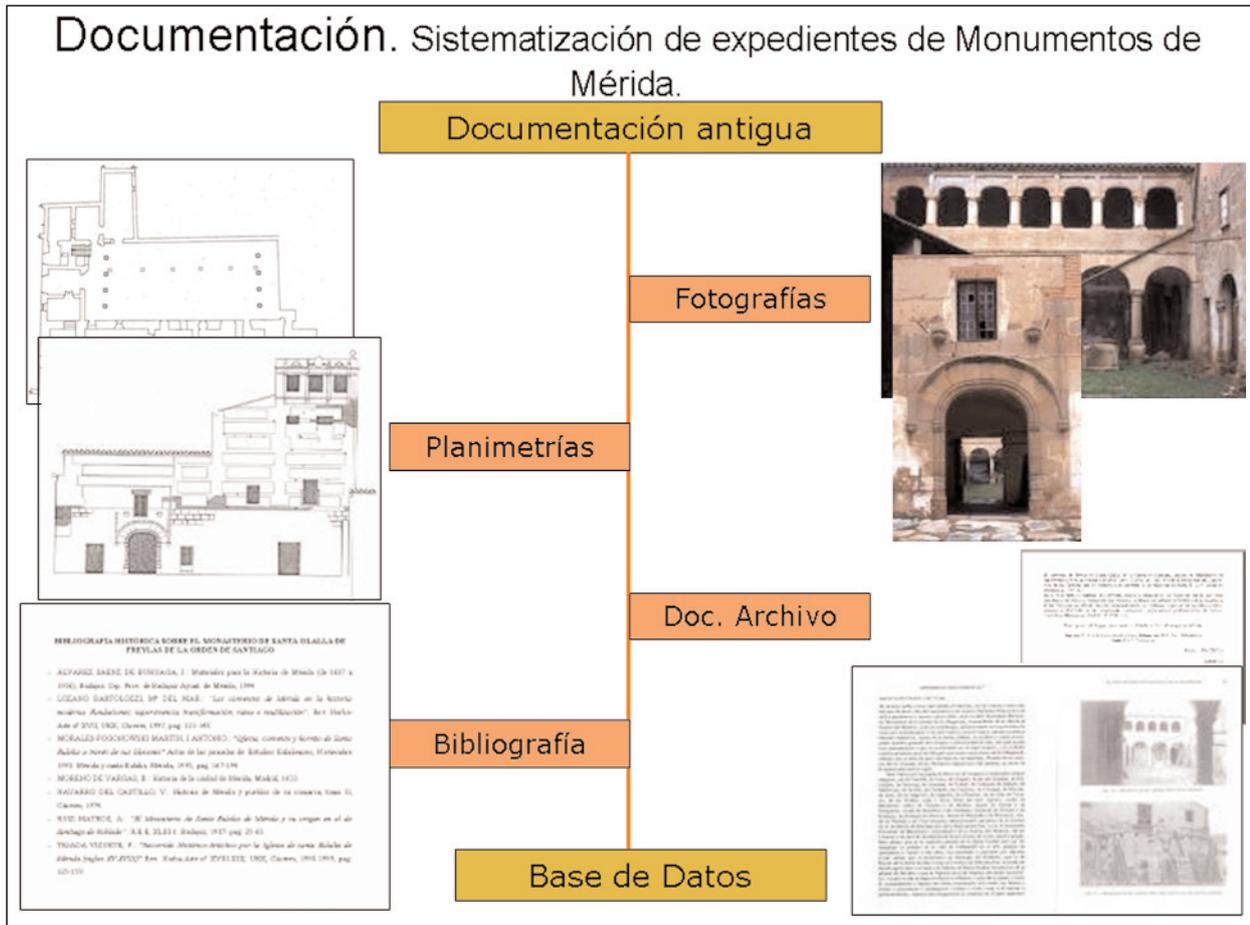


FIGURA 4

Organización de los expedientes documentales de los Monumentos de Mérida.

ción, fundamentalmente enfocados a la gestión e investigación del patrimonio emeritense y, además, a establecer mecanismos de servicio al público, profesional o no, sobre el tema.

Estos objetivos fueron:

- La centralización y normalización de la información de los distintos departamentos del Consorcio y la creación de un lenguaje común con el resto de las entidades colaboradoras implicadas en la gestión urbanística y patrimonial emeritense.

- Conseguir las condiciones para poder realizar consultas ágiles sobre toda la información textual y espacial, de forma conjunta, logrando un mayor dinamismo en el sistema de gestión de datos.

- Generar las condiciones y herramientas necesarias para la configuración y salida rápida de planos, proceso que debía pasar paralelamente por la formación del personal encargado de la elaboración de planimetrías arqueológicas, que hasta ese momento trabajaba con CAD.

- Proporcionar una herramienta con capacidad de análisis de la información para la investigación sincrónica y diacrónica del yacimiento emeritense.

- Facilitar el acceso a la información a los usuarios finales, a través del desarrollo de aplicaciones, accesibles desde internet.

Además nos planteamos:



- Iniciar los procesos de investigación mediante la creación de diversos planos temáticos en toda el área de estudio: de usos funcionales y diacrónicos del espacio, estableciendo los protocolos que servirán además de base y modelo para futuros trabajos de investigación o difusión del patrimonio emeritense⁵.

6. Elaboración de capas y sus metadatos

Para conseguir los objetivos inicialmente propuestos una de las primeras tareas que abordamos (al margen de las cuestiones técnicas) fue la definición a nivel teórico de las capas de trabajo que íbamos a generar, partiendo de los datos y formatos con los que contábamos.

Agrupamos la información en tres niveles: datos básicos, datos generales de patrimonio y datos arqueológicos. Un último grupo lo integran las capas arqueológicas temáticas.

6.1. Grupo de datos básicos:

- Cuadrículas con escalas.
- Límites administrativos.
- Curvas de nivel (incluye las históricas de 1923).
- Hidrografía.
- Infraestructura viaria.
- Elementos urbanos.
- Manzanas urbanas.
- Parcelas urbanas (incluye expediente de solares, parcelas urbanas con restos arqueológicos integrados y parcelas urbanas con sótanos, sin restos arqueológicos)
- Callejero (incluye el callejero histórico).
- Planeamiento de desarrollo municipal (incluye los Planes de Interés Regional y áreas de mantenimiento).
- Bases topográficas del Consorcio.
- Registro de solicitudes de información arqueológica con componente espacial.

6.2. Grupo de datos generales de patrimonio:

- Zonas arqueológicas del PGOU.
- Vías pecuarias.
- Yacimientos arqueológicos del Término municipal (a partir de la Carta Arqueológica de la Consejería de Cultura).
- Catálogo de Patrimonio arqueológico y arquitectónico del PGOU.
- Monumentos y recintos monumentales urbanos.

6.3. Grupo de datos arqueológicos emeritenses:

- Intervenciones arqueológicas (incluye cada uno de los restos a nivel mínimo de ue).
- Proyectos de investigación arqueológica⁶.

La mayoría de estos subgrupos a su vez aglutinan una serie de capas (fig. 5), con tipos de datos gráficos (puntos, líneas o polígonos) diferentes, distintas tablas de contenidos y diversas escalas (según la de la cartografía usada). Por ejemplo el subgrupo de curvas de nivel se ha trabajado a escala 1/10.000, 1/5.000 y 1/1.000; en este caso además se han extraído las curvas de nivel de un plano de la ciudad de principios del siglo XX (momento en el que el desarrollo urbano era mucho menor), que previamente se había digitalizado y georreferenciado, obteniendo así la única topografía urbana disponible, con curvas cada metro (fig. 6).

Hay que tener en cuenta que algunos de los datos de las capas pueden no ser definitivos sino que van cambiando a lo largo del tiempo. Para ello se han creado "capas transitorias" en las que incluir la actualización de datos. Por ejemplo el subgrupo manzanas, en el que tenemos una capa con las manzanas catastrales corregidas; otra capa con las manzanas proyectadas en el planeamiento urbanístico del PGOU, una

5 Este ha sido el caso del Proyecto iniciado en 2007 "Catalogación de los Acueductos Romanos de Mérida" financiado por el programa TFOA de la Consejería de Igualdad y Empleo y dirigido por P. D. Sánchez Barrero.

6 Estos datos se van introduciendo a medida que los proyectos se van finalizando. Actualmente está volcado el del llamado Foro Provincial (dirigido por P. Mateos) y hay varios en proceso.

