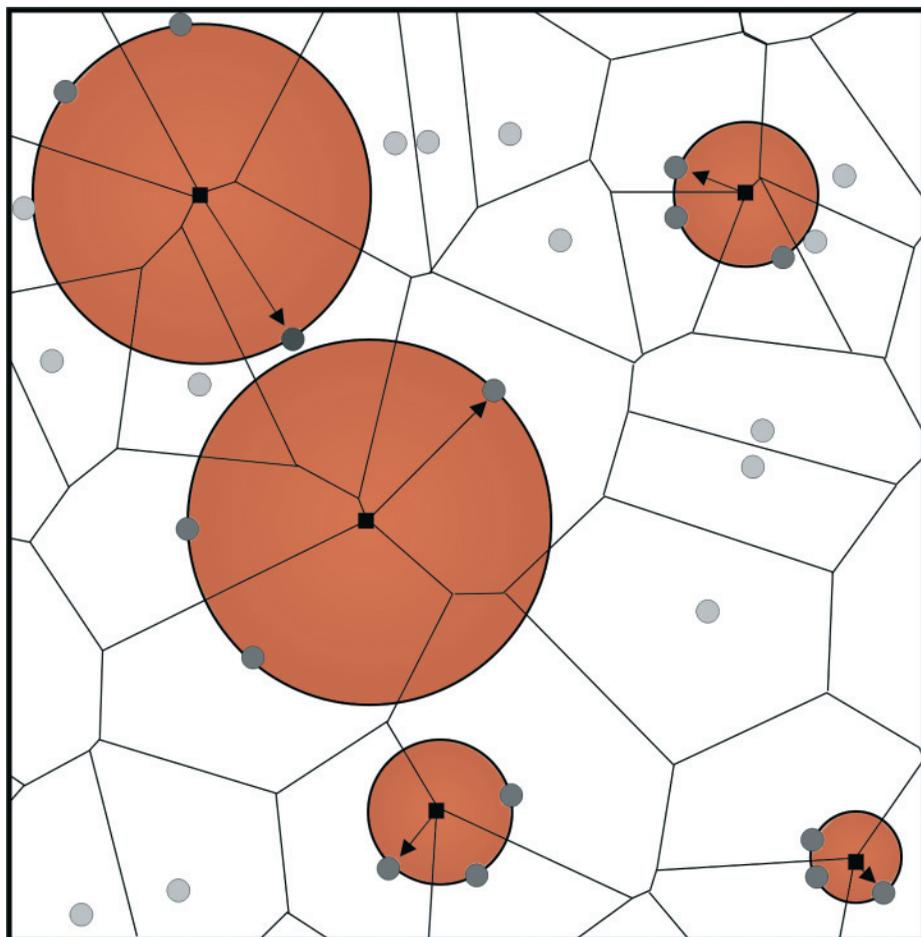


Victorino Mayoral Herrera  
Sebastián Celestino Pérez  
(eds.)

ANEJOS  
DE  
AESPA LIX



# TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO DEL TERRITORIO

Actas del V Simposio Internacional  
de Arqueología de Mérida

VICTORINO MAYORAL HERRERA  
SEBASTIÁN CELESTINO PÉREZ  
(eds.)

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS  
ARQUEOLÓGICO DEL TERRITORIO

ACTAS DEL V SIMPOSIO INTERNACIONAL  
DE ARQUEOLOGÍA DE MÉRIDA

INSTITUTO DE ARQUEOLOGÍA – MÉRIDA  
CSIC - Junta de Extremadura - Consorcio de Mérida

MÉRIDA, 2011

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de Propiedad Intelectual. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por medio ya sea electrónico, químico, óptico, informático, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo por escrito de la editorial.

Las noticias, los asertos y las opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad del autor o autores. La editorial, por su parte, solo se hace responsable del interés científico de sus publicaciones.

Imagen de cubierta: Thomas Frank and Karl Peter Wendt, *Upscaling Population Density - Theory and applications from the Neolithic up to Roman times*, fig. 3: The principle of the «Largest Empty Circle» (LEC) according to Preparata & Shamos (1988) (Zimmermann *et al.* 2005: 52, fig. 5).

Imagen de contracubierta: Pau de Soto Cañamares, *SIG y Network Analysis en el estudio de las redes de comunicación de la Cataluña romana*, fig. 10: modelo de movilidad de la Península Ibérica en época romana.

*Catálogo general de publicaciones oficiales:*  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>



**JUNTA DE EXTREMADURA**  
Vicepresidencia Segunda de Asuntos Económicos y  
Consejería de Economía, Comercio e Innovación



© CSIC  
© De cada texto, su autor

e-NIPO: 472-11-198-4  
e-ISBN: 978-84-00-09407-2  
Depósito Legal: M. 48.399-2011

---

Imprenta TARAVILLA. Mesón de Paños, 6. 28013 MADRID

# SUMARIO

<i>Presentación</i> .....	15
VICTORINO MAYORAL y SEBASTIÁN CELESTINO	
<i>SIG para todos: aplicaciones SIG en el campo de la didáctica y la difusión</i> .....	19
CÉSAR CARRERAS MONFORT	
<b>I. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA</b> .....	29
<i>Creating a High-Quality Field Survey Record: an assessment of field mapping and navigation technologies used by the Groningen Institute of Archaeology survey projects in Italy 1998-2007</i> .....	31
MARTIJN VAN LEUSEN	
<i>Appendix: Upgrading the Digital Field Assistant 2001-2004</i> .....	36
NICK RYAN & MARTIJN VAN LEUSEN	
<i>GIS and the source-critical analysis of intensive survey data on- and off-site</i> .....	43
JOHN BINTLIFF	
<i>Integración de tecnologías SGDB, SIG y GPS en la planificación y desarrollo de las prospecciones del Ager Tarraconensis</i> .....	61
MARTA PREVOSTI, HÉCTOR ORENGO, PAU DE SOTO y JOSEP ABELA	
<i>La Edad del Bronce en el Bajo Guadarrama (Bargas, Toledo): trabajos de prospección arqueológica 2005-2007</i> .....	69
ANTONIO URIARTE GONZÁLEZ, JUAN PEREIRA SIESO, IGNACIO MONTERO RUIZ, M.ª ISABEL MARTÍNEZ NAVARRETE y JESÚS CARROBLES SANTOS	
<i>Empleo de los SIG en la gestión arqueológica del territorio. La experiencia de la Carta Arqueológica Municipal de Córdoba</i> .....	79
RAIMUNDO Fco. ORTIZ URBANO y PATRICIO J. SORIANO CASTRO	
<i>Revisión del Inventario Arqueológico de la provincia de Salamanca 2004-2005: Aplicaciones SIG y GPS</i> .....	87
ANTONIO URIARTE GONZÁLEZ, MARKEL GORBEA PÉREZ, LAURA CARDENAL CARDENAL, MIGUEL LAGE y DAVID OLIVER FERNÁNDEZ	
<i>Aplicación de las herramientas SIG en el estudio de la producción cerámica celtibérica de los alfares del entorno del río Piedra</i> .....	99
M.ª ESPERANZA SAIZ CARRASCO y RAÚL LÓPEZ ROMERO	
<b>II. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO DEL TERRITORIO</b> .....	113
<i>Análisis Espacial y Patrones de Asentamiento: Una Revisión de los Estudios del III y II Milenios ANE en el sur de España</i> .....	115
LEONARDO GARCÍA SANJUÁN	
<i>Metodología de análisis de la transformación del paisaje en los abrigos con arte rupestre del valle del Ésera</i> .....	135
MARÍA SEBASTIÁN LÓPEZ y MANUEL MARTÍNEZ-BEA	

<i>Recorriendo un territorio desaparecido: restitución fotogramétrica y análisis del paisaje de la necrópolis prehistórica del vado de Alconétar</i> .....	145
ENRIQUE CERRILLO CUENCA	
<i>La ocupación del valle del Duero en la Prehistoria Reciente: los recintos de fosos</i> .....	161
MARCOS GARCÍA GARCÍA	
<i>Del Bronce al Hierro al sur del Duero: propuesta para una lectura crítica basada en el análisis territorial</i> .....	167
ANTONIO BLANCO GONZÁLEZ	
<i>Aplicaciones SIG y análisis del territorio. La experiencia del Centro Andaluz de Arqueología Ibérica de Jaén.</i> .....	179
LUIS MARÍA GUTIÉRREZ SOLER y LAURA WIÑA GARCERÁN	
<i>El territorio inmediato de Kelin en época ibérica (siglos IV-III a.C.): un caso práctico de análisis con SIG</i> .....	193
ANDREA MORENO MARTÍN y DAVID QUIXAL SANTOS	
<i>Los SIG como instrumento de reflexión: criterios para la toma de decisiones locacionales en el sureste ibérico</i> .....	203
LETICIA LÓPEZ MONDÉJAR	
<i>Ocupación y estructuración de la Cossetania oriental (Tarragona) de época ibérica al Bajo Imperio.</i> .....	221
JOSEP GUITART, JOSEP MARIA PALET, MARTA PREVOSTI y CARMÉ RUESTES	
<i>Aproximación al análisis territorial de la Frontera Meridional de los cántabros a través de herramientas SIG</i> .....	233
JOSÉ RAMÓN AJA SÁNCHEZ, RAQUEL CAMPO LASTRA, VALENTÍN CASTILLO CALCINES, MIGUEL CISNEROS CUNCHILLOS, JESÚS GARCÍA SÁNCHEZ, ELENA MARTÍN LATORRE, LEONOR DE LA PUENTE FERNÁNDEZ y JOSE LUÍS RAMÍREZ SÁDABA	
<i>Análisis del poblamiento antiguo y explotación del territorio en la Tierra de Lemos (Lugo): la organización del espacio en la Civitas Lemavorum</i> .....	243
MANUEL GRANDE RODRÍGUEZ	
<i>Aplicaciones SIG para el estudio del poblamiento rural de la isla de Mallorca durante la Antigüedad tardía: el caso de la zona este</i> .....	255
CATALINA MAS FLORIT y MIGUEL ÁNGEL CAU ONTIVEROS	
<i>Poblamiento en Galicia entre la Antigüedad y la plena Edad Media. Reflexiones y propuestas sobre la diacronía y diferente naturaleza de los datos espaciales</i> .....	263
JOSÉ CARLOS SÁNCHEZ PARDO	
<i>Poblamiento disperso como estrategia de explotación del llano. Análisis espacial junto a la desembocadura del Guadamez (Badajoz, España)</i> .....	279
FRANCISCO JAVIER HERAS MORA	
<i>Patrón de asentamiento y articulación territorial. Las comunidades de la Pre-cordillera de Arica entre los siglos XI al XV</i> .....	293
ROLANDO CÉSAR AJATA LÓPEZ	
 III. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO DE LA VISIBILIDAD .....	 307
<i>Cálculos de visibilidad en arqueología. La visibilidad del territorio desglosada en ángulos verticales y su aplicación al período ibérico tardío de Andalucía central</i> .....	309
MAR ZAMORA MERCHÁN	