Grupos	Subgrupos	Capas
Grupo de datos básicos	Cuadrículas con escalas.	Cuadrículas
		Cua_1_500 (vista)
		Cua_1_1000 (vista)
		Cua_1_5.000 (vista)
		Cua_1_10.000 (vista)
		Cua_1_10.000IGN (vista)
	Limites administrativos.	Limitesadmin
		CurvasNivel
	Curvas de nivel	Curvas_1923 (vista)
		Curvas_1_1000 (vista)
		Curvas_1_5000 (vista)
	Hidrografía.	hidro_detalle
		hidro_rios
	Infraestructura viaria.	Infraviaria_1000
		Infraviaria_10000
Elementos urbanos.	Elemurbanos	
	Manzanascat	
Manzanas urbanas.	Manzanasplan	
	Manzanasderrib	
	Manzanas (vista)	
Parcelas urbanas	Parcelas	
Callejero	espacial.callejero	
	fichas.nomcalle espacial.callehistorico (vista)	
Planeamiento de desarrollo municipal	Plandesa	
	Manzanas_plan	
Bases topográficas del Consorcio.	Bases	
Grupo de datos generales de patrimonio	Zonas arqueológicas del PGOU.	zonas
	Vías pecuarias.	Vías pecuarias
	Yacimientos arqueológicos del Término municipal	cat_cultura
	Catálogo de Patrimonio arqueológico y arquitectónico del PGOU	cat_pgou_arquit
		cat_pgou_arqueo
		cat_pgou_arquit_urb
		cat_pgou_arqueo_urb
	Monumentos y recintos monumentales urbanos	MonumentosL
		MonumentosP
		MonumInterven
RecintosmonumP		
Grupo de datos arqueológicos emeritenses	Intervenciones arqueológicas	Cortes
		ntervenpun
		Intervenpol
		Intervenpunv(vista)
		arq_Contomos
		arq_Detalles
		arq_Bordes
		arq_RestL
		arq_RestP
		arq_RestPavim
		arq_Cotas:
		proy_AreaEstudio
		Proyectos de investigación arqueológica
	proy_Cotas	
	proy_Bordes	
	proy_RPavimentos	
	proy_REstructuras	
	Pproy_REstructurasL	

FIGURA 5
Tabla de normalización de capas SHP.

tercera en la que se recogen las manzanas que son derribadas y finalmente una capa que une las anteriores y permite saber cuáles están en construcción, cuáles no existen o cuáles han cambiado respecto al último catastro. Otro ejemplo interesante es el de las capas del callejero urbano, porque una de esas capas transitorias aporta todos los nombres que se han podido registrar para esa calle asociado al período de uso de los mismos. Este trabajo ha podido realizarse gracias a la investigación del callejero histórico emeritense de Peñafiel (2000 y 2007)⁷.

Algunas capas tienen imágenes enlazadas como es el caso del catálogo de patrimonio del PGOU con sus fichas correspondientes del documento oficial.

Una de las capas más útiles para la gestión del patrimonio urbano es evidentemente la de parcelas catastrales, polígonos a los que hemos añadido numerosa información tanto de tipo administrativo como patrimonial o arqueológico, como mencionamos anteriormente.

Pero realmente son las capas agrupadas como intervenciones y proyectos de investigación las que acumulan toda la información no administrativa de la actividad arqueológica realizada en Mérida y donde se ha volcado toda la información de la que dispone el Consorcio (fig. 7). Para las primeras (las intervenciones) se ha usado como base de referencia una capa de polígonos que hemos denominado corte arqueológico y que gráficamente se corresponde con el área de máxima extensión de cada excavación realizada. En los casos en que estos cortes no se conocen por tratarse de intervenciones antiguas se reflejaron en una capa diferente en la que se marcaba la parcela catastral en la que se realizó la intervención y por último en aquellas intervenciones que carecen de corte arqueológico (por ejemplo incidencias, recogidas de documentación, etc) se optó por la creación de una capa de puntos situada en la zona afectada. Con estas tres capas se generó una cuarta, expresada gráficamente en puntos, con todas las intervenciones almacenadas en la base de datos y que recoge todos los

7 Volcado por Bruno Franco.



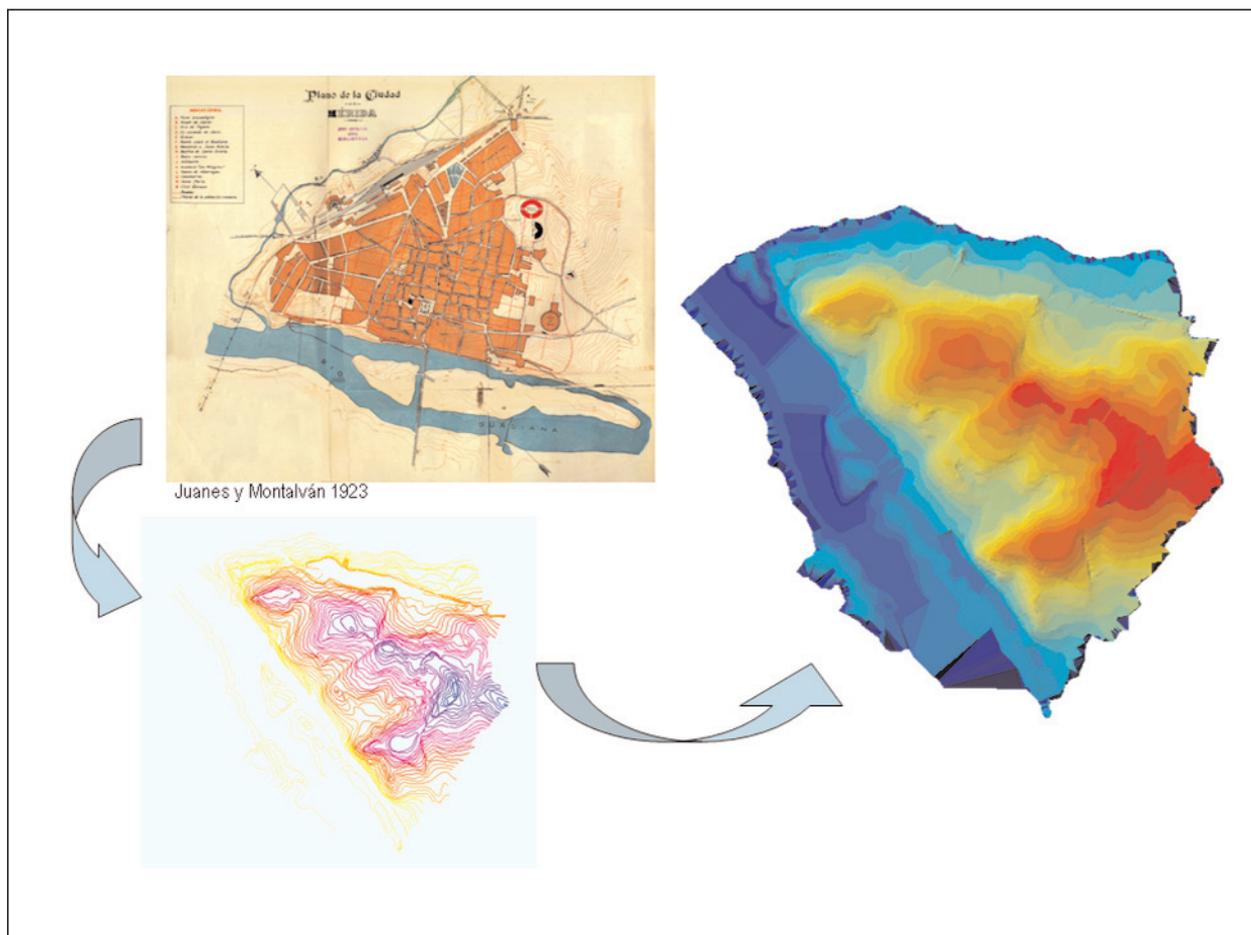


FIGURA 6

Ejemplo de la ejecución de la parte gráfica de una de las capas: curvas de nivel urbanas históricas (1923).

datos alfanuméricos en las tablas. Para los proyectos se ha sustituido la capa corte-intervención por otra denominada área de estudio.

Paralelamente se han generado una serie de capas con los datos arqueológicos obtenidos de cada una de las intervenciones y proyectos, que recogen y expresan toda la información pormenorizada y detallada hasta el nivel de unidades estratigráficas (cotas ue, detalles ue, bordes ue, contornos ue, restituciones de estructuras -línea y polígono- y restituciones de pavimentos), cuyo protocolo de trabajo veremos más detalladamente a continuación⁸ (fig. 8).

Cada tipo de capa recogerá toda la información de las más de 2400 intervenciones que actualmente existen en la base de datos, integrándose todos los datos de un mismo tipo en una capa única, es decir, todas las ue de las intervenciones emeritenses estarán en una sola capa.

Se han tratado de forma diferente las capas de los planos temáticos (de los que daremos unas pincladas al final), puesto que en estos casos se han extraído de excavaciones concretas los datos arqueológicos que hemos necesitado para confeccionarlos.

8 Un ejemplo del volcado planimétrico al SIG puede verse en el artículo firmado por uno de nosotros (Barrientos) en este mismo número, en el que todos los planos se han elaborado directamente en *ArxGis* a partir de los datos del SIG del Consorcio.



Capas del Sig

Cortes

- Excavación
- Sondeo arqueológico - positivo
- Otros sondeos - orientativo
- Seguimiento - en zanjas
- Seguimiento - en grandes infraestructuras
- Seguimiento - en nuevas urbanizaciones
- Seguimiento - en obra menor o pequeños rebajes
- Seguimiento - tras intervención
- Incidencia
- Prospección
- Documentación - con Expediente Documental
- Documentación - otros

Intervenpol

- Excavación
- Sondeo arqueológico - positivo
- sondeo arqueológico - negativo
- seguimiento - en zanjas
- seguimiento - en obra menor o pequeños rebajes
- Incidencia
- documentación - con expediente documental
- documentación - proyecto de investigación
- documentación - otros

Intervenpun

- Sondeo arqueológico - positivo
- sondeo arqueológico - negativo
- seguimiento - en nuevas urbanizaciones
- seguimiento - en obra menor o pequeños rebajes
- Incidencia
- Prospección
- documentación - con expediente documental
- documentación - otros

FIGURA 7

Detalle de las capas de intervenciones arqueológicas.





FIGURA 8

Detalle de las capas de una intervención arqueológica enlazada con la base de datos.

Previamente a la elaboración de cada capa estas se habían diseñado a nivel teórico, confeccionándose paralelamente los metadatos de las mismas. En ellos se recoge la jerarquía de capas, la denominación concreta de cada una de ellas, su fisonomía gráfica, una breve explicación de su contenido, así como el nombre exacto de cada campo, su formato y la expresión de su contenido (fig. 9). Hasta el momento no se ha usado ningún formato estándar de metadatos, pero está prevista su adaptación y volcado.

7. Protocolo de dibujo arqueológico y de conversión planimétrica de DWG a SHP y georreferenciación de planimetrías antiguas

Respecto a la conversión de las planimetrías arqueológicas procedentes de intervenciones y proyectos, se ha

realizado estableciendo previamente un protocolo de dibujo arqueológico, que parte de la normalización previa del sistema de trabajo en AutoCad en tres capas (detalles, cotas y tramas) ya separadas.

En la transformación de esas planimetrías a capas de SIG hemos diseccionado la información arqueológica hasta el nivel de UE, no marcando por tanto los materiales constructivos u otros elementos de interés para algunos estudios, aunque son datos que quedan almacenados en los planos originales de Cad (en su capa de tramas). Así mismo sólo hemos trabajado en la representación gráfica con estructuras, no con estratos de tierra.

A nivel general, las capas que se han generado para el SIG de la información arqueológica del Consorcio han sido:



Capas del Callejero		
espacial.callejero		
Almacena la línea que representa el eje de la calle, su nombre actual, el barrio al que pertenece y el código de la misma.		
cj_index	SERIAL	Índice numérico usado por compatibilidad con ArcGIS (ver apartado "Tablas con información espacial")
cj_codcalle	text(5)	Código de la calle. Clave primaria. Clave primaria de hecho. Es txt por compatibilidad con ArcGIS (ver apartado "Tablas con información espacial")
cj_ingidviapu	Integer	Código usado por catastro para identificar la calle. Este código tiene muchos errores
cj_tipo	Txt (10)	Tipo de vía. Los tipos válidos son: 'avenida', 'calle', 'carretera', 'parque', 'paseo', 'plaza', 'puente', 'rotonda', 'travesía'
cj_nombre	text (50)	Nombre actual de la calle
cj_fecha_dato	date	Se rellena automáticamente con la fecha de inserción del dato.
cj_barrio	text(50)	Barrio al que pertenece la calle.

FIGURA 9
Ejemplo de archivo de metadatos.

- a. Cotas por UE.
- b. Detalles por UE (piedra a piedra).
- c. Bordes por UE (límites de estructuras).
- d. Contornos por UE (polígono perimetral de la UE).
- e. Restituciones de estructuras murarias y pavimentos (integrado a su vez por varias capas).

De ellas detalles y cotas se transforman automáticamente desde Cad y el resto se generan directamente en el SIG.

De cada tipo de información sólo existe una capa única, es decir todos los detalles de UE de todas las intervenciones del Consorcio estarán en un único lugar, independientemente de su cronología, tipo o cualquier otro dato.

En las capas se han incluido una serie de atributos básicos en los que el elemento común es el nº de intervención y nº de UE, que permiten enlazar con otras capas y con la ficha de arqueología para la elaboración de planos generales o parciales de todo el área urbana por fases, cronologías, cotas, año de excavación o cualquier otro de los datos contenidos en la ficha.

Se ha generado específicamente una capa general de cotas que recoge todas las que se hayan tomado en cada una de las intervenciones, asociadas a su UE. De éstas, sólo algunas se incluyen en el campo de elevaciones de las capas de restituciones que serán las válidas para las proyecciones en 3D (la media de altura para pavimentos y la cota más alta del nivel de conservación en estructuras murarias). Así mismo se ha incluido en esa capa un campo para la cota de la roca y si tiene o no modificación antrópica. A la larga con este campo pretendemos generar también el modelo topográfico del paisaje previo a la fundación de la ciudad.

El sistema de transformación de datos ya se está aplicando en las intervenciones arqueológicas realizadas desde 2005, aunque evidentemente, la transformación de datos planimétricos anteriores requerirán de tiempo y personal suficientes para su adecuación (actualmente hay más de 2400 intervenciones en la Base de Datos del Consorcio).

Las planimetrías anteriores a 1995, además, no son digitales, por lo que el proceso de trabajo debe comenzar desde la digitalización y georreferenciación de los planos.



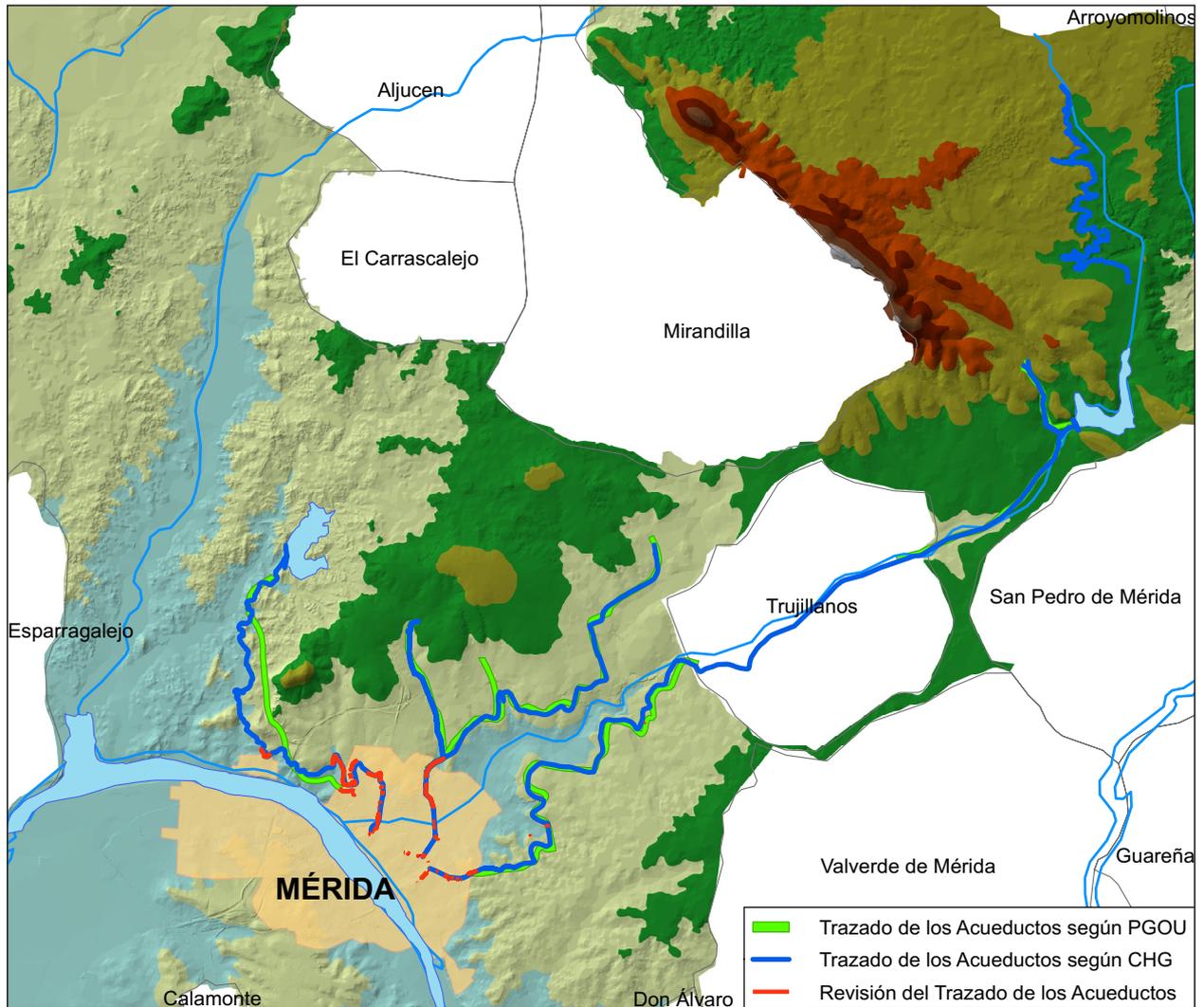


FIGURA 10

Revisión del trazado de los acueductos.