<i>Un paisaje ibérico de Cataluña: protección del territorio colectiva y percepción de comunidad a través de una combinación de análisis de visibilidad</i> .....	325
CARME RUESTES BITRIÀ	
<i>Estudio de visibilidad en un territorio de frontera prerromano. Los castros de las Loras (Burgos)</i> .....	339
JESÚS GARCÍA SÁNCHEZ e IRENE MARTÍNEZ CASAS	
<i>O povoamento do bronze final na peneplanicie alentejana: o Rio Guadiana enquanto elemento estruturante</i> .....	351
PEDRO BARROS, MANUELA DE DEUS, NUNO CALDEIRA, ANA MARIA COSTA, ANA SOFIA GOMES e PEDRO LÓPEZ ALDANA:	
<i>Citânia de Briteiros e médio vale do Ave (NW de Portugal): SIG e análise arqueológica do território</i> .....	359
JOÃO FONTE, JOANA VALDEZ, FRANCISCO SANDE LEMOS e GONÇALO CRUZ	
 IV. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LA MODELIZACIÓN DEL MOVIMIENTO EN ARQUEOLOGÍA .....	 367
<i>Movimiento, circulación y caminos en el paisaje digital. La aplicación de los SIG en el estudio arqueológico de los desplazamientos humanos</i> .....	369
IGNASI GRAU MIRA	
<i>Computational Models for Understanding Movement and Territory</i> .....	383
ANDREW BEVAN	
<i>Cazadores-recolectores: más allá del territorio de explotación</i> .....	395
GUSTAU AGUILLELLA ARZO	
<i>Movilidad y vías de paso en los paisajes prehistóricos: megalitos y vías pecuarias en Almadén de la Plata (Sevilla, España)</i> .....	411
PATRICIA A. MURRIETA FLORES, DAVID W. WHEATLEY y LEONARDO GARCÍA SANJUÁN	
 V. MODELOS PREDICTIVOS Y ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO DEL TERRITORIO .....	 425
<i>The social factor—evidence and limitations of archaeological distribution maps</i> ...	427
ANDREAS ZIMMERMANN	
<i>Upscaling Population Density—Theory and applications from the Neolithic up to Roman times</i> .....	437
THOMAS FRANK and KARL PETER WENDT	
<i>Modelización del paisaje mediante SIG para la investigación de sociedades agrarias paleotécnicas</i> .....	449
CARLOS FERNÁNDEZ FREIRE y ANTONIO URIARTE GONZÁLEZ	
<i>Os Sistemas de Informação Geográfica na Pesquisa Arqueológica. Um modelo preditivo na detecção de Villæ em meio rural</i> .....	459
HELENA RUA	
<i>Una reflexión sobre los modelos predictivos y su aplicación a la gestión del patrimonio arqueológico</i> .....	473
JESÚS BERMÚDEZ SÁNCHEZ	
 VI. LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LA GESTIÓN DE LOS DATOS ARQUEOLÓGICOS .....	 479

<i>Los SIG y la gestión de la información arqueológica</i> .....	481
CÉSAR PARCERO-OUBIÑA y CÉSAR A. GONZÁLEZ-PÉREZ	
<i>El papel de las «tecnologías de la información geográfica» en la Arqueología</i> .....	491
FERNANDO PÉREZ LAMBÁN	
<i>Infraestructuras de Datos Espaciales en arqueología: Arte Rupestre de África Nororiental (ARANO)</i> .....	503
ALFONSO FRAGUAS BRAVO , ANTONIO URIARTE GONZÁLEZ, JUAN M. VICENT GARCÍA, VÍCTOR M. FERNÁNDEZ MARTÍNEZ y ANTONIO MENCHERO FERNÁNDEZ:	
<i>Presentación de un nuevo Sistema de Gestión Global en Arqueología: CVSIG, una infraestructura de datos espaciales en Arqueología</i> .....	517
M. Á. BRU CASTRO, M. RETUERCE VELASCO y M. FARJAS ABADÍA	
<i>Documentación en Arqueología. Aplicaciones del Núcleo Español de Metadatos</i> .....	529
ARANCHA RESPALDIZA y MIGUEL ÁNGEL BERNABÉ	
<i>Servicios de Mapas Web y su aplicación en el ámbito de la Arqueología</i> .....	539
PATRICIO SORIANO CASTRO y RAIMUNDO ORTIZ URBANO	
<i>El Sistema de Información Geográfica del Área de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico de la Comunidad de Madrid</i> .....	553
JESÚS BERMÚDEZ SÁNCHEZ, PILAR HERRÁIZ SIGÜENZA y RAFA SOUSA GARRIDO	
<i>EKUMENE, SIG corporativo gestor del patrimonio cultural. De la necesidad a la realidad</i> .....	563
ATICS, S. L.	
<i>Aplicación de los SIG a la Prehistoria y Arqueología en el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid</i> .....	571
JAVIER BAENA PREYSLER y PATRICIA RÍOS MENDOZA	
<i>Aplicación de herramientas SIG en el proyecto CASTELLA. Centros de poder en Asturias: castillos y fortalezas feudales</i> .....	583
JOSÉ AVELINO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, PATRICIA SUÁREZ MANJÓN y JESÚS IGNACIO JIMÉNEZ CHAPARRO	
VII. REDES Y FORMAS EN EL ESTUDIO DEL PAISAJE .....	599
<i>Las formas de los paisajes. Lo visible y lo invisible</i> .....	601
ALMUDENA OREJAS SACO DEL VALLE	
<i>Towns and road networks in southern Spain during the Iberian and Roman periods</i> .....	617
LEIF ISAKSEN, GRAEME EARL and SIMON KEAY	
<i>Integración de metodologías SIG para el estudio del territorio en época romana: aplicación a las centuriaciones del Ager Tarraconensis.</i> .....	631
JOSEP MARIA PALET, HÉCTOR A. ORENGO y J. IGNACIO FIZ FERNÁNDEZ	
<i>SIG y Network Analysis en el estudio de las redes de comunicación de la Cataluña romana</i> .....	651
PAU DE SOTO CAÑAMARES	
<i>Análisis de redes hidráulicas. Abastecimiento de aguas en la Córdoba del pasado</i> .....	665
GUADALUPE PIZARRO BERENGENA y RAIMUNDO ORTIZ URBANO	
<i>Infraestructuras hidráulicas en Baetica: propuesta para el estudio del trazado de sus acueductos</i> .....	671
LÁZARO G. LAGÓSTENA BARRIOS, FRANCISCO DE B. ZULETA ALEJANDRO, M <sup>a</sup> . DEL MAR CASTRO GARCÍA, ÁNGEL D. BASTOS ZARANDIETA y JULIÁN TALAVERA COSTA	

VIII. LA APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ESTUDIO DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS .....	681
<i>Proceso de diseño y configuración de un sistema de información para la gestión del patrimonio emeritense</i> .....	683
ISIDORO ARROYO BARRANTES, TERESA BARRIENTOS VERA y PEDRO MATEOS CRUZ	
Forma Tarraconis: <i>GIS aplicado a la arqueología urbana</i> .....	699
J. IGNACIO FIZ y JOSEP M. MACIAS	
<i>Restitución 3D de la topografía de la antigua ciudad de Tarraco en un entorno SIG: propuestas metodológicas y primeros resultados</i> .....	717
HÉCTOR A. ORENGO, J. IGNACIO FIZ FERNÁNDEZ y JOSEP M. MACIAS	
<i>Aplicaciones informáticas en arqueología de campo y de gestión. La experiencia de trabajo en el yacimiento de Córdoba</i> .....	727
PATRICIO J. SORIANO CASTRO y RAIMUNDO ORTIZ URBANO	
<i>El Archivo del Suelo</i> .....	745
JOSÉ MANUEL GARRIGA PEREA y ADELA LÓPEZ GONZÁLEZ	
<i>Sistema de Información Geográfica aplicado a la carta de riesgo de Martos (Jaén)</i> .....	759
JOSÉ LUÍS SERRANO PEÑA, JOSÉ M. VALDERRAMA ZAFRA, JUANA CANO CARRILLO y FRANCISCO MOZAS MARTÍNEZ	
<i>La aplicación de los SIG en el Sistema de Registro Arqueológico de la Plaza Velarde de Santander.</i> .....	767
JOSÉ MANUEL IGLESIAS GIL y JESÚS IGNACIO JIMÉNEZ CHAPARRO	
<i>Hasta Regia. Una primera aproximación a la configuración espacial de la urbe y su territorio</i> .....	783
DANIEL JESÚS MARTÍN-ARROYO SÁNCHEZ	
<i>Aplicación de técnicas de teledetección hiperespectral en la ciudad celtibérica de Segeda</i> .....	793
J. G. REJAS, F. BURILLO, R. LÓPEZ, M. A. CANO, M. E. SÁIZ, M. FARIAS, T. MOSTAZA y J. J. ZANCAJO	
<i>Cálculos de visibilidad aplicados al sistema defensivo del castro de Villasviejas del Tamuja (Botija, Cáceres)</i> .....	801
REBECA CAZORLA MARTÍN y JOSÉ ÁNGEL SALGADO CARMONA	
<i>Aplicación de los SIG al análisis microespacial del yacimiento arqueológico de La Ulaña (Humada, Burgos)</i> .....	809
IRENE MARTÍNEZ CASAS, MIGUEL CISNEROS CUNCHILLOS y JAVIER M. <sup>a</sup> SÁNCHEZ ESPESO	
<i>Recintos fortificados de la Edad del Hierro en Vizcaya: Pico Moro y El Cerco de Bolunburu. Obtención de microtopografías y creación de MDT</i> .....	819
JUAN JOSÉ CEPEDA OCAMPO y JESÚS IGNACIO JIMÉNEZ CHAPARRO	
CONCLUSIONES .....	827
<i>Some reflections on the role of GIS in Landscape Archaeology</i> .....	829
MARTIJN VAN LEUSEN	
<i>The Mérida Symposium. Some Concluding Comments</i> .....	833
JOHN BINTLIFF	

# FORMA TARRACONIS: GIS APLICADO A LA ARQUEOLOGÍA URBANA

POR

J. IGNACIO FIZ\* y \*\* y JOSEP MACIAS\*\*

## RESUMEN

Desde aquel incipiente interés renacentista del siglo XVI hasta la profesionalización de la arqueología en la actualidad, la ingente actividad realizada en Tarragona ha necesitado de formas de registrarla y organizarla, a fin de ser estudiada en el contexto diacrónico general de la ciudad. Esta tarea se ha visto favorecida en el último decenio del siglo pasado por la aparición y adopción de una herramienta informática que no fue diseñada específicamente para la Arqueología. El GIS o SIG, se ha convertido en un instrumento básico e indispensable para cualquier ciudad que tenga un mínimo bagaje patrimonial. Prueba de ello son las publicaciones de Cartas Arqueológicas obtenidas a partir de este software, o sin ir mucho más lejos, los trabajos presentados en este simposio.

Presentamos a continuación la experiencia de Tarragona en la creación de un programa, bajo soporte GIS, para la gestión de la actividad arqueológica. Previamente contextualizaremos esta experiencia ya que es justa heredera de iniciativas individuales y de equipos y proyectos previos que trataron, con mucha menor suerte que no éxito, de organizar y poner orden en la maltrecha documentación arqueológica de nuestra ciudad.

Describiremos posteriormente las funcionalidades básicas de este programa, su arquitectura y las aplicaciones realizadas en el desarrollo de sendos proyectos de estudio de la ciudad. En este último caso nos centraremos, principalmente, en el proyecto *Planimetría Arqueológica de Tàrraco*, impulsado por el Museu d'Història del Ayuntamiento de Tarragona y el Institut Català d'Arqueologia Clàssica, y que ha contado con la colaboración de la Generalitat de Catalunya para su edición.