Entre tanto ese largo proceso se va llevando a cabo hemos realizado una búsqueda crono-tipológica en la base de datos para confeccionar una serie de planos temáticos.

8. Revisión y verificación de la base de datos (y aplicación de tesauro)

Como mencionamos anteriormente, además de las tablas de atributos contenidas en cada una de las capas arqueológicas, el nuevo sistema relacionará cada capa gráfica con sus correspondientes datos de las fichas de la Base de Datos tradicional del

Consortio (intervenciones, UE, A, materiales, etc), como se explica más adelante.

Previamente a la realización masiva de la transferencia de datos de uno a otro sistema, se ha realizado un proceso de depuración y revisión de las fichas tradicionales, eliminando campos redundantes o ambiguos o introduciendo nuevos campos. Algunos de ellos tesaurizados para garantizar la sistematización terminológica.

Una vez realizada la transferencia de datos hay un proceso posterior de verificación de los mismos, de

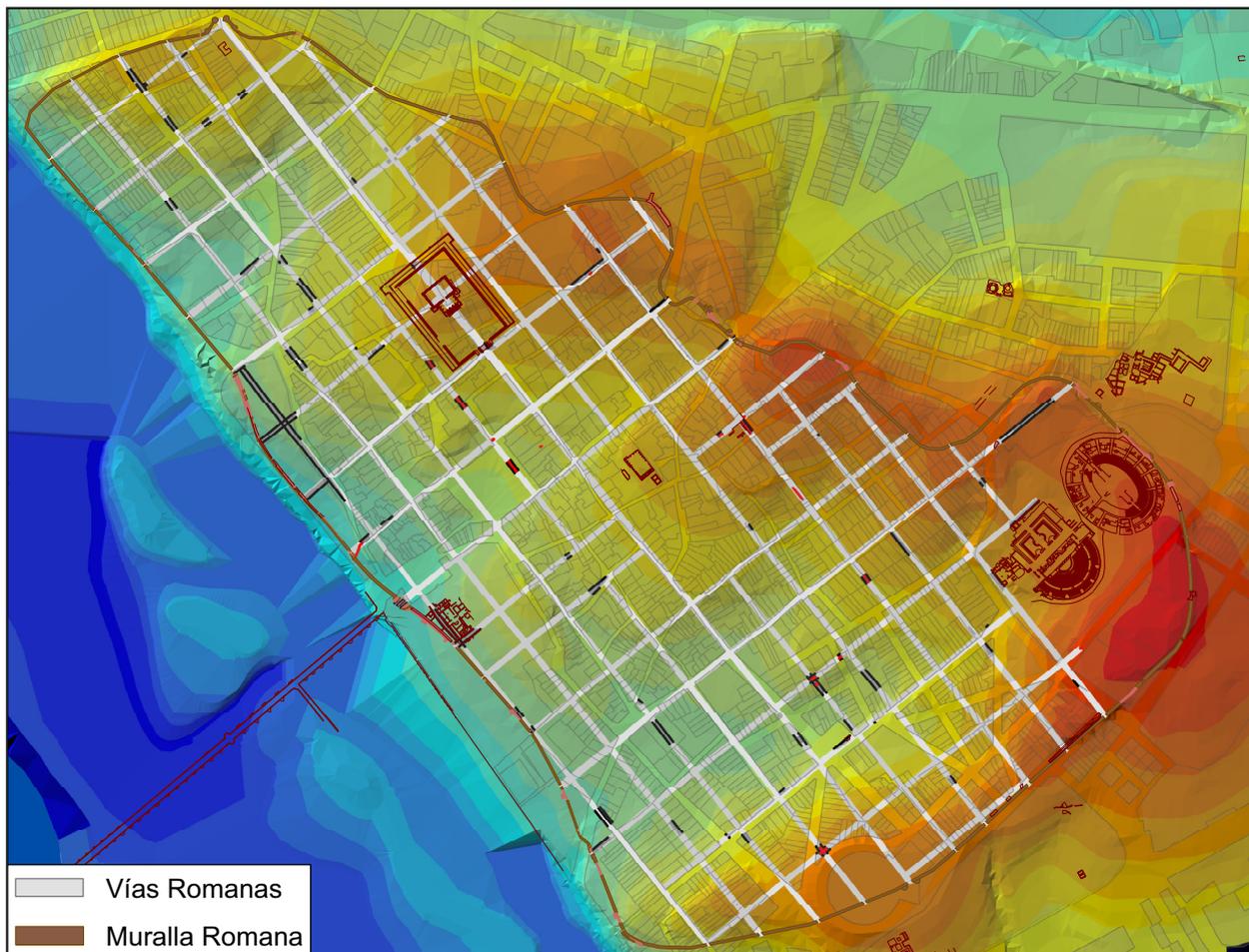


FIGURA 11

Revisión del trazado de las vías urbanas y la muralla de época romana de Augusta Emerita.

acceso y uso restringido, que funciona también para la introducción de nuevas fichas, y no es hasta que se garantiza esta verificación cuando los datos de cada ficha pasan definitivamente al sistema.

9. Elaboración de planos temáticos: capas con datos arqueológicos.

Respecto a las capas arqueológicas temáticas o planos temáticos, que se habían mencionado anteriormente, se ha trabajado hasta el momento con cuatro tipos de restos:

- Acueductos (fig. 10).
- Vías urbanas (fig. 11).

- Murallas (fig. 11).
- Calzadas periurbanas (aún en proceso).

Nos hemos centrado de momento en los datos de época romana, aunque el diseño de las capas permitirá la inclusión en ellas de los datos de otras cronologías.

El método de trabajo que se ha seguido ha sido:

- Búsqueda de intervenciones arqueológicas en las que han aparecido restos de esos tipos y consulta del expediente documental correspondiente.
- Georreferenciación de planos antiguos (en papel).

- Preparación de planimetrías de AutoCad (comprobando que estén proyectados en coordenadas reales; selección y limpieza de datos).
- Toma de datos topográficos de campo en aquéllos restos integrados y visibles en la ciudad (aproximadamente el 24 % de los mismos).
- Diseño de capas y metadatos (similares a los definidos para el resto de las capas arqueológicas).
- Volcado de datos a las capas.

Los datos con los que hemos contado para la realización de estas capas han sido las más de 2400 intervenciones de la base de datos y planimetrías del Consorcio de las que fueron seleccionados los correspondientes a restos de muralla, acueductos o vías urbanas. En total se seleccionaron datos de 145 intervenciones (36 intervenciones en muralla, 40 en acueductos y 69 en vías intramuros). Respecto a los datos gráficos sólo el 11,6 % han sido georreferenciados; el resto fueron datos provenientes de planos con coordenadas UTM o toma directa de datos en campo.

Las capas que se han elaborado por cada grupo han sido 5 de forma común y algunas específicas para algunos grupos. Las comunes recogen los detalles piedra a piedra de las estructuras, los bordes de los tramos de estructura documentados, el polígono con la extensión del tramo, la restitución hipotética de las áreas no conocidas y las cotas. En las tablas se han volcado los datos del n° de intervención a que pertenece el tramo y una serie de claves para saber el origen del dato, su tipo, cronología, fábrica, etc.

Sobre los planos temáticos ya elaborados se está preparando un estudio más en profundidad, en el que también se incluirá el análisis de las técnicas constructivas de las estructuras, sus fases y cronologías, etc, plasmándose además los resultados y con-

clusiones de esta revisión de la documentación y las cartografías⁹. No obstante ya se ha utilizado por todos los investigadores en las intervenciones arqueológicas de este número de la revista, concretamente para los planos de contextualización de los sitios excavados¹⁰.

10. Cuestiones técnicas

Para poder desarrollar el sistema, se analizaron los datos que existían, los datos que se pretendían obtener y los procesos, desde el punto de vista informático, que serían necesarios para mantener el sistema.

10.1. Los datos

Ya han sido expuestos más arriba los datos que se tomaron como punto de partida para la elaboración del nuevo sistema. A efectos de análisis se dividieron en dos grupos:

- Base de datos de fichas arqueológicas de Departamento de Documentación. Esta base de datos mantiene de manera centralizada la información de todas las intervenciones arqueológicas y expedientes documentales que realiza el Consorcio, y permite la localización de información mediante consultas sobre varios aspectos de los datos; como tipo de intervención, usos del espacio, cronologías, materiales, etc. Esta base de datos, en uso desde el año 1993, ya se diseñó de acuerdo con la filosofía que ahora se aplica al nuevo sistema, sirviendo de base y punto de partida. Desde entonces hasta ahora, el volumen de intervenciones arqueológicas en Mérida ha sufrido un espectacular aumento, haciendo necesario la renovación de la Base de Datos actual para evitar problemas de seguridad, de concurrencia de accesos, de disponibilidad y de integridad de los datos. El nuevo sistema debe corregir todos estos defectos además de actualizar las estructuras de los datos almacenados, ya que en este tiempo ciertos campos han dejado de ser útiles

9 Este estudio pretende analizar arqueológicamente todos los resultados obtenidos del análisis topográfico y planimétrico y está siendo elaborado por uno de nosotros (T. Barrientos) conjuntamente con P. Mateos y A. Pizzo.