Seguidamente veremos como el uso de la información en capas registrada en el GIS combinada con la inclusión de la cartografía histórica de una ciudad permiten el análisis de problemas arqueológicos irresolubles sólo con los datos estrictamente arqueológicos. En este caso se aplicará sobre la validación de la morfología urbana de Tarraco propuesta por Macias (2000a).

Por último se hará una reflexión sobre cuales podrían ser las mejoras aplicables sobre el programa, en previsión de futuras revisiones del mismo.

## SUMMARY

A wide range of archaeological work has been carried out in Tarragona, from the inception of this science in the renaissance in the 16<sup>th</sup> century to today. It is due to this, that we have

\* Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC). Plaça Rovellat s/n. 43003 Tarragona. E-mail: ifiz@icac.net

\*\* Universitat Rovira i Virgili. Plaça Imperial Tarraco, 1. 43005 Tarragona. E-mail: jmmacias@icac.net

found it necessary to organise and register all studies performed in this city, so that they may be included in the diachronic context of the city.

This task has been improved tremendously through the use of a software application, even if it was not intentionally designed for archaeological work. We refer to the GIS, a key tool in working in any city with some cultural heritage.

Proof of this can be seen in the archaeological maps – obtained through use of this software- detailed in this symposium.

Therefore we would like to present our work with a design of a GIS-based program and aiming at efficient archaeological management. To start with we include a little background experience, detailing previous (individual or collective) experience, of those who tried to classify and establish some order in the archaeological data for this city, which was in a rather bad state.

Thereafter, we describe the program's key functions, its organisation and applications, developed in some of the projects of the archaeological study of Tarraco

Finally we focus on Archaeological Planimetry of Tarraco, a project encouraged by the Tarragona City Council Museum, the (ICAC), and the *Generalitat de Catalunya* for its publishing.

We will therefore show how different layers of data registered by means of GIS, along with historic cartography of a city can be used to analyse archaeological problems of otherwise unresolved. This method will be applied when validating Tarraco's urban morphology proposed by Macias (2000a).

**PALABRAS CLAVE:** Tarragona, Museu d'Història, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, cartografía histórica, planimetría arqueológica de *Tarraco*, carta arqueológica, SIG.

**KEYWORDS:** Tarragona, Museu d'Història, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, historical cartography, *Tarraco's* archaeological planimetry, archaeological map, GIS.

## 1. ANTECEDENTES

*Colonia Iulia Urbs Triumphalis Tarraco*, capital de la *Hispania Citerior* fue una de las ciudades más relevantes del Mediterráneo Occidental. Una próspera urbe que llegó a alcanzar entre 89 y 90 ha, repartidas entre el área intramuros (unas 60 ha), los *suburbia* (10-15 ha) y una rada portuaria con sus equipamientos (8-10 ha). Conocida por sus grandes edificios públicos: *Concilium Provinciae*, Circo, Anfiteatro, Teatro,

Foro y termas. La organización urbana de la ciudad, en *viae e insulae*, es uno de los aspectos menos conocidos de las actuales investigaciones arqueológicas. Las razones de estas lagunas se deben al uso de materiales constructivos más efímeros, a la transformación de áreas residenciales intramuros en parcelas de cultivo y a las continuas afectaciones derivadas del reciclaje constructivo. Debidas estas últimas a la construcción de bastiones, fortificaciones y otras defensas militares levantadas entre la Edad Media y Moderna, tras la contracción de la ciudad en la Tardo Antigüedad. A todo esto hay que añadir las destrucciones ocasionadas por los ensanches contemporáneos.

*Tarraco* comenzó a generar constancia escrita a partir del Renacimiento, cuando diversos humanistas locales iniciaron la compilación de lápidas, monedas, inscripciones y demás *antigüedades*. A este periodo corresponde el primer «museo arqueológico» ubicado en los jardines y huerto del palacio episcopal por iniciativa de los arzobispos de la ciudad; así como las primeras descripciones efectuadas por Lluís Pons d'Icart o los grabados de Anton Van den Wijngaerde (Massó, 2004). El siglo XVIII representa un nuevo resurgimiento en el interés por documentar y catalogar los restos arqueológicos. Conocemos la actividad y producción de dos ingenieros militares (Joseph Boy y Juan Grül) y de numerosos historiadores, concluyendo el *Siglo de las Luces* con el tomo XXIV de la España Sagrada de Enrique Flórez, íntegramente dedicado a Tarragona.

Las necesidades de defensa militar de una Tarragona considerada estratégicamente como Plaza, así como el proyecto y materialización de un puerto que renovara la vieja estructura medieval significaron la elaboración de una cartografía indispensable para el conocimiento y evolución de esta ciudad en un momento crítico y decisivo en la definición de su futura morfología urbana. En algunos de estos planos pueden reconocerse el muelle romano o el mismo circo, lo cual nos muestra como en esos momentos comenzaba a gestarse una necesidad de situar los restos antiguos en el contexto contemporáneo de la ciudad como elemento esencial a tener en cuenta en el diseño de la ciudad futura (Ruiz de Arbulo y Mar, 1999: 133). Así el siglo XVIII dió paso a las primeras planimetrías detalladas continuándose esta labor con los grabados de la expedición de Alexandre de Laborde donde el circo y el anfiteatro fueron objeto de levantamientos detallados (Casanovas y Quílez, 2006).

Con el siglo XIX y por iniciativa individual de prohombres destacados, se creó la *Societat Arqueològica Tarraconense*. Esta entidad, junto con la Co-

misión Provincial de Monumentos Histórico Artísticos, asumió la vigilancia y protección del patrimonio. La iniciativa de B. Hernández Sanahuja, nombrado inspector de Antigüedades en 1853, significó una increíble tarea individual que palió en alguna medida los catastróficos efectos que produjeron tanto la construcción del puerto de Tarragona como el ensanche urbanístico desde la *Part Alta* de la ciudad hasta su conexión con el barrio de la Marina, situado en la ribera del puerto. Una información esencial para la arqueología tarraconense y que cubre gran parte del último siglo hasta nuestros días procede del *Bulletí Arqueològic*, creado por iniciativa de E. Morera y editado por la *Reial Societat Arqueològica Tarraconense* (RSAT).

La incorporación de J. Serra Vilaró en 1925 a la sede episcopal de Tarragona significó un revulsivo para la arqueología urbana, cuando la continua transformación de Tarragona propició la documentación, y conservación, de la necrópolis Paleocristiana y de una parte del *forum coloniae*. Tras la Guerra Civil el crecimiento de Tarragona propició numerosos episodios que superaron con creces la voluntad de gestión y control de la administración. Dentro de esta dinámica la documentación arqueológica quedó supeditada a la acción voluntariosa de historiadores locales o de investigadores pertenecientes a entidades como el Museo Arqueológico Provincial o el Instituto Arqueológico Alemán. Cabe mencionar iniciativas personales en el marco de la RSAT como las llevadas a cabo por Isidre Valentines, quien, a lo largo de treinta años y hasta su fallecimiento en 1959, fue recopilando sobre un plano de la ciudad a escala 1/500 los restos arqueológicos a la vista o puestos en evidencia en las intervenciones de salvamento, añadiendo a tal formato textos explicativos, transcripciones de la epigrafía, fotografías y croquis de los restos (Hernández y López, 2001).

A partir del año 1982 la *Generalitat de Catalunya* asumió una serie de competencias que marcan el nacimiento de una arqueología urbana de Tarragona profesionalizada iniciando un período aún inconcluso y, benévolutamente, calificado de «situación bastante peculiar dentro del panorama estatal» en un excelente análisis externo (Rodríguez, 2004: 102). La gestión de la arqueología urbana en Tarragona durante los últimos 25 años se caracteriza por la falta de acuerdo entre las administraciones y por la ausencia de un grupo consolidado y estable de gestión y potenciación de la investigación, fuese cual fuese el período histórico a tratar.

En el año 1985 se presentó una segunda recopilación topográfica de los restos arqueológicos de la

ciudad (Cortés y Gabriel, 1985), dando lugar a un manual de inestimable interés para cualquier arqueólogo en los últimos veinte años. En este período una de las aspiraciones subyacentes a la gestión del patrimonio arqueológico de la ciudad, en sus diferentes etapas y protagonistas, ha sido la definición de un instrumento esencial, básico para la gestión de la arqueología urbana, como una planta municipal en la que de una forma detallada se representase la información arqueológica de la ciudad. El referente conceptual, sin lugar a dudas, se encontraba en la *Forma Urbis Romae*, realizada por Rodolfo Lanciani entre 1893 y 1901. La gran obra de Lanciani se fundamentaba en una cartografía de 46 láminas a color donde se presentaban los restos conocidos de Roma, así como notas anexas referentes a las noticias registradas en su otro inmenso trabajo la *Storia degli Scavi di Roma*.

La creación del *Taller Escola d'Arqueologia* (TED'A) en 1987, y de su sucesor el *Centre d'Arqueologia Urbana de Tarragona* (CAUT) en 1990, fueron breves episodios que permitieron aliviar la situación desorganizada que atravesaba la arqueología urbana en Tarragona. A pesar de su efímera existencia, la gran expansión de la informática producida durante los años ochenta y noventa, permitió que los primeros SGBD para PC fueran usados por ambas instituciones. Los primeros intentos fueron desarrollados por el TED'A (1989) con la informatización de las fichas de registro de las intervenciones arqueológicas sobre dBaseIII. Posteriormente se diseñó y aplicó el *Sistema d'Informació de Cartografia Arqueològica Urbana de Tarragona* (SICAUT 1993), fruto de la colaboración municipal con el *Programa d'Arqueologia Urbana de la Generalitat*. Pudieron así realizarse las primeras digitalizaciones de plantas arqueológicas (microestación) y el vaciado de la información arqueológica, volcándola en bases de datos (dbase III).

Ambas iniciativas fueron, desde el punto de vista metodológico en el ámbito que nos interesa y a pesar de su breve existencia, suficientes para dejar una fuerte impronta y transmitir a los proyectos herederos la necesidad, cada vez más imperiosa, de una planimetría de conjunto de los restos encontrados. En el año 1997 se creaba el *Seminari de Topografia Antiga* de la URV, siendo uno de los objetivos el retomar la labor comenzada por el TED'A en relación a la informatización del registro de las excavaciones arqueológicas realizadas en Tarragona. Así, un equipo dirigido por Ángel Rifa (2000) y auspiciado por el *Museu d'Historia* de Tarragona, formalizó un proyecto en el que se creó una base de datos que

«recogiera» todas las intervenciones arqueológicas realizadas en nuestra ciudad hasta el año 2000. Un trabajo no solamente centrado en la recogida de la información alfanumérica, sino que, tal base de datos, incorporaba plantas y secciones digitalizadas y una ubicación topográfica de cada una de las intervenciones en un plano general de la ciudad. Dos fueron los resultados alcanzados en aquel trabajo. El primero fue la definición de las variables y tablas necesarias para la creación de una base de datos adecuada a la gestión arqueológica de un entorno urbano. El segundo, más tecnológico, fue la constatación de que un SGBD no bastaba por sí solo en la resolución del problema. Sólo la conjunción de la información textual del suceso arqueológico, con su ubicación geográfica y la delineación vectorial en un entorno visual permitirían un manejo y consulta de carácter correcto y ergonómico. Se constaba finalmente que un CAD, aún dotado de algunas de las funcionalidades de un SIG no bastaba por sí solo para cubrir las necesidades en la gestión de la información arqueológica.

Todos estos proyectos no fructificaron debido, principalmente, a que la tecnología SIG aún no se había difundido lo suficiente en nuestro país; y carecían de una planimetría catastral donde incorporar todas las estructuras arqueológicas identificadas en las diferentes intervenciones realizadas en la ciudad e integradas en la red urbana.

## 2. FORMA TARRACONIS: INICIOS DE UN PROYECTO

En el año 2002 se iniciaron los trabajos de diseño e implementación de un sistema de información arqueológico (SIA) que permitiera la gestión y explotación del corpus arqueológico de cualquier ciudad. La arquitectura del SIA estaría formada principalmente por una Base de Datos y por un Sistema de Información Geográfica, ambos en conexión. La metodología de trabajo ya había sido definida en el año 2001 (Fiz, 2002) en base a los experimentos realizados sobre diversos entornos GIS. Se había aplicado en Tarragona sobre una selección de restos arqueológicos como eran, entre otros, las murallas, el *Concilium Prouvinciae*, el *forum coloniae* o el anfiteatro. Sin embargo las pruebas solo se habían centrado primero en la digitalización y vectorización de las plantas arqueológicas seleccionadas, para después comprobar como se podían incorporar a un SIG. Se experimentó con aquellas plantas publicadas hasta la fecha. Así, de una manera rápida se podía disponer

de unos primeros experimentos y resultados. Finalmente nos decantamos en la versión 3.1 de Arcview. Estas pruebas permitieron en su momento la publicación de plantas de conjunto con todas las ventajas de precisión y maquetación cartográfica que permitía el uso de un GIS (véase por ejemplo Ruiz de Arbulo, 2002: 142).

Viendo que los resultados de aquella primera experiencia habían sido positivos, continuamos con las pruebas sobre la otra parte de la arquitectura definida. Esta no era otra que la correspondiente a la base de datos, el verdadero talón de Aquiles de cualquier SIA. La base de datos implementada fue llamada Registro de Excavaciones Arqueológicas (REA), y diseñada para la entrada de datos de las diversas intervenciones que se pudieran realizar en un entorno urbano. Así pues se implementaron toda una batería de fichas de intervención arqueológica, UE, inventario de materiales, fotos, estadísticas, material epigráfico, material escultórico y noticias. Nuestra intención, en principio, se centraba en recoger exhaustivamente toda la información asociada a una actuación arqueológica.

Ambas experiencias se materializaron en la realización del proyecto *Estudi de la Part Baixa de Tarragona*, financiado por el *Museu d'Historia* de Tarragona y dirigido por J. Ruiz de Arbulo. Este proyecto dio lugar a la primera Carta Arqueológica sobre GIS, en el contexto de uno de sus barrios más significativos. Fue un proyecto piloto para el cual se tuvo en cuenta la ciudad en toda su dimensión arqueológica y temporal, desde la época ibérica hasta el siglo XIX. Al mismo tiempo, y en relación a este proyecto, se finalizaba una tesis doctoral (Fiz, 2004). En dicho trabajo se presentaba una primera versión del sistema *Hipodamo*, un sistema de información arqueológica construido sobre GIS. Además se proponía como metodología no solo la creación de una cartografía arqueológica digitalizada de Tarragona, fundamentada en GIS, sino también incorporar una primera selección de cartografía antigua, georeferenciándola junto con la planta urbana actual de la ciudad. En los capítulos finales se defendía la virtud del sistema creado como forma de comprender en su globalidad el conjunto de restos documentados en todas las épocas susceptibles de conservación y estudio. Se proponía una herramienta de estas características como ayuda al ejercicio de dialéctica y discusión, como forma de comprender la ciudad como producto de un conjunto sucesivo de diversos procesos formativos, destructivos y evolutivos. El objetivo era trazar una primera planta arqueológica global de la ciudad, una *Forma Tarraconis*. Complementariamente

se intentó, con la utilización de cartografía antigua superpuesta a la planta actual de la ciudad, ubicar determinadas construcciones romanas, segmentos de muralla o el muelle d'*opus pilarum*, desaparecidas a día de hoy y que ya fueron rotuladas por los ingenieros encargados del levantamiento de los planos en el siglo XVIII y XIX (ver ejemplos de aplicación en Fiz y Macias, 2004; Fiz y Macias, 2007).

Finalmente, la utilidad y eficacia del sistema *Hipodamo* se comprobó al ser aplicado en el estudio del foro de la colonia (Ruiz de Arbulo *et al.*, 2006), donde se elaboró una documentación exhaustiva referente tanto a noticias y hallazgos como excavaciones realizadas en el entorno más próximo al área afectada.

Por tanto a finales del 2004 se había finalizado el diseño y construcción del SIA *Hipodamo*. Las pruebas que se habían efectuado habían funcionado, quedaba pendiente la tarea de elaborar una nueva *Forma Tarraconis* que solventara las deficiencias y problemas de su predecesora. Una *Forma Tarraconis* a la que se la bautizó posteriormente, como Planimetría Arqueológica de Tarragona

### 3. EL SIA HIPODAMO

Cualquier sistema informático que se quiera construir ha de pasar en principio por varias fases en lo que habitualmente se llama «Ciclo de Vida del Software». Consiste en una serie de pasos de requerimientos, diseño, construcción, pruebas y mantenimiento en principio garantes de la bondad del producto resultante. En este apartado desarrollaremos a grandes rasgos los aspectos más destacados por los que ha pasado el diseño y construcción del SIA *Hipodamo*.

#### 3.1. REQUERIMIENTOS

La construcción de cualquier Sistema de Información requiere como paso inicial la definición de aquellos aspectos básicos y necesarios que habrá de cumplir el nuevo programa construido. Estos aspectos o requerimientos van más allá de las desideratas, serán los elementos de control cuando, una vez construido el sistema, se ponga finalmente a la práctica. Los requerimientos esperados del sistema fueron:

- A. Existen dos informaciones tipológicas asociadas a una intervención arqueológica. Una corresponde a los límites de la parcela intervenida. La otra nos indica los diversos sondeos realizados en el interior de la misma y es la

- que realmente nos da una información sobre cual ha sido el área realmente intervenida, así como de que espacio aún estaría sujeto a futuras intervenciones. La elaboración de una función en la que se determinara que superficie se ha excavado y que superficie falta por excavar permitiría definir una ratio útil para determinar el riesgo de las zonas afectadas.
- B. Registro, consulta y ubicación sobre plano de las fuentes de información conocidas: intervenciones arqueológicas, noticias arqueológicas o datos historiográficos, resultados de la georeferenciación de cartografía histórica. La incorporación de esta información aportaría un *corpus* de una entidad inestimable para gestión de la arqueología urbana de Tarragona.
- C. El sistema debería permitir diversos sistemas de consulta: criterios topográficos o catastrales (calle y/o núm.); criterios tipológicos (palabras claves referentes a epigrafía, mosaicos, cisternas, etc.); más consultas por calle con zona afectada. La demanda por criterio de calle y número de parcela provocaría como respuesta un listado de las parcelas afectadas. Así como su visualización sobre plano.
- D. Dada una nueva intervención arqueológica, el sistema debe permitir su incorporación, sumándola a una capa común. En esta última se recogerán todas las plantas arqueológicas, diferenciadas con un código, siendo consultable por el usuario final. El sistema interpretará las diversas fases representadas en el archivo CAD y las interrelacionará con las fases de los restos arqueológicos recogidos en cada ficha.
- E. Se requiere la consulta mediante criterios temporales. Consecuentemente la digitalización de las planimetrías arqueológicas debe recoger, mediante el uso de capas, los diferentes períodos históricos. De esta manera sería posible, si así se requiere, la obtención de una instantánea de la ciudad en un espacio temporal que podría ajustarse a un año concreto o a un periodo predefinido (por ejemplo durante los *Antoninos*) o un periodo totalmente *ad-hoc*.
- F. Existirá una función que permitirá el control de una serie de capas que se enumeraran a continuación siguiendo los siguientes apartados:
- F.1. Topografía actual: red urbana, parcelario, edificios singulares, curvas de nivel actuales, nombre de calles, numeración de edificios y, finalmente, accidentes geográficos como la línea de costa o los ríos cercanos.
  - F.2. Topografía antigua: línea de costa en época romana, diferentes hipótesis anteriores de línea de costa, curvas de nivel de épocas anteriores, murallas romanas, ejes viarios intra y extramuros y áreas funerarias.
  - F.3. Planos y fotografías áreas antiguas. En este caso el sistema debe permitir la superposición de cada una de estas imágenes *raster*, georeferenciadas.
- G. Facilitará la consulta de los datos asociados a aquellas capas que así lo requieran. En los casos siguientes se procurará que la información visualizada sea:
- G.1. Intervenciones arqueológicas. Si una zona determinada está compartida por varias intervenciones estas aparecerán en una lista en la que se representarán los códigos identificadores de intervención. Al seleccionar uno de los códigos se visualizará la siguiente información: número y nombre de la intervención, situación, secuencia cronológica, definición y características.
  - G.2. Noticias arqueológicas. La selección de un punto determinado puede implicar que sean varias las noticias ubicadas allí. En este caso se presentarán en forma de lista identificadas por el código de noticia. Al elegir una de ellas se mostrará la siguiente información: núm. de noticia, localización y comentario.
  - G.3. Material epigráfico. Se seguirá el mismo criterio anterior y se permitirá la consulta de datos (CIL, tipo inscripción y transcripción). Además se incluye imagen fotográfica.
  - G.4. Material escultórico. Seguiremos el mismo criterio anterior.
- H. Generación de cartas arqueológicas. El sistema permitirá maquetar en forma de Atlas el conjunto de hojas que formarán parte de la carta arqueológico de la ciudad

### 3.2. LA ARQUITECTURA DEL SIA

A partir de estos requerimientos y en función de los diversos paquetes informáticos existentes en el

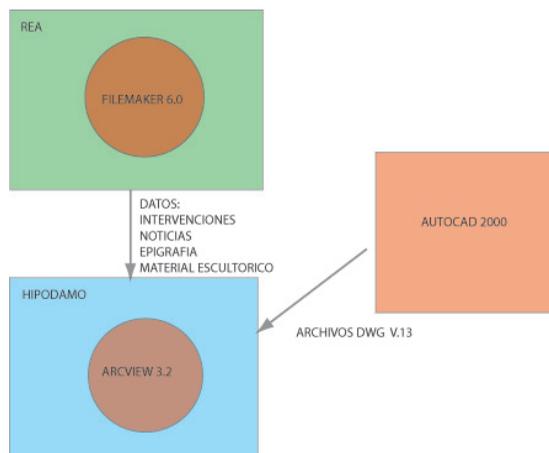


Fig. 1.

mercado se decidió cual sería la arquitectura de trabajo del SIA. Tres son las aplicaciones informáticas o subsistemas de trabajo implicados y interrelacionados entre sí: un subsistema CAD —presentado por el programa Autocad 2007—, el subsistema REA —base de datos implementada mediante el SGBD Filemaker en su versión 6.0—, y el subsistema Hipodamo construido a partir del programa comercial GIS Arcview en su versión 3.1 (fig. 1).

El subsistema CAD proporciona a Hipodamo la información planimétrica vectorizada; el REA almacena los datos necesarios para la gestión de la información, mientras que Hipodamo gestiona mediante sus herramientas vectoriales y *raster*, la combinación de los datos proporcionados por las otras dos. Este subsistema CAD, evidentemente no creado por nuestro equipo de trabajo, se encarga de crear y gestionar los plantas de cada una de las intervenciones arqueológicas. Para esto es necesario realizar una vectorización tanto de planimetrías correspondientes a excavaciones antiguas, como modificando planos digitalizados elaborados previamente por los técnicos implicados en los trabajos arqueológicos. Por decisión de diseño se decidió que en este proyecto se realizarían alineaciones correspondientes a las estructuras murarias, prescindiendo de la caracterización precisa de los materiales constructivos. Sin embargo en algunos casos se hizo una excepción, debido a la singularidad de determinados restos, y por tanto se representaron y caracterizaron por ejemplo sillares o megalitos.