10 Estos planos (figura 1 de cada artículo) se han elaborado enteramente con capas del SIG emeritense.

mientras que ha quedado patente la necesidad de incorporar otros.

- Documentos de diversos tipos relacionados con la Documentación Patrimonial. Planimetrías, informes, fotografías, documentos de archivo, etc; están almacenados en un sistema de carpetas jerárquico ordenado por años y por números de intervención.

Se marcó como objetivo poder localizar toda la información a partir de consultas realizadas sobre determinados datos, por lo que lo primero que se estudió fue qué datos se usarán para realizar las consultas que nos permitirían localizar cualquier información relacionada.

Los que servirán para localizar la información almacenada en el sistema son:

- Las fichas de documentación de las intervenciones. De esta manera es posible localizar información relacionada con intervenciones, como fotos, planos, informes, etc, mediante consultas de tipo textual (cronología, tipos de material, fechas, arqueólogo responsable, etc)

- Planimetrías de diverso tipo. Esto permite la consulta y recuperación de datos como fichas de intervenciones, fotos, informes, etc, en virtud de parámetros espaciales (zona de una intervención, proximidad a un determinado elemento, relación espacial, consultas sobre mapas, etc).

Según este planteamiento, el nuevo sistema debería poseer un Sistema Gestor de Bases de Datos¹¹ capaz

de almacenar y manejar información tanto de tipo textual como de tipo espacial o planimétrico. Además, el nuevo SGBD debería permitir:

- Almacenar y consultar la información en tablas relacionadas y asegurar la integridad de los datos aunque las relaciones sean complejas, es decir, tener la posibilidad de definir las reglas de integridad a medida¹².

- Permitir el acceso concurrente y controlado de varios usuarios, ofreciendo los datos en varios niveles de accesibilidad según sus privilegios.

- Ofrecer los datos en formatos estándar que puedan ser consultados desde distintos programas. Se pretende crear un sistema abierto sin obligar al uso de una determinada arquitectura o programa. Para ello se utiliza *WMS* y *WFS*¹³ para el acceso a la información espacial y *ODBC* y *OLEDB*¹⁴ para el acceso a datos textuales.

- Garantizar la seguridad de los datos en caso de pérdida accidental, es decir, que permita la realización de copias de seguridad automáticas y programadas.

Para almacenar el resto de información (como fotografías, planos antiguos georreferenciados, ortofotografías, documentos de archivo, informes arqueológicos, etc), se usa una estructura de carpetas organizadas de tal manera que, dada una consulta realizada sobre los datos almacenados en la base de datos antes descrita, sea posible, de manera automática, enlazar con los documentos que contienen los datos de

11 Un Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD) administra los datos, su seguridad y su integridad y ofrece una interfaz para el acceso a ellos.

12 Normalmente, los SGBD permiten controlar la integridad de las referencias sencillas, por ejemplo, si una intervención está dirigida por un arqueólogo, éste debe aparecer en la tabla de arqueólogos. En nuestro sistema hay relaciones más complejas que afectan a varias tablas y que sólo se pueden definir utilizando una clase de Bases de Datos llamadas Activas, que son capaces de ejecutar ciertos programas, en este caso de comprobación de la integridad, cuando ocurren ciertos eventos con los datos, es decir, cuando son introducidos o modificados.

13 Web Map Service (WMS) y Web Feature Services (WFS) son estándares definidos por el Open Geospatial Consortium (OGC) para permitir la publicación y el acceso a través de Internet a datos cartográficos. Prácticamente la totalidad de programas SIG pueden conectarse a servidores de este tipo y usar los datos.

14 OLEDB y ODBC son estándares para el acceso a datos que permiten que cualquier programa que los reconozca pueda obtener los datos de un servidor para procesarlos (bases de datos, generadores de informes, procesadores de texto, hojas de cálculo, etc).

diverso tipo asociados a la consulta realizada. Esta estructura de carpetas estará contenida en un servidor de archivos que controlará los accesos según el nivel de privilegios de los usuarios. Un ejemplo de almacenamiento de documentos y su relación con la información de la Base de Datos podría ser las fichas en *pdf* del catálogo del Plan General de Ordenación Urbana, ya que consultando la base de datos con criterios espaciales (p.e. según su posición sobre el plano de Mérida) o textuales (p.e. nombre o nivel de protección) podemos recuperar el n.º de catálogo y el tipo, lo que permite automáticamente determinar la carpeta y el nombre del archivo que contiene la misma.

Para este tipo de consultas se desarrollan programas a medida que enlazan de manera automática este tipo de documentos con los resultados de las consultas.

10.2. Los procesos

Una vez analizados los datos y teniendo en mente los objetivos y el uso que se pretende dar al sistema, estudiamos los procesos que, usando los datos almacenados de la manera antes expuesta, nos permitirían obtener los resultados deseados. Separamos los procesos en tres grandes grupos:

10.2.1 Procesos de introducción inicial de datos al sistema

Como se comentó antes, el departamento de Documentación ha recogido de manera sistemática y unificada toda la información generada por las distintas intervenciones que realiza el Consorcio desde hace unos 17 años. Para la incorporación de todos estos documentos al nuevo sistema se siguen distintos procesos según el tipo de información que sea:

- La Base de Datos de fichas de Documentación pasa al nuevo SGBD tras haber pasado por el proceso de revisión que se comentó en el apartado 3.

Además se revisará la coherencia de los datos antes de pasar al nuevo sistema.

- La planimetría existente también se incorpora, como se dijo antes, a este mismo SGBD en tablas con información espacial. Para la elaboración de estas tablas (que se verán como capas en los mapas que las utilicen) se partió de los Metadatos, comentados en el apartado 6, donde previamente se había diseñado la estructura y el significado de la información planimétrica. Estos Metadatos quedan a disposición de los posibles usuarios para su consulta¹⁵. Distinguimos dos tipos de planimetría:

- Planos temáticos y generales: obtenidos de corregir, procesar y normalizar las distintas planimetrías aportadas por el Ayuntamiento, el Catastro, la Junta, y otras instituciones (Parcelario, Hidrografía, Planeamiento de desarrollo, Infraestructuras viarias, etc), así como aquellos planos de síntesis obtenidos por el Consorcio tras el estudio de planimetrías parciales y otros datos (Viario romano, Muralla, Acueductos, etc.). Estos planos se elaboran siguiendo las directrices indicadas en los Metadatos correspondientes.

- Planos de intervenciones arqueológicas y proyectos de investigación: pueden darse varios casos, según la antigüedad de los planos:

- * Si son de reciente elaboración, están almacenados en formato *dmg* siguiendo la nomenclatura de capas que se comentó en el apartado 7. Para este tipo de planimetría se ha elaborado un protocolo de verificación y transformación que, una vez aplicado, permitirá el volcado automático de dichos planos en el SGBD.

- * Si los planos están en formato *dmg*, pero son más antiguos, es posible que no tengan el sistema de coordenadas que usamos actual-

mente, y que seguiremos usando en el nuevo sistema¹⁶, por lo que habrá, primero que georreferenciarlos y después aplicarles el protocolo de verificación y transformación del punto anterior para incorporarlos al SGBD.

* Si los planos sólo están en papel, se procede al escaneado y la georreferenciación de los mismos, digitalizando el corte de la intervención, que pasará al SGBD, pero dejando, al menos por ahora¹⁷, el resto de información en el dibujo escaneado, almacenando éste en la carpeta que le corresponda dentro de la jerarquía de carpetas del Servidor de Archivos.

- Los informes de distinta índole asociados con las intervenciones, los expedientes documentales o los proyectos serán almacenados como documentos de texto en formato *doc* en la carpeta correspondiente del Servidor de Archivos.

- Las fotografías arqueológicas, de expedientes documentales o proyectos de investigación también se almacenarán en el Servidor de Archivos en formato *jpg*.

- Las fotografías e imágenes georreferenciadas (fotos aéreas, series de cartografía escaneada, ortofotografías, planos antiguos georreferenciados, etc) también tendrán su lugar en la estructura de carpetas del servidor de Archivos usando como formato *tif* o *geotif* si son imágenes georreferenciadas.

- Los documentos de archivo generados, principalmente por los expedientes documentales (láminas antiguas, documentos históricos, etc) se escanean y almacenan también en el Servidor de Archivos.

En resumen, distinguimos entre dos tipos de información: la gestionada por el SGBD, que es usada para realizar consultas; y la que va en el servidor de

archivos, que son documentos de diverso tipo relacionados con los datos almacenados en el SGBD.