El sistema de vectorización se caracterizó por el uso de polilíneas o derivados como puedan ser circunferencias, arcos o cuadrado, por los problemas de conversión asociados a las *splines*. Se ha diferen-

ciado entre elementos reales y elementos restituidos. Se han aplicado símbolos convencionales a las tumbas documentadas con el objetivo de ilustrar la variedad tipológica de los contenedores funerarios utilizados. También se tuvieron en cuenta hasta cuatro tipos de cotas alimétricas: cota de muro, roca, pavimento y municipal actual. Para la representación e identificación de la evidente variedad tipológica en cuanto a formas y material constructivo o cronología, se utilizó un protocolo aplicado principalmente sobre el CAD. Este protocolo era absolutamente necesario para el correcto traspaso e interpretación de la información por parte del subsistema de *Hipodamo*.

Además se estableció otro protocolo por el cual las fases de los restos arqueológicos exhumados fueran representadas en el CAD. Así se asignaba una capa a cada fase, identificándola con un código. En la tabla de fases de la base de datos REA se registraban estas fases asignándoles el mismo código utilizado en el CAD. De esta manera, cuando se introdujera una nueva intervención, las rutinas creadas tomarían los registros de la tabla fases en REA y los interrelacionarían con los datos obtenidos del fichero CAD, incorporándolas en la capa de restos por fases.

El traspaso de la información planimétrica generada con CAD a *Hipodamo* se hizo a través de dos archivos diferenciados. El primero correspondía a la representación de las estructuras siguiendo una categorización por código de color en función del tipo de estructura representada (sillares, alcantarillas, pavimentos, mosaicos, etc.). El segundo archivo incorporaba la información correspondiente a las cotas arqueológicas y actuales. El subsistema REA utilizó como SGBD de base el programa comercial FileMaker en su versión 6.0. Esto permitió la creación de una base de datos estándar e interrelacionada a partir de campos preestablecidos. En búsqueda de una posición maximalista se creó un sistema de tablas diseñadas en un modelo entidad/relación que permitiera la gestión y explotación de la información arqueológica de cualquier conjunto o conjuntos urbanos. Técnicamente se activaron los *plugins* pertinentes para compartir los datos con el sistema *Hipodamo*.

Por último el subsistema *Hipodamo*, encargado de administrar la información documental, vectorial y *raster* asociada a la documentación arqueológica, que por motivos de simplificación y ejemplo se ha ajustado a la ciudad de Tarragona, pero que en versiones futuras se podría extender a cualquier paisaje arqueológico.

### 3.3. DISEÑO DEL SISTEMA

Para el diseño del sistema, y teniendo en cuenta que el proceso se efectuó en un período de transformación radical a nivel informático (1998-2004), se aplicaron dos metodologías. Las metodologías de diseño tradicionales se elaboraban a partir del llamado Modelo Entidad/Relación, explicado en las Facultades de Informática aún a inicios del presente siglo. Sin embargo, a mediados de los noventa surgió un nuevo paradigma en la programación informática, la orientación a objetos, que obligo a reformulación de metodologías de diseño que permitieran una correcta construcción de los Sistemas de Información requeridos por los usuarios. Este cambio tecnológico afectó, como no podía ser de otra manera, al diseño del sistema. En un primer momento, cuando se diseñó la base de datos de registro de intervenciones REA, no se había previsto que tendría que dar soporte a un SIA. Por esa razón su primer diseño siguió el Modelo Entidad/Relación (léase Chen, 1988).

Sin embargo, cuando en el año 2002 (Fiz, 2002) nos planteamos el crear un SIA teniendo como nú-

cleo un GIS comercial, ArcView, vimos que era necesario el rediseño del sistema siguiendo otra metodología. La razón estribaba en que el programa de la empresa ESRI estaba diseñado siguiendo el paradigma de orientación a objetos. Por tanto, cualquier nuevo objeto que nosotros quisiéramos tratar, por ejemplo los restos arqueológicos vectorizados con CAD, tendría que ser diseñado e implementado bajo los mismos parámetros.

Finalmente la metodología de diseño utilizada fue UML (Arlow y Neustadt, 2006), Unified Modeling Language, un lenguaje de modelado que permite diseñar y documentar aplicaciones desarrolladas en un lenguaje orientado a objetos. La gran ventaja de esta metodología es su estandarización, debida principalmente a que los autores que han creado UML son los mismos creadores de los tres métodos de análisis y diseño OO más usados anteriormente en la industria del software. De la misma manera las grandes empresas mundiales de software y hardware se implicaron también en la creación de un estándar que pusiera fin a la llamada «guerra de los métodos» iniciada en los noventa. El resultado del diseño del nuevo sistema puede verse en la figura 2.

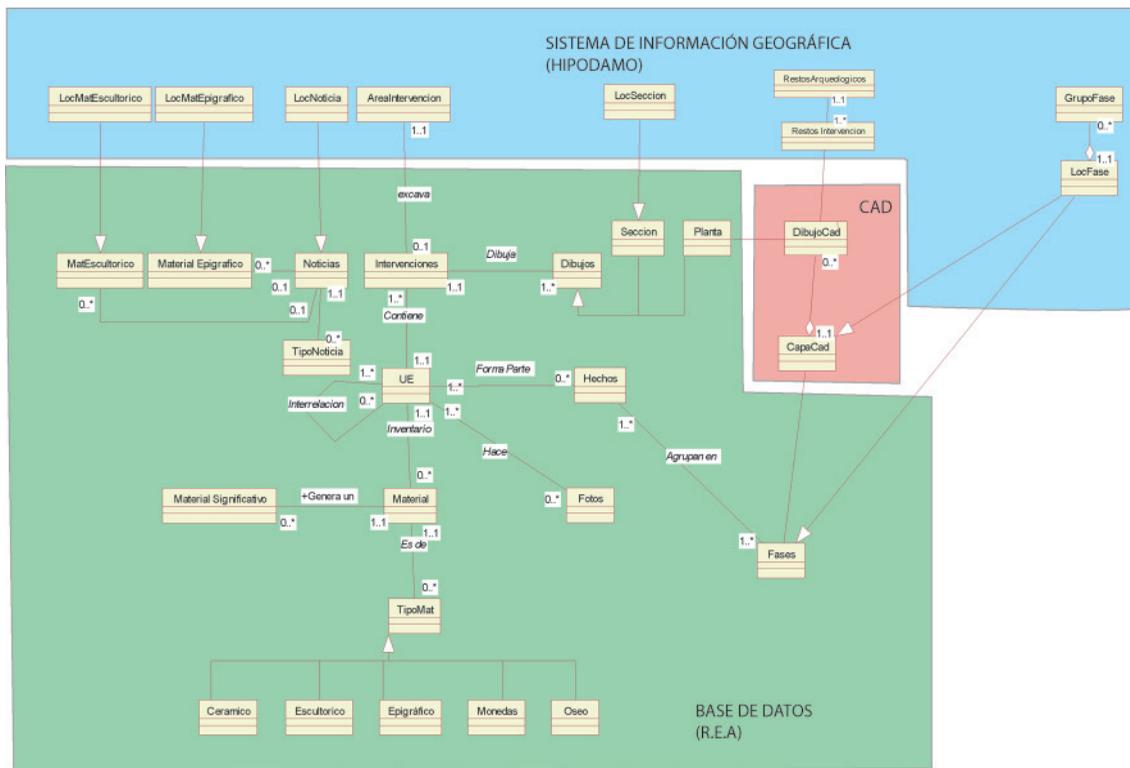


Fig. 2.

### 3.4. IMPLEMENTACIÓN

Finalmente fueron desarrollados e implementados tanto la base de datos, sobre SGBD Filemaker Pro 6.1, como el subsistema *Hipodamo* (fig. 3). Para este último y sobre, ArcView 3.1, se diseñaron pantallas y rutinas elaboradas en el lenguaje nativo de ArcView (*Avenue*). La mayor parte del esfuerzo se centró en la conexión y carga de las bases de datos y en las rutinas construidas para la adquisición de las estructuras exhumadas en una intervención y su posterior integración en una capa común de restos arqueológicos. Exteriormente el usuario percibe una «interficie» similar a la que pueda tener en el manejo del programa Arcview. Sin embargo se añadieron una serie de botones, con rutinas escritas en Avenue (fig. 4) que permiten: añadir, modificar y borrar tanto intervenciones como restos arqueológicos dibujados con CAD; consultar información asociada a intervenciones, restos escultóricos y epigráficos; consultar los restos arqueológicos según periodo seleccionado por el usuario; seleccionar cartografía histórica rectificada y georeferenciada, ortofotomapas y vuelos aéreos rectificadas y georeferen-

ciados; convertir la información vectorial de los restos nuevamente a formato CAD; y, finalmente, crear una cartografía mediante *layouts* predefinidos para su posterior maquetación y publicación.

La consulta de las capas se hace a través de ventanas con demanda por diversos criterios de búsqueda y para la presentación se diseñaron pantallas específicas obviando el sistema de ArcView más generalista pero menos ergonómico. Las capas que finalmente fueron incluidas para la consulta del sistema reflejan: la configuración urbana actual (red urbana, parcelas catastrales, cotas actuales y ortofotomapas ICC Escala 1:5.000); la información arqueológica (restos, secciones, noticias, epigrafía, arquitectura y escultura); más la información complementaria (cartografía antigua).

Debido a que las bases de datos no se habían construido en el mismo sistema de ArcView se implementaron una serie de rutinas encargadas de establecer, al inicio del programa *Hipodamo*, una conexión ODBC con el programa encargado de registrar las intervenciones arqueológicas, *REA*. Las tablas solicitadas en demanda eran:



Fig. 3.

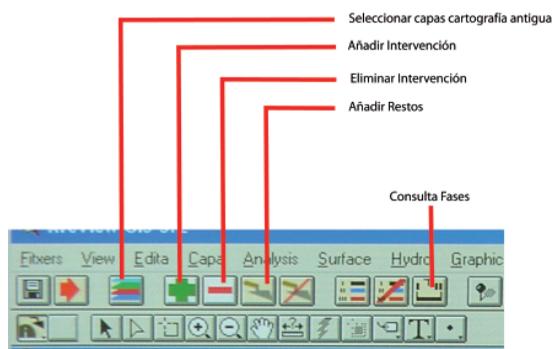


Fig. 4.

- Intervenciones arqueológicas que usando como enlace el código de intervención se asociaran a la capa vectorial de áreas de intervención representada mediante polígonos.
- Noticias arqueológicas. Estas se representaran mediante una capa vectorial simbolizada por un punto. Se incluyeron como datos de localización las coordenadas UTM que aunque fuera aproximadamente ubicarían el lugar en el que se produjo la noticia referida.
- Material escultórico. Representada por mediación de una capa vectorial simbolizada por un punto. Las coordenadas de localización de cada material escultórico se obtendrán de REA. En cuanto a la escala de representación se seguirá el mismo criterio que en el caso anterior.
- Material epigráfico. A través de la conexión ODBC con REA se obtendrán los datos identificadores de cada ficha de material epigráfico. Podrá localizarse a partir de los campos creados para tal uso. La capa vectorial que la presente habrá de simbolizarse mediante un punto. La escala de representación será la definida en los dos casos anteriores, por ejemplo 1:500.
- Fases. La conexión ODBC permitirá acceder a REA, de donde se obtendrá la tabla en la que se habrán almacenado todas las fases de cada una de las intervenciones. Esta consulta será enlazada con una capa vectorial, simbolizada mediante líneas, que almacenará las interpretaciones planimétricas de cada intervención.

En el caso de las noticias y el material escultórico y epigráfico, la elección de la UTM como criterio de localización se debió principalmente a un problema como pueda ser la falta de persistencia del dato topográfico. Esta se entiende como la incapacidad de permanecer invariable ante la transformación y desarrollo del entorno urbano. Podemos entender que una parcela urbana sufre cambios en el topónimo de

la calle, el número o en su misma configuración por subdivisión o agregación sucesiva, obligando por tanto a la revisión de la información almacenada en la base de datos que pueden llegar a no coincidir con los presentados en pantalla. En cambio, podemos encontrarnos con problemas cuando las noticias hacen referencia a antiguas parcelas agrícolas extramuros, y que solo son ubicables por referencias topográficas aproximadas. Una solución habría sido la utilización del número de catastro de la parcela, sin embargo aquí nos encontramos con otro problema dado que las noticias e intervenciones corresponden a menudo a espacios no catastrales, por ejemplo las propias calles o plazas. Por tanto esta solución no era viable.

Planteando posibles soluciones a esta problemática pensamos en la elaboración de *Thesaurus* toponímicos mediante los cuales se podría conocer la «genealogía» de un determinado elemento topográfico o toponímico urbano a lo largo del tiempo. Sin embargo, dada su complejidad esta posibilidad fue descartada al menos para esta versión del sistema. Para finalizar entendimos que el criterio de elección del punto como elemento de representación del material escultórico, epigráfico y noticias dentro del SIA era además necesario para su futura utilización en estudios dentro del marco del análisis espacial.

#### 4. EL PROYECTO PLANIMETRIA ARQUEOLÒGICA DE TÀRRACO

Como hemos visto en apartados anteriores, esta trayectoria establece que en el año 2004 el SIA estaba construido y validado. Pero la difusión de los resultados preliminares estaba mediatizada por la dificultad de obtener y difundir los frutos de la arqueología urbana de Tarragona. Desde inicios de los años 90 del siglo pasado la realización de excavaciones arqueológicas descansa fundamentalmente en el binomio *empresa constructora empresa privada* de arqueología. A excepción de determinados monumentos bajo custodia pública, la mayor parte de los resultados arqueológicos obtenidos en los últimos 20 años han sido fruto de una actividad profesional individual o empresarial separada o, mejor dicho, atomizada. La ausencia de un marco institucional globalizador ha «disgregado» Tarraco (una única realidad científica, museística necesitada de un modelo de gestión coordinado) en un despropósito de voluntariosas iniciativas particulares y de legítimos derechos de propiedad intelectual sin solución de proyección social y científica (véase Dupré 2001;



Fig. 5.

Rodríguez 2004: 102-106; Ruiz de Arbulo 2004 con abundante bibliografía). Las indefiniciones sobre las que se había fraguado la arqueología urbana de Tarragona a lo largo de casi veinte años, y que la diferenciaban de las otras tres capitales catalanas o el resto de las capitales provinciales de *Hispania*, dibujaban un panorama en el que era absolutamente necesaria la colaboración de instituciones, empresas de arqueología más el colectivo profesional de arqueólogos. Cualquier otra solución desde una iniciativa unilateral estaba condenada sino al fracaso al menos a la ampliación de la brecha entre las partes implicadas.

Solo como reto colectiva y plurinstitucional sería posible producir una obra globalizadora, y para ello ha sido imprescindible contar con la colaboración de los arqueólogos y empresas privadas que intervienen en la ciudad, junto con la RSAT, depositaria de parte del fondo historiográfico de la ciudad. Este proyecto dió mayor contenido y precisión a la propuesta metodológica (Fiz, 2004) formalizando una nueva *Forma Tarraconis* o *Planimetria Arqueològica de Tàrraco*, en un proceso que ha durado casi cuatro años hasta su edición convencional (Macias *et al.*,

2007). En este contexto uno de los trabajos más importantes fue el de contactar con el colectivo de arqueólogos para que autorizaran o no la cesión de la información y la publicación posterior de sus planimetrías. Esta política queda reflejada en las fichas descriptivas de las intervenciones de uno de los dos volúmenes de la publicación. Los arqueólogos que así lo quisieran podían redactarlas quedando con su firma reconocimiento de su trabajo.

Organizativamente hablando los trabajos realizados consistieron principalmente en el vaciado documental de memorias administrativas, archivos privados y publicaciones científicas, la digitalización y vectorización de plantas arqueológica. Además se inició un proceso de vaciado cartográfico para cotejar informaciones de áreas con información arqueológica actualmente negativa (fig. 5) y, finalmente, una actuación topográfica mediante posicionamiento GPS para validar las estructuras arqueológicas más importantes de la ciudad. Toda esta información ha sido incorporada al SIA *Hipodamo* permitiendo una posterior generación de planimetrías arqueológicas.

La *Planimetria Arqueològica de Tàrraco* responde a una adaptación y simplificación de la potenciali-

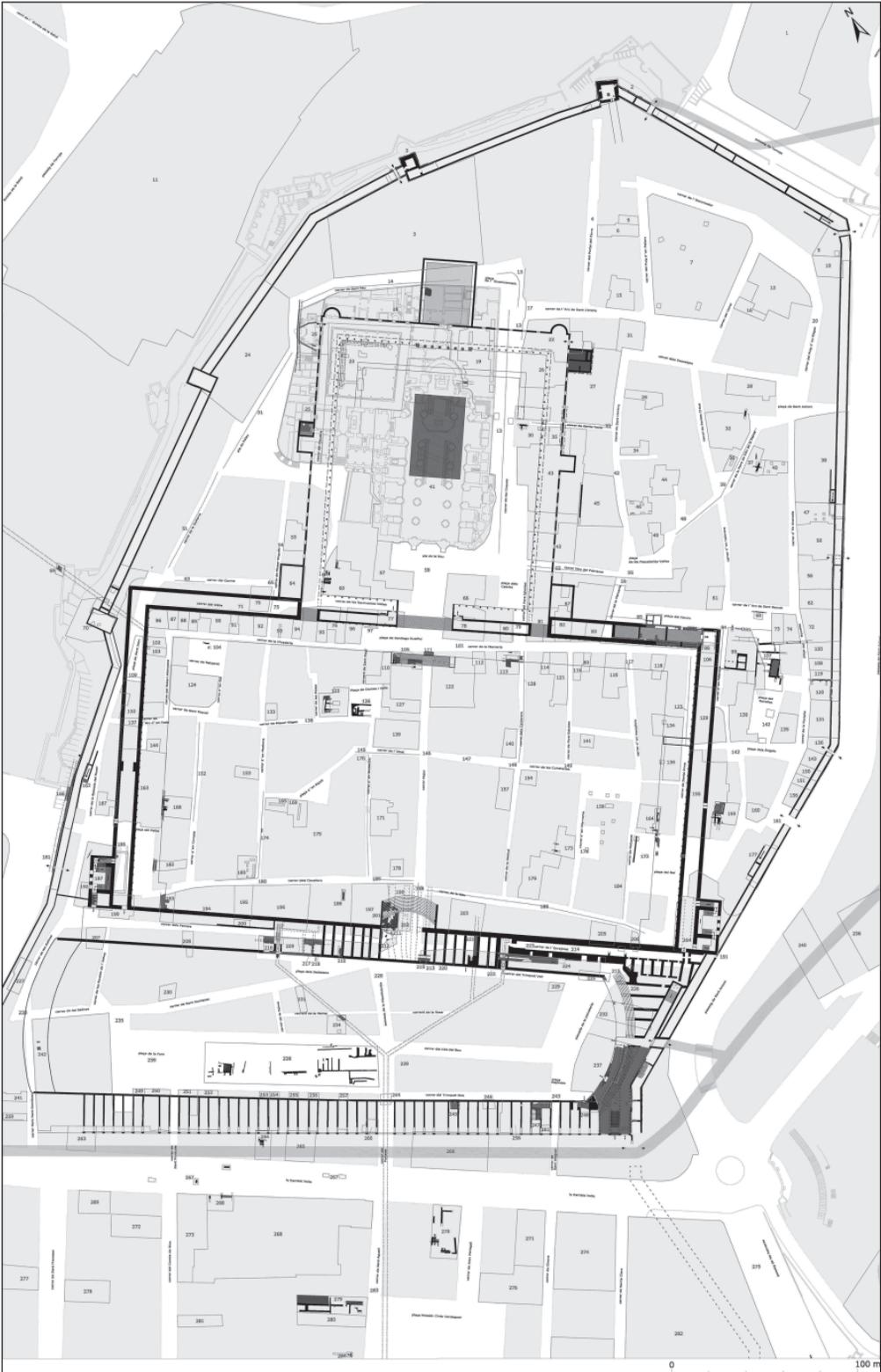


Fig. 6.

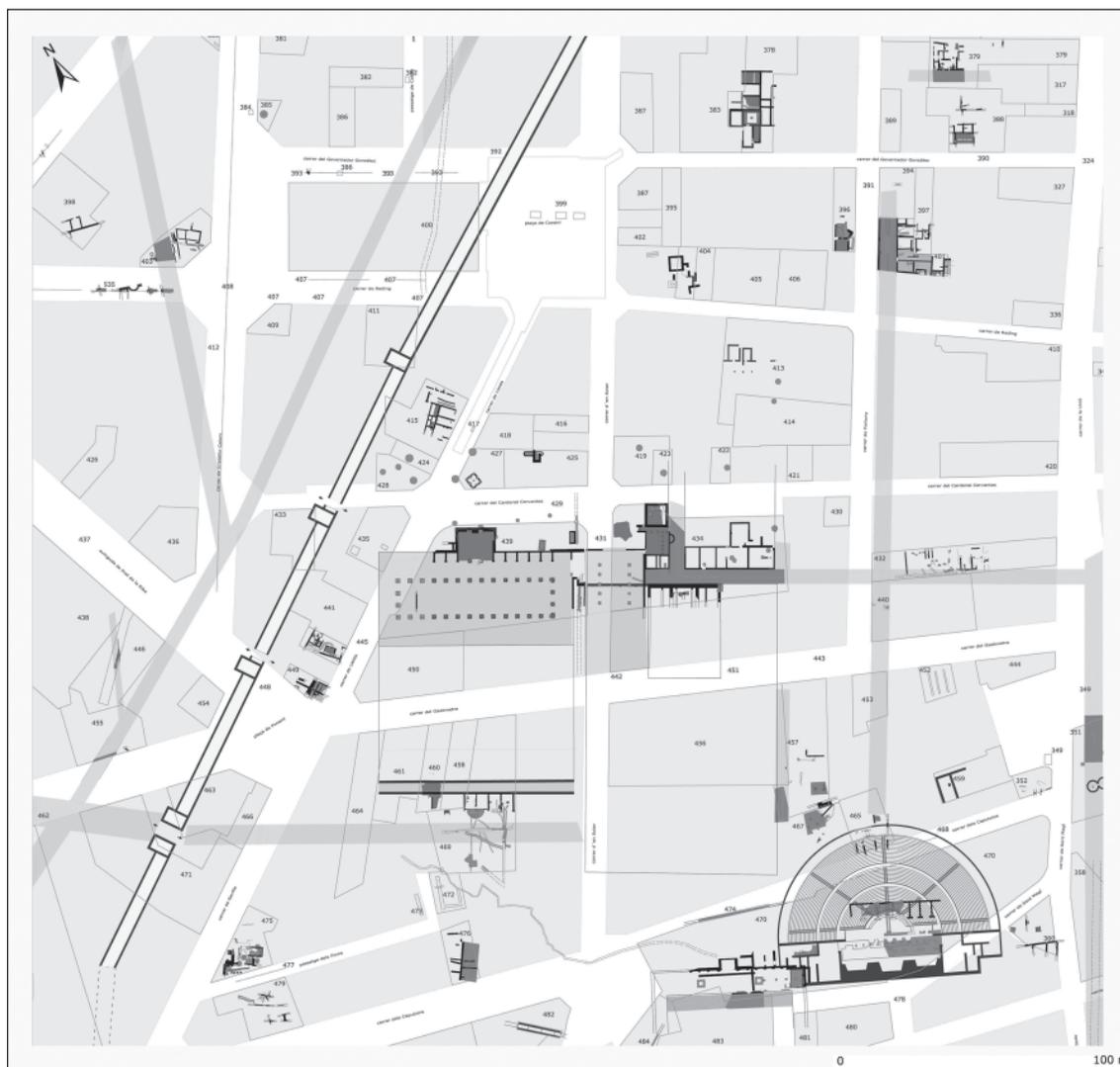


Fig. 7.