10.2.2. Procesos de actualización de datos del sistema

Para el mantenimiento de los datos en el sistema se han previsto una serie de procedimientos que varían en función del tipo de información y el tipo de almacenamiento de la misma. De esta manera, y siguiendo la división hecha en el apartado anterior, se establecen los siguientes procedimientos de actualización de datos:

- La información textual del SGBD se manipulará, generalmente, mediante programas hechos a medida que permitan de una manera sencilla la inserción, modificación y borrado de los datos. El SGBD es el encargado de centralizar las políticas de seguridad en lugar de dejar esta responsabilidad a los programas desarrollados a medida. Esto es necesario porque, aunque lo habitual será utilizar estos programas de manipulación de datos, también es posible acceder al SGBD desde programas de manipulación de datos “genéricos” como son *Microsoft Access*, *dBase* o *FileMaker*, usando para ello los estándares *OLEDB* u *ODBC*. El SGBD deberá asegurar tanto la integridad como el nivel de acceso a la información independientemente de la manera que se utilice para acceder a los datos.

- Se establecen dos maneras para actualizar la información planimétrica que se encuentra en el SGBD:

- Usar programas SIG para corregir los datos geográficos. Este método es útil para cambiar un elemento gráfico como un polígono de un solar o un corte, o para actualizar algún dato de la tabla asociada directamente a un elemento gráfico.

- Utilizar un programa diseñado a medida para la modificación masiva, lo que permite actualizar

16 Como ya se ha mencionado anteriormente: UTM con el elipsoide de Hayford, Datum Europeo de 1950 (Postdam), Huso 29 N.

17 Se han digitalizado los detalles de las estructuras de algunos de los planos antiguos en papel correspondientes a intervenciones que han sido incluidas en determinados proyectos de investigación o para la elaboración de algunas capas temáticas. En un futuro se sistematizará la digitalización de toda la información planimétrica en papel.

simultáneamente varios elementos gráficos de una determinada capa almacenada en el SGBD a partir de archivos donde se especifiquen los elementos para añadir, modificar o borrar. Este sistema se utilizará para actualizaciones de cartografía, cambios en el planeamiento de desarrollo, incorporación de trazados de nuevas infraestructuras, etc.

En ambos casos, es el SGBD, como se dijo antes, el que centraliza el control de acceso y seguridad de la información, por lo que no importa el sistema utilizado para la actualización de los datos, la seguridad está garantizada.

- La información almacenada en distintos documentos dentro de la jerarquía de carpetas de Servidor de Archivos será actualizada mediante el uso del programa adecuado según el tipo de documento, de esta manera se usará *Microsoft Word* para los informes, *Photoshop* u otro programa de diseño fotográfico para las fotografías, *Adobe Reader* para mostrar los documentos en formato *pdf*, etc.

La política de seguridad de este tipo de documentos es tarea del Servidor de Archivos que, siguiendo un protocolo de credenciales de acceso, permitirá o no la modificación de los documentos almacenados.

10.2.3. Procesos de consulta de datos

El sistema se ha diseñado para ofrecer gran flexibilidad a la hora de consultar la información almacenada en el mismo. Como ya se ha dicho, las consultas se hacen sobre el SGBD y una vez localizada la información se puede acceder a los documentos del servidor de archivos relacionados con los resultados devueltos. Hay varias posibilidades de consulta:

- Para la consulta de información textual del SGBD se podrán utilizar entornos de Bases de Datos generales (*Microsoft Access*, *FileMaker*, *dBase*, etc) que mediante el protocolo *ODBC* u *OLEDB* podrán conectarse con nuestro SGBD y, usando sus herra-

mientas de consulta, realizar la búsqueda de información.

- Para consultas sobre la información espacial, se puede usar cualquier programa de SIG con capacidad de conexión a Bases de Datos espaciales y utilizar sus herramientas de análisis para localizar la información deseada.

Estos dos métodos dan gran flexibilidad a las consultas de información pero tienen el inconveniente de que, para consultas complejas, el usuario ha de conocer y comprender el complejo sistema de relaciones que hay entre las tablas que almacenan los datos en el SGBD.

- Como alternativa, se desarrollan una serie de programas que permiten la consulta tanto de los datos espaciales como textuales de una manera rápida y sencilla. Estos programas son también los encargados de enlazar los datos obtenidos del SGBD con los documentos correspondientes que se encuentran en el Servidor de Archivos, poniéndolos a disposición del usuario de manera directa. Otra característica de estos programas es la posibilidad de descargar la información seleccionada en formatos estándar para poder usarla en otras aplicaciones generales para tareas como generación de informes, creación de planos, etc.

Sea cual sea el sistema de consulta de información utilizado, el SGBD será el encargado de determinar el nivel de acceso del usuario en virtud de sus privilegios.

10.3. El sistema

Con el análisis de los datos y la planificación de los procesos, se determinaron las características del sistema, es decir, se especificaron las máquinas y los programas que darían soporte a la infraestructura de datos y procesos descrita antes.

La solución adoptada se esquematiza en la figura 12. La base lo forman el Servidor de Archivos y el Servidor de Base de datos.

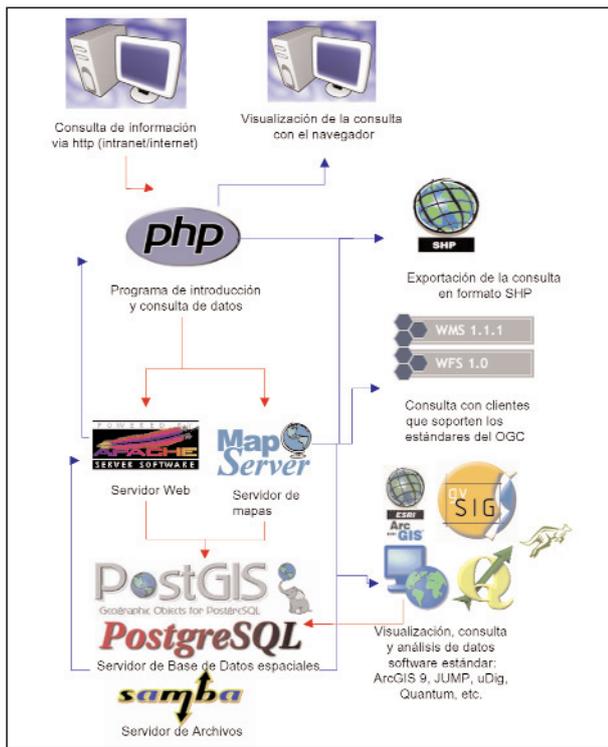


FIGURA 12

Esquema general del sistema.

Para el servidor de Archivos decidimos utilizar una máquina con gran capacidad de almacenamiento (matriz de discos configurados como RAID 5¹⁸) y usamos como sistema operativo *Debian gnuLinux*¹⁹. Se usa *Samba* para permitir el acceso de los ordenadores del Consorcio, que funcionan con Windows, a los datos almacenados en este servidor de archivos. *Samba* junto con el sistema operativo *Debian*

gnuLinux, son los encargados de gestionar los permisos y derechos de acceso a los documentos almacenados.

En otra máquina se encuentra el SGBD y el servidor de aplicaciones. El sistema de almacenamiento elegido para esta máquina es una matriz de discos configurados como RAID 0. El sistema operativo, al igual que en el Servidor de Archivos, es *Debian gnuLinux*. El programa que da soporte al SGBD es *PostgreSQL* con la extensión espacial *PostGIS*, que cumplen los requisitos que nos propusimos de capacidad de almacenar y gestionar datos textuales y espaciales así como poder administrar de manera centralizada tanto la seguridad de los datos como su integridad.

El servidor de aplicaciones funciona sobre *Apache* y *PHP*²⁰, proporcionando a los usuarios la posibilidad de ejecutar los programas desarrollados a medida utilizando como interfaz el navegador. Este sistema nos ofrece dos ventajas: la primera es que los programas se ejecutan en una máquina muy potente. La segunda es que la actualización de los programas es muy sencilla al estar instalados en un solo servidor.

El Servidor de copias de seguridad es una máquina con una matriz de discos configurados como RAID 5 y que guarda automáticamente y a diario una copia de seguridad de todos los documentos del servidor de Archivos y de la Base de datos, manteniéndose estas copias vigentes durante un año y sacando copias externas semanales al servidor de copias de seguridad del Instituto de Arqueología de Mérida²¹.

- 18 RAID (originalmente Redundant Array of Inexpensive Disks, o más recientemente Redundant Array of Independent Disks) es una manera de configurar un conjunto de discos duros para que ofrezca un mayor rendimiento en cuanto a velocidad, capacidad de almacenamiento o seguridad de la información. El nivel 5 consiste en equilibrar un acceso rápido con cierta redundancia de la información almacenada, lo que permite que, aun cuando se produzca un error en un disco del conjunto, los datos no se pierdan. El nivel 0 consiste en permitir el acceso simultáneo a varios discos para aumentar la velocidad, aunque no se consigue redundancia.
- 19 Debian gnuLinux es un sistema operativo libre que ofrece un alto rendimiento, robustez y seguridad, además de disponer de gran cantidad de programas libres profesionales disponibles, lo que nos ha permitido experimentar con varios de ellos antes de decidir los que conformarían nuestro sistema.
- 20 PHP es el lenguaje de programación con el que se están desarrollando los programas del sistema. Apache es un programa que sirve páginas html (el mismo lenguaje que se utiliza en la web y que es interpretado por los navegadores como Mozilla Firefox o Microsoft Internet Explorer), generadas por los programas escritos en PHP, y que son la interfaz que los usuarios tendrán con el sistema.
- 21 El Laboratorio de Arqueología de la Arquitectura y Análisis del territorio del IAM está poniendo en marcha, en colaboración con el Consorcio, un sistema parecido al que aquí explicamos. Ambos servidores de copias de seguridad intercambian copias para no perder la información en caso de desastre en el edificio.