dad que representa el programa *Hipodamo* a fin de ajustarlo a una publicación en formato clásico. La necesidad social e institucional que ha generado esta obra incide en la necesidad de implementar de forma cotidiana esta metodología a nivel de actualización de contenidos y, sobre todo, como herramienta de gestión y difusión de la información. La obra ha sido concebida en dos volúmenes. El primero refleja la metodología usada y articula toda la información en 840 fichas descriptivas que coinciden con las parcelas catastrales —unidad básica de identificación— que contienen información de interés. El segundo volumen lo compone una carpeta que contiene la relación de planos en formato 1: 5.000, 1: 1.250

y 1:500 (figs. 6 y 7) con el propósito de constituir una herramienta de difusión útil en el entorno científico y profesional, incluyendo los diversos agentes privados y públicos que intervienen en la gestión y transformación del patrimonio histórico.

Mediante las herramientas de consulta por fases creadas para el SIA *Hipodamo* se definieron una secuencia de periodos históricos según la realidad arqueológica de Táraco y el volumen de información existente. La ubicación temporal de los restos no ha tenido en cuenta exclusivamente el momento constructivo sino que también su fase de utilización o visualización urbanística. De esta manera se planteó la siguiente periodización temporal: época ibérica

hasta la llegada de los Escipiones (aprox. 500-218); época tardorepublicana (218-30); época de Augusto hasta la crisis militar postneroniana (30 a. C. – 69 d. C.); entre las dinastías flavia y antonina (69-180); entre los gobiernos de L. Vero y el último emperador de Occidente (180-476); y, finalmente, la etapa visigoda.

## 5. APORTACIÓN DEL SIA AL CONOCIMIENTO DE LA MORFOLOGÍA URBANA

La identificación de la morfología urbana de *Tarraco* ha sido una de las aspiraciones tradicionales de la investigación arqueológica en Tarragona, una ciudad donde la preeminencia de su arquitectura pública y las dificultades de gestión han dificultado avances considerables en relación al estudio de su arquitectura privada o doméstica (Macias 2004a). El área residencial excavada en los años 30 del pasado siglo por Serra Vilaró fue el elemento a partir del cual se empezó a definir la retícula urbana. R. Cortés identificó una de las *insulae* existentes en esta área (1987, 21), seguidamente se definieron *decumanus* y *cardines*, entorno a la *insulae*, identificando una medida de 35 m. o un *actus* para la anchura de las *insulae* de la ciudad (Aquilué *et al.* 1991: 57). En 1999 otra aportación incidía en la propuesta de un *actus* de anchura ampliándola a la organización urbanística del entorno del *forum coloniae* en base a un sistema de parcelas rectangulares (Mar y Roca 1998, 119). Finalmente, se presenta en las jornadas de *Tàrraco 99*, una propuesta global sobre el sistema de ordenación viario intramuros (Macias 2000a). Fue el primer modelo interpretativo efectuado a partir del parcelario urbano a escala 1/500 que incorpora los datos arqueológicos publicados hasta la fecha y reconoce un módulo de 1 por 2 *actus* con *viae* de 6 m de anchura y un *cardo maximus* en torno a los 7 m.

Los últimos trabajos arqueológicos y la realización del proyecto Planimetría Arqueológica establecen que la evolución urbana se realizó en tres fases claramente diferentes. La primera (aprox. 2 ha) se desarrolló a partir del asentamiento ibérico y aunque no se ha identificado la red urbana se propone la existencia de un *decumanus maximus* que delimitaba este sector del ensanche posterior (Díaz *et al.* 2005). La segunda (aprox. 24,6 ha) se debe a la gran planificación urbana de finales del II a. C., a partir de la *ratio* mencionada de 1 por 2 *actus*. En la tercera área (aprox. 11 ha) se detecta un cambio en el ritmo urbano, aunque los pocos restos exhumados no permiten establecer una propuesta clara (Fiz 2004: 474;

Macias *et al.* 2007: 15-46). La definición urbana de este tercer sector puede obedecer a un ensanche intramuros cronológicamente posterior, quizás relacionado con las reformas cesarianas o augusteas, pero su estudio plantea numerosas dudas debido a la fuerte afectación histórica producida en las épocas moderna y contemporánea.

A esta sectorización hay que añadir la concepción actual sobre la zona portuaria extramuros (Macias 2004b) y la existencia de una importante laguna en el ensanche de finales del s. II a. C. La ubicación de una gran cantera durante el siglo XIX ocupando una extensión de 7 ha conlleva que la arqueología no permite reconstruir la red urbana en esta zona, pero la georeferenciación de la cartografía histórica proporciona una nueva perspectiva interpretativa apostando por la continuación de módulo republicano y por la presencia hipotética de otra puerta en la muralla (Fiz y Macias 2007). La interpretación urbanística a partir de la georeferenciación cartográfica permite comprender mejor la organización del área residencial intramuros comprendida entre las estructuras monumentales de la cima de la colina y la zona portuaria desarrollada en una bahía natural inferior. La ciudad residencial propiamente dicha nace en torno a los 15 msnm y asciende hasta los 45 m. Este hecho determinó claramente la planificación de la ciudad romana en base a terrazas de contención que salvarían la elevada pendiente que presentaba la ciudad (aprox. 7%). Sabemos que la zona urbana intramuros de la *Tarraco* fue paulatinamente abandonada a partir del siglo IV d. C., constituyendo un área posiblemente de uso mixto que mantuvo su estatus jurídico dado que quedó libre de usos funerarios. Así se recuperó la bipolaridad característica de la época republicana: una zona elevada y protegida desarrollada en torno a las estructuras del *Concilium Provinciae*, una zona central intermedia y un área portuaria inferior (Macias 2000b).

Esta división agourbana permaneció inalterable hasta entrado el siglo XIX, cuando el ensanche urbanístico *reunificó* de nuevo Tarragona y, sorprendentemente, con la misma disposición geográfica que la ciudad romana. De tal manera que las calles del siglo XIX mantienen la misma orientación que los *cardines* de finales del siglo II a. C. Esto debió ser así porque algunos de los elementos de terrazamiento de época romana, permanecieron, mutándose, a partir del siglo IV y hasta el XIX. Tras la desurbanización de Tàrraco el área residencial pasó a zona de cultivo, pero las antiguas estructuras se mantuvieron, bien como muros de margen o como límites de parcelas o caminos. Así las antiguas *viae* debieron permane-



Fig. 8.

cer como límites del catastro agrícola visigodo y medieval, porque así se pueden apreciar en el parcelario rustico de los siglos XVIII y XIX. Consecuentemente, el nuevo parcelario urbano trazado en el siglo XIX (fig. 8) mantiene parte de esta ordenación viaria, muy consecuente con la iluminación solar y el pendiente orográfico. La hipótesis de la continuidad de las trazas principales de la ciudad romana, *insulae* y *viae*, transformadas en límites parcelarios agrícolas que unían la cima de Tarragona con el puerto se sustenta en los datos georeferenciados de la cartografía histórica. Analizando este sector se aprecia la preeminencia de tres vías que, con mayor o menor precisión, se reflejan en la cartografía o grabados de los siglos XVI y XIX.

Estos tres caminos son coincidentes con tres de los *cardines* teóricos de la ciudad. El más oriental es claramente una reminiscencia del *cardo maximus* de la ciudad y fue, durante los periodos moderno y contemporáneo, la ruta de comunicación más importante entre la parte alta y el área portuaria. La cartografía

histórica también nos muestra coincidencias con los *decumani* permitiendo la reconstrucción de la *forma Tarraconis* en áreas afectadas por las canteras del XIX. El más obvio es un *decumanus* republicano, identificado en parte bajo el Teatro y que de acuerdo a la cartografía de 1800, se puede prolongar hasta un camino de conexión entre los llamados caminos *del Mig* y *dels Caputxins*. Éste mismo vial conducía a otro sendero, esta vez extramuros, que ha sido interpretado como una derivación de la *via Augusta* que, bordeando la costa, unía con la vía principal en dirección *Barcino*. Esta vía pasaba justo por debajo del anfiteatro, donde la arqueología muestra una pequeña área de necrópolis previa a su construcción.

## 6. PLANIMETRÍA ARQUEOLÓGICA DE TÁRRACO: FUTURO

Los años transcurridos desde la finalización de este SIA, añadido a que estábamos solo ante un pro-

totipo, y la increíble mejora de la tecnología en pocos años hacen que el sistema tenga que ser renovado y deban de implementársele nuevas funcionalidades. Tenemos que tener en cuenta que algunos requerimientos del sistema no fueron implementados o simplemente se pensó en otros cuando la construcción del programa estaba tan avanzada que se hizo inviable su modificación.

### 6.1. NUEVAS VERSIONES Y SOFTWARE LIBRE

En primer lugar es necesario un traspaso a nuevas versiones del software comercial utilizado desde un inicio, obteniendo así mejoras en la capacidad de gestión y exportación del *software* actualizado. Posteriormente, debe considerarse que la difusión continua de esta información, tanto a la comunidad científica como a la sociedad en general, es absolutamente imprescindible.

En contrapartida, también hay que tener en cuenta que la definición, construcción y rentabilización de un Sistema de Información de estas características destinado a la gestión de información patrimonial, y financiado con fondos comunes, debe poder ser utilizable por cualquier entidad pública o persona física. Esta premisa nos conduce al Software Libre, una nueva concepción que equilibra progresivamente la balanza de usuarios en un mundo dominado por las grandes empresas de *software*. La extensión de este fenómeno se fundamenta en la libertad del usuario sobre el producto una vez ha sido obtenido y que le permite usarlo, estudiar su funcionamiento, adaptarlo a sus necesidades, distribuir las copias, transformar el programa y hacer públicas tales mejoras de cara al resto de la comunidad. Libertades impensables con el software comercial, pero que presentan el lastre, mayor que en versiones comerciales, que no siempre está garantizada su continuidad temporal.