Para el manejo y presentación de los datos elaboramos una serie de programas que podemos agrupar en tres categorías:

a) Programas de administración: permiten a determinados usuarios del departamento administrar la seguridad del sistema, auditar el uso del mismo, validar la información del sistema, introducir masivamente información o actualizaciones de la misma, etc.

b) Programas de acceso de usuarios internos: presentan la información del sistema de manera sencilla. Se usan para la introducción de datos, la creación de consultas complejas sobre los mismos, así como la exportación de los datos a formatos estándar para que puedan manipularse desde programas de usuario, externos al sistema para distintas tareas, como la elaboración de planos, informes, etc.

c) Programas de acceso a usuarios de Internet: se encargan de presentar determinados datos del sistema en un portal espacial al que se tendrá acceso externo y que ofrecerá servicios al público. *MapServer* dota de la funcionalidad de visión de planos a estos programas.

Otro de los requisitos del sistema es que fuese posible acceder a la información utilizando estándares abiertos. Esta función también la ofrece *MapServer*, que permite el acceso a los datos del SGBD desde Internet y usando los estándares definidos por el OGC. Esto supone se puede acceder a la información del sistema usando cualquier programa de SIG que reconozca dichos estándares.

Internamente, las tablas del SGBD que contiene información espacial pueden usarse para maquetar planos y hacer consultas sencillas directamente desde cualquier programa SIG que permita conexión con *PostGIS*. Entre estos programas se encuentran el *ArcGIS* de ESRI así como la práctica totalidad de los programas publicados bajo licencias libres, como *Grass*, *Jump*, *SVGIS*, *uDig*, *Quantum Gis*, etc.

11. Estado actual de desarrollo

Lo expuesto hasta ahora es la “hoja de ruta” que seguiremos para ir creando el sistema, dotándolo de

datos y de funcionalidad. Actualmente la fase de planificación está terminada y la de desarrollo se encuentra en las primeras etapas. En lo que respecta a los datos, ya están disponibles una serie de capas temáticas tanto generales (callejero, parcelario, elementos catalogados por el PGOU, hidrografía, hipsografía, etc), como específicas (murallas, viario romano, acueductos, etc).

De la información planimétrica de las intervenciones arqueológicas, se han procesado los cortes de las intervenciones, así como todos los detalles de planos de determinados proyectos de investigación. Queda pendiente aplicar la normativa de incorporación al sistema de archivos planimétricos en formato *dmg* a los dibujos en detalle de todas las intervenciones del Consorcio.

De la información textual, gestionada por la Base de Datos *FileMaker* se ha pasado toda la información general referida a intervenciones arqueológicas y ha sido enlazada con la información espacial de cortes arqueológicos, lo que ya nos permite la creación rápida de planos de zonas afectadas por obras, intervenciones cercanas a proyectos de construcción, elementos protegidos afectados por proyectos de obra, etc (esta es una de las tareas administrativas diarias del Departamento de Documentación del Consorcio).

En lo que respecta a la creación de programas de administración y manejo de los datos del sistema, hemos desarrollado alguno de los programas de tipo a) y b), (fig. 13) lo que nos permite ir trabajando con los datos que ya se encuentran en el sistema. Pero aún queda la mayor parte de los programas por desarrollar, así como ampliar las funcionalidades de los ya existentes.

Algunos ejemplos de las utilidades para la gestión que ya se están utilizando son:

La obtención directamente en el plano parcelario de la ciudad de la información relativa a las intervenciones arqueológicas realizadas, no asociada a solares catastrales, sino a los cortes arqueológicos (enlazados con la ficha de intervención). Esto es muy útil para las demandas de información de promotores, cons-

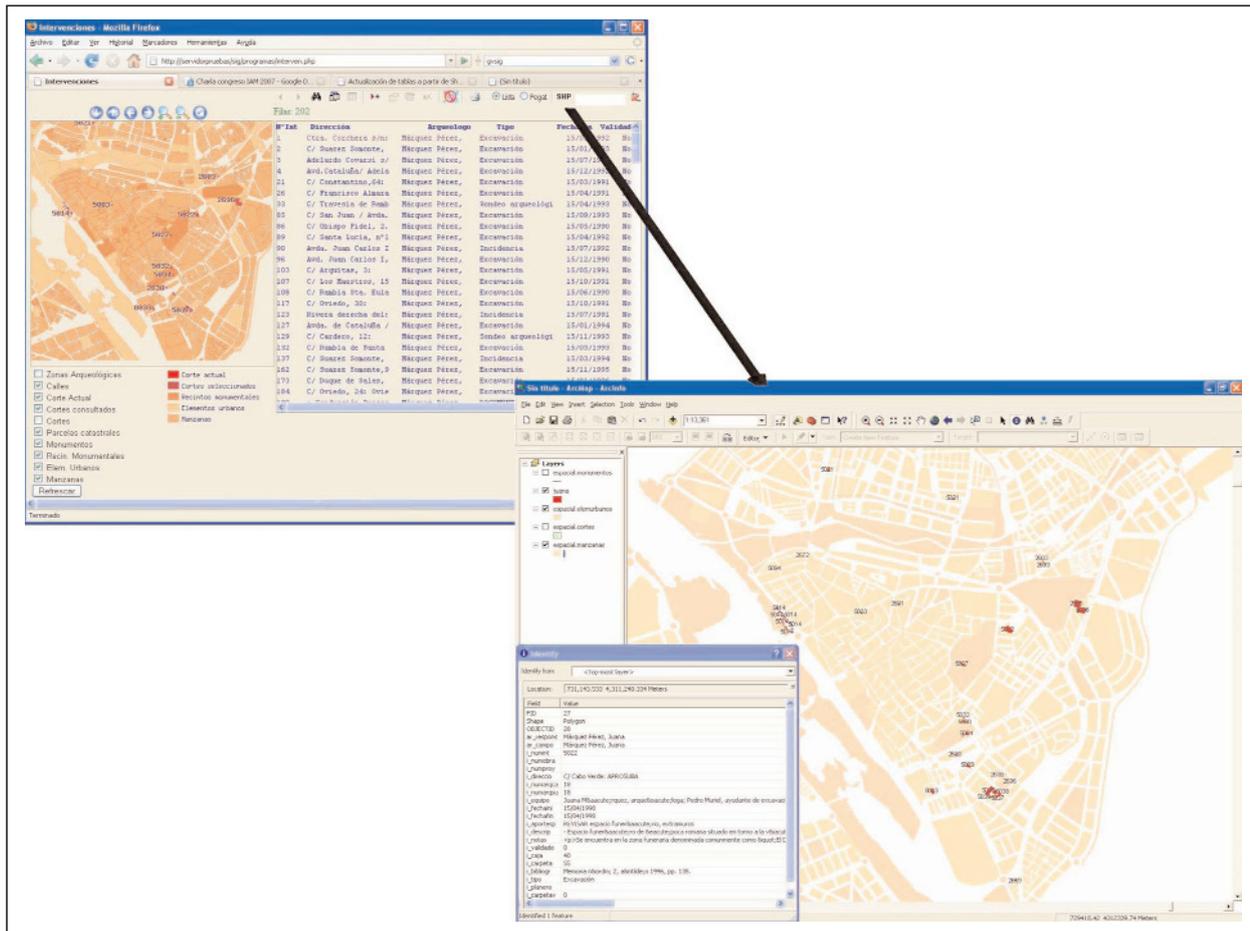


FIGURA 13

Programa de administración de Intervenciones Arqueológicas, donde fácilmente se accede a datos textuales y espaciales, con la posibilidad de exportarlos a formato SHP, estándar en SIG.

tructores, particulares, etc; para elaborar planos de contextualización de restos, facilitando así la rapidez de elaboración de informes por los arqueólogos; o para los intercambios de información administrativa entre organismos competentes teniendo, de forma ágil, disponibles planos con información del proceso arqueológico realizado en un solar, sus resultados, fechas de intervenciones, etc.

La consulta a través de plano de todos los bienes incluidos en los catálogos de protección de patrimonio arqueológico y arquitectónico, tanto en medio urbano como en medio rural, pudiendo visualizar además las fichas catalográficas del Plan Especial desde la ubicación física del Bien seleccionado en el plano.

Conocer automáticamente la situación de cada solar (o área de documentación o de planeamiento) en el plano de zonas arqueológicas del Plan Especial, lo que determina el tipo de intervención arqueológica que debe realizarse en cada caso.

Tras la conclusión de una intervención arqueológica, se puede seleccionar y mostrar gráficamente y de forma automática, la cota más alta a la que han aparecido restos de estructuras arqueológicas. Esta función es de gran utilidad para la integración de restos y la conciliación entre conservación arqueológica y replanteos arquitectónicos.

Se pueden confeccionar planos temáticos de potencialidad arqueológica, a partir de los datos que conocemos



de intervenciones colindantes (diferencia de cotas entre la superficie actual hasta los niveles geológicos no alterados), o también de los solares o parcelas “vacíos” de restos arqueológicos motivados por la existencia de sótanos o garajes.

En fases de desarrollo próximas se pretende:

Cruzar los datos arqueológicos con los de los departamentos de conservación y difusión. Con estos datos podremos realizar consultas, desde plano, de los sitios en que hay restos conservados, su nivel de conservación, si son o no visitables, su nivel de accesibilidad, etc. Y a partir de ellos se podrán elaborar proyectos con una componente espacial como mapas de usos o circuitos turísticos.

Generar otros planos temáticos de forma progresiva, a medida que vayamos volcando información arqueológica en el SIG. Por ejemplo podremos obtener plantas arqueológicas por zonas, por épocas, por materiales, por técnicas constructivas, por cotas o por usos, según los datos de las tablas de la base de datos arqueológica. El diseño de la aplicación del SIG que estamos elaborando junto con los datos que cargaremos en él de forma permanente, facilitará a los investigadores las herramientas necesarias para que puedan confeccionarse sus propios planos temáticos según sus temas de estudio. Y por otra parte los resultados de sus estudios serán susceptibles de ser cargados posteriormente en el sistema, convirtiéndose en una forma de retroalimentación permanente del mismo.

Por último pretendemos además que, tras la elaboración de una aplicación para usuarios, uno de los niveles de consulta de datos esté disponible al público a través de la web. Los planos que pretendemos cargar en ese interfaz de usuario, cuyo perfil podrá ser diverso (profesionales relacionados con el patrimonio -arquitectos, guías turísticos, arqueólogos, etc- o particulares -con fines constructores o turísticos-), estarán en función de los objetivos que se designen. Las capas de información arqueológica serán susceptibles de ser volcadas en ese interfaz. Con ellas el usuario se podrá diseñar sus propias rutas de visita turística, que un particular conozca en qué zona y qué tipo de

intervención arqueológica deberá desarrollarse en su solar, que un arquitecto obtenga el plano de los restos arqueológicos que debe integrar en la edificación que planea, etc.

Esto es sólo la primera fase de un proyecto, que deberá seguir desarrollándose en los próximos años; en ella hemos pretendido definir las bases y mecánica de funcionamiento e iniciar su uso, sobre todo a nivel de gestión. Además se deja la herramienta a punto y lista para iniciar trabajos de investigación con componente espacial.

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

- ÁLVAREZ ABELLÁN, A. C., 2003: Recogida de datos en una excavación arqueológica a través de un dispositivo móvil con un sistema Palm OS, *Huelva Arqueológica*, 18, 127-147.
- ARROYO BARRANTES, I., 1998: Aplicación de la Informática en el Consorcio de la Ciudad Monumental Histórico-Artística y Arqueológica de Mérida, *Mérida excav. arqueol.* 1996, 2, 387-396.
- BAENA PREYSLER, J., 2003: La Arqueología peninsular y los SIG: presente y futuro, *ArqueoWeb*. <<http://www.ucm.es/info/arqueoweb> 5(1) mayo 2003>
- CARRERAS MONFORT, C., 2001: Sistemas de Información Geográfica: nuevas técnicas para la arqueología, *Jornades d'Arqueologia i Tecnologies de la Informació i la Comunicació: Recerca, Docència i Difusió, Arqueomediterrània*, 7, Barcelona, 9-13.
- DE MIGUEL, A.; PIATINI, M. y MARCOS, E., 1999: *Diseño de Bases de Datos Relacionales*. Madrid.
- FERNÁNDEZ CACHO, S. (ed.), 2002: *ARQUEOS*. Sistema de Información del Patrimonio Arqueológico de Andalucía, *Cuadernos Técnicos del IAPH*, 6. Sevilla.
- FERNÁNDEZ CACHO, S. y GARCÍA SANJUÁN, L.: *Los SIG en la tutela del Patrimonio Arqueológico de Andalucía*. <http://www.us.es/dpreyraq/web/atlas/documentos/desarrollo_local/desarrollo_loc.>
- FIZ, J. I., 2002: Usos de un SIG, sistema de Información Geográfico, en la construcción de una Planimetría Arqueológica para Tarragona (I), *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 11-12, 111-121.
- GEURTS, K., 2005: *Template Reference of MapServer*.

- Minnesota. <<http://mapserver.gis.umn.edu/docs/reference/templaterference>>
- GONZÁLEZ ACUÑA, D., 2004: Patrimonio arqueológico urbano: Propuesta Metodológica de evaluación del Estado de Conservación y Riesgo. Aplicación en el Conjunto Histórico de Sevilla, *SPAL Monografías*, 5, Sevilla.
- KOORMANN, F., 2005: *CGI MapServer*. Minnesota. <<http://mapserver.gis.umn.edu/docs/reference/cgi>>
- MÁRQUEZ PÉREZ, J., 2001: El departamento de Documentación del Consorcio Ciudad Monumental de Mérida, *Mérida excav. arqueol.* 1999, 5, 479-496.
- MARTÍN PRADAS, A., 2000: Hablando un mismo idioma. El tesoro del Patrimonio Histórico y su aplicación en los distintos ámbitos patrimoniales, *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 31, 106-111.
- MARTINS, M. y DANTAS, C., 2001: O Projeto SIABRA: um sistema de informação para a arqueología urbana em Braga, *Sistemas de informação arqueológica. SIG'S aplicados a Arqueologia da Península Ibérica, Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular*, Porto, 43-62.
- MATEOS CRUZ, P., 2004a: La gestión del yacimiento arqueológico emeritense: una labor de documentación, investigación y difusión (I), *Foro*, 35, 2-3.
- MATEOS CRUZ, P., 2004b: La gestión del yacimiento arqueológico emeritense: una labor de documentación, investigación y difusión (II), *Foro*, 36, 2-3.
- McKENNA, J., 2006: *Mapfile Reference*. <<http://mapserver.gis.umn.edu/docs/reference/mapfile>>
- MITCHELL, T., 2005: *An Introduction to Open Source Geospatial Tools*. <<http://www.oreillynet.com/pub/a/network/2005/06/10/osgeospatial.html>>
- NAVARRO, C. y ORTIZ, R., 2004: Aplicaciones Informáticas en el ámbito de la gestión del Patrimonio Histórico: El caso de Montilla (Córdoba), *Actas del I Encuentro Internacional de Informática Aplicada a la investigación y gestión arqueológicas*, Córdoba.
- ORTIZ, G.: <<http://www.gabrielortiz.com>>
- PACHECO GAMERO, J., 1997: La Topografía aplicada a la Arqueología, *Mérida excav. arqueol.* 1994-1995, 1, 317-326.
- PEÑA LLOPIS, J., 2006: *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Alicante.
- PEÑAFIEL GONZÁLEZ, J. A., 2000: El callejero de Mérida entre los años 1500-2000, *Revista de Feria 2000*, 86-89.
- PEÑAFIEL GONZÁLEZ, J. A., 2007: Fisonomía y toponimia urbana de Mérida a través del Catastro del Marqués de la Ensenada, *Actas de las Jornadas Juan Pablo Forner y la Ilustración*, coords. Ortiz, M. y Peñafiel, J., Mérida, 353-384.
- RAMSEY, P.: *PostGIS Manual*. <<http://postgis.refractor.net/docs/postgis.pdf>>
- RODRÍGUEZ DE GUZMÁN, S. y GONZÁLEZ-CAMPOS, Y., 2002: La tutela del Patrimonio Histórico a través de las Cartas Arqueológicas Municipales, *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 38, 79-90.
- SÁEZ, P.; ORDÓÑEZ, S.; GARCÍA, E.; GARCÍA-DILS, S. y MÁRQUEZ, J., 2000: Aplicaciones de los SIG al territorio y casco urbano de Écija (Sevilla); (Proyecto AstiGis), *Sistemas de información arqueológica. SIG'S aplicados a Arqueología da Península Ibérica, Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular*, Porto, 15-42.
- THE PostgreSQL GLOBAL DEVELOPEMENT GROUP. 2003: *PostgreSQL 7.4.2 Documentation*. <<http://www.postgresql.org/files/documentation/pdf/7.4/postgresql-7.4.2-A4.pdf>>
- VERNOOIJ, J. R.; TERPSTRA, H. y CARTER, G., 2004: *The Official Samba-3 HOWTO and Reference Guide*. Upper Saddle River.
- VIANCOS, R. y SALINAS, R., 2008: *Prototipo de Servidor de Mapas sobre una Red TCP/IP, Integrando Tecnologías de Internet y de Sistemas de Información Geográfica*. Santiago de Chile. <http://www.mundo-geo.com.br/revistas-interna.php?id_noticia=7482&lang_id=2>
- V.V.A.A., 1998: *Tesoro de Patrimonio Histórico Andaluz*. Sevilla.