En nuestro caso, la aparición de GIS con gran difusión como GRASS o en nuestro país GVSig, ha permitido aliviar y difundir este software de manera gratuita entre la comunidad de arqueólogos. Particularmente defendemos este nuevo concepto informático, tal como se ha hecho por ejemplo desde el proyecto GVSIG desarrollado la Conselleria d'Infraestructures i Transport de la Generalitat del País Valencià (<http://www.gvsig.gva.es>;). Es destacable también la aportación de nuevas funcionalidades, a través del proyecto Sextante (<http://www.extantegis.com/>), aplicadas al mismo programa GVSIG pero esta vez bajo el impulso de la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente de la Junta de

Extremadura. Quizás éste es uno de los ejemplos más claros que caracterizan al Software Libre.

En el caso de Tarragona en particular o Cataluña en general, deberían ser las distintas instituciones quienes adopten una actitud específica que, en todo caso, debería abogar por una metodología de documentación y una plataforma de *software* unitaria.

El tiempo ya transcurrido desde los inicios del Software Libre, la enorme difusión planetaria que ha tenido y la apuesta de algunas instituciones estatales abren un periodo de reflexión sobre la aplicación de esta opción en el diseño y creación de futuras versiones de *Hipodamo*.

### 6.2. NUEVAS FUNCIONALIDADES

Un aspecto a plantear en las nuevas versiones que se hagan del programa *Hipodamo* es en el nivel de información hasta el que se pretende llegar. Actualmente se contemplan únicamente las estructuras arqueológicas con fases de uso. Metodológicamente es posible llegar al nivel de Unidad Estratigráfica o Unidad Funeraria. Tal aproximación sería deseable, pero las peculiares características en las que nos encontramos y de las que ya hemos hablado obligan a realizar esta reflexión. Podríamos plantearnos la realización y desarrollo de un Software Libre que cubriera estas funciones y fuera repartido entre las empresas de arqueología y el colectivo de arqueólogos. Estos elaborarían memorias y presentarían resultados siguiendo estándares de trabajo, permitiendo así la fácil integración posterior de la información.

De todos modos entre las nuevas funcionalidades está la mejora en la funcionalidad de consulta de las parcelas intervenidas, basándose en criterios de recuperación por palabras clave (como por ejemplo: termas, depósitos, cloacas, etc.) o por periodos cronológicos. Otro apartado a tener en cuenta es la incorporación al sistema de la información correspondiente a elementos arquitectónicos, epigráficos y escultóricos. En la primera versión se tuvo en cuenta pero no llegó a ser materializado.

Por último consideramos esencial la elaboración de funciones que faciliten la creación de Cartas de Riesgo y de Potencialidad Arqueológica y que permitan valorar la pérdida o erosión de los depósitos arqueológicos. Además de poder prever cual es el volumen del paquete estratigráfico que aún queda en la ciudad de Tarragona. Pueden elaborarse, en función de las intervenciones ya realizadas en parcelas actualmente edificadas, funciones para la visualización *on-line* de la situación actual del volumen ar-

queológico. El registro de cotas arqueológicas por fases permitirá la comparación entre diversas parcelas adyacentes de tal manera que podamos saber cual pueda ser el potencial estratigráfico aún remanente.

### 6.3. DIFUSIÓN EN LA RED: INTERNET

Nos parece sugerente que cualquier proyecto de futuro de la Planimetría Arqueológica de Tarragona sea difundido a través de Internet. Esta es una herramienta de conocimiento provocadora de una auténtica revolución, no solo tecnológica sino también cultural y social aún de difícil evaluación. La difusión de datos y resultados destinada a comunidades científicas y públicas es uno de los aspectos esperados de un aplicativo de estas características. Arqueólogos, constructores, entidades públicas y privadas han de tener acceso de una manera rápida, y actualizada, de la información registrada en el SIA futuro.

Ejemplos estatales en la difusión de estos contenidos podemos encontrarlos en el *Mapa Arqueològic de Sabadell* (Carlus, Terrats y Vicente, 2007). Este proyecto desarrollado desde el *Museo d'Història de Sabadell* permite la presentación, sobre una «interfície» de enorme difusión como es GoogleEarth, de las parcelas urbanas asociadas a la intervención y las fichas que las documentan. Cada una de éstas se identifica por un icono que representa un periodo cronológico. La forma de distribución es mediante un CD o descarga a través de la web.

Es posible dar un paso más, previendo formatos de presentación de datos similares, pero acompañándolos de las estructuras arqueológicas e información fotográfica. Además, y teniendo en cuenta las capacidades crecientes de este entorno de gran difusión, los restos arquitectónicos pueden ser representados en 3D. Esta solución presentaría solamente dos informaciones como capas: las fichas de intervención, y los restos arqueológicos. Añadir que se han realizado pruebas, sin publicación en la red aplicando sólo transformaciones en la proyección de las coordenadas de localización. Los resultados positivos obtenidos hacen que esta sea una opción a tener en cuenta en futuros proyectos de difusión de los datos de la Planimetría Arqueológica de Tarragona.

Otra forma de difusión utiliza los recursos de publicación en Internet que proporciona el software GIS. El esfuerzo de éstas por hacer sus datos intercambiables entre diversos sistemas hace que podamos usar específicamente para Internet el programa que más pueda adecuarse a nuestras características (ArcIMS de ESRI o MapGuide de AutoDesk, entre otros).

### BIBLIOGRAFÍA

- ARLOW, J.; NEUSTAD, L. (2006): *UML2 and the Unified Process*, Madrid.
- AQUILUÉ, X.; DUPRÉ, X.; MASSÓ, J. y RUIZ DE ARBULO, J. (1991): *Tarraco. Guia Arqueològica*, Tarragona.
- CARLUS, X.; TERRATS, N. y VICENTE, O. (2007): *Mapa Arqueològic de Sabadell*, [cd-rom], Sabadell.
- CASANOVAS, J. y QUÍLEZ, F. M. (2006): *El viatge a Espanya d'Alexandre de Laborde (1806-1820)*, Barcelona.
- CHEN, P. P. (1988): *E.R. Designer Referent Manual*, Oxford.
- CORTÉS, R. (1987): «Los foros de Tarraco», *Los Foros romanos de las provincias occidentales (Valencia 1986)*: 9-24.
- CORTÉS, R. y GABRIEL, R. (1985): *Tarraco: recull de dades arqueològiques*, Barcelona.
- DÍAZ, M.; MACIAS, J. M. y TEIXELL, I. (2005): «Intervencions al carrer Sevilla núms. 12-14. Noves dades per a l'evolució urbana del *Casc Antic* de Tàrraco», *Butlletí Arqueològic*, 26: 47-103.
- DUPRÉ, X. (2001): «Usi e abusi delle testimonianze storiche nella città di Tarragona (spagna)», en RICCI, A. (a cura de), *Archeologia e urbanistica, International school in Archaeology*, 199-220, Siena.
- 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: 111-122.
- FIZ, J. I. (2004): *FORMA TARRACONIS?: La aplicación de nuevas tecnologías para una restitución planimétrica de Tarraco*, tesis doctoral (UdL, dirección J. Ruiz de Arbulo).
- FIZ, J. I. y MACIAS, J. M. (2004): «El port modern i la nova població de la Marina», en MACIAS, J. M. (ed.), *Les termes públiques de l'àrea portuària de Tarraco. Carrer de Sant Miquel de Tarragona, Documenta 2*: 14-20.
- FIZ, J. I. y MACIAS, J. M. (2007): «Forma Tarraconis? GIS use for urban archaeology», en FIGUEIREDO, A.; VELHO, G. (ed.), *The World is in your eyes, Proceedings of the XXXIII Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference (2005)*: 423-427.
- HERNÁNDEZ, E. y LÓPEZ, J. (2001): «Les fotografies de l'Arxiu Valentines a la R.S.A.T.», *Butlletí Arqueològic* 21-22: 19-63.
- MACIAS, J. M. (2000a): «L'urbanisme de Tàrraco a partir de les excavacions de l'entorn del Fòrum de la ciutat», en RUIZ DE ARBULO, J. (ed.), *Tàrraco 99. Arqueologia d'una capital provincial romana*: 83-106.

- MACIAS, J. M. (2000b): «Tarraco en la Antigüedad Tardía: un proceso simultáneo de transformación urbana e ideológica», en RIBERA, A. (ed.): *Los orígenes del Cristianismo en Valencia y su entorno*: 259-271.
- MACIAS, J. M. (2004a): «Arquitectura doméstica», en DUPRÉ, X. (ed.), Tarragona. *Colonia Iulia Urbs Triumphalis Tarraco*, Las capitales provinciales de Hispania 3: 73-81.
- MACIAS, J. M. (2004b): «L'àrea portuària de Tàrraco: noves aportacions i estat de la qüestió», en MACIAS, J. M. (ed): *Les termes Públiques de l'àrea portuària de Tàrraco*, Documenta 2: 161-171.
- MACIAS, J. M.; FIZ, I.; PIÑOL, L.; MIRÓ, M. T. y GUI-TART, J. (2007): *Planimetria Arqueològica de Tarraco*, *Atles d'Arqueologia Urbana de Catalunya 2*, *Treballs d'Arqueologia Urbana 1*, Documenta 5. Tarragona.
- MAR, R. y ROCA, M. (1998): «Pollentia y Tarraco. Dos etapas en la formación de los foros de la Hispania romana», *Empúries* 51: 105-124.
- MASSÓ, J. M. (2004): «Historia de la investigación», en Dupré, X. (ed.), Tarragona. *Colonia Iulia Urbs Triumphalis Tarraco*, Las Capitales provinciales de Hispania 3: 15-26.
- PENSABENE, P. y MAR, R. (2004): «Dos frisos marmóreos en la Acrópolis de Tàrraco, el templo de Augusto y el complejo provincial de culto imperial», en RUIZ DE ARBULO, J. (ed.): *Simulacra Romae. Roma y las capitales provinciales de occidente*. *Estudios arqueológicos*: 73-86.
- RIFÀ, A. (2000): «El Pla arqueològic de Tarragona. La Base de Dades», en RUIZ DE ARBULO, J. (ed.): *Tarraco 99: Arqueologia d'una capital provincial Romana* (1999): 287-290.
- RODRÍGUEZ, I. (2004): *Arqueología Urbana en España*, Barcelona.
- RUIZ DE ARBULO, J. (2002): «La fundación de la Colonia Tarraco y los estandartes de Cesar», en JIMÉNEZ J. L.; RIBERA, A. (coord.): *Valencia y las primeras ciudades romanas de Hispania*: 137-156, Valencia.
- RUIZ DE ARBULO, J. (2004): «El patrimonio Arqueológico en la ciudad contemporánea», *Anales de Arqueología Cordobesa* 15: 31-43.
- RUIZ DE ARBULO, J. y MAR, R. (1999): «Arqueología i Planificació Urbana a Tarragona. Tradició històrica i realitat actual», *Viure les Ciutats Històriques (1997)*, *Documents d'Arqueologia Clàssica* 2: 131-157, Tarragona.
- RUIZ DE ARBULO, J.; VIVÓ, D. y MAR, R. (2006): «El capitolio de Tarraco. Identificación y primeras observaciones», en VAQUERIZO, D.; MURILLO, J. F. (eds.): *El Concepto de lo provincial en el mundo antiguo. Homenaje a Pilar León*, Córdoba: 391-418.
- TED'A (1989): «Registro informático y arqueología urbana en Tarragona». *Archeologia e informatica, Quaderni dei Dialoghi di Archeologia*: 177-191.