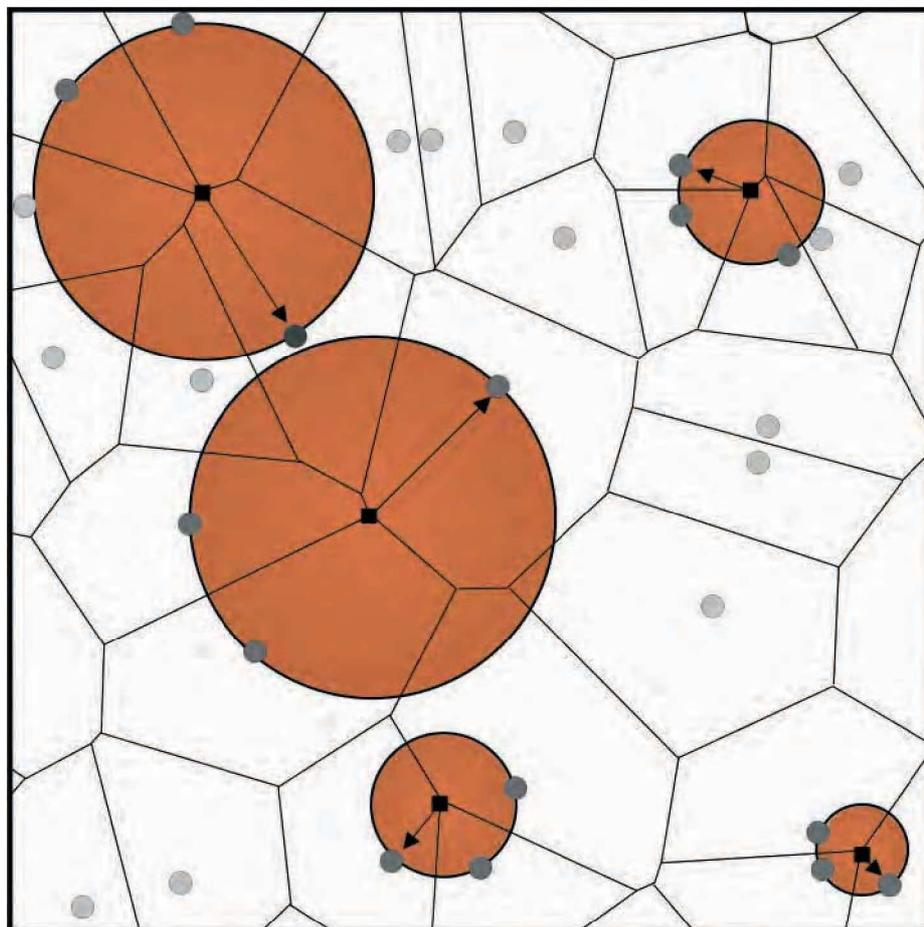


Victorino Mayoral Herrera
Sebastián Celestino Pérez
(eds.)

ANEJOS
DE
AESPA LIX



TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO DEL TERRITORIO

Actas del V Simposio Internacional
de Arqueología de Mérida



ANEJOS DE ARCHIVO ESPAÑOL DE ARQUEOLOGÍA

LIX

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO
DEL TERRITORIO

ANEJOS DE A ESPA

SERIE PUBLICADA POR EL INSTITUTO DE HISTORIA

Director: Francisco Pina Polo, Universidad de Zaragoza, España.

Secretario: Carlos Jesús Morán Sánchez, Instituto de Arqueología, CSIC-Junta de Extremadura-CCMM, Mérida, España.

Comité Editorial: José Beltrán Fortes, Universidad de Sevilla, España; Manuel Bendala, Universidad Autónoma de Madrid, España; Rui Manuel Sobral Centeno, Universidade de Porto, Portugal; Adolfo J. Domínguez Monedero, Universidad Autónoma de Madrid, España; Sonia Gutiérrez Lloret, Universidad de Alicante, España; Guadalupe López Monteagudo, Instituto de Historia, CSIC, Madrid, España; Pedro Mateos, Instituto de Arqueología, CSIC-Junta de Extremadura-CCMM, Mérida, España; Manuel Molinos, Universidad de Jaén, España; Ángel Morillo, Universidad Complutense, Madrid, España; Inés Sastre Prats, Instituto de Historia, CSIC, Madrid, España; Ricardo Olmos Romera, Escuela Española de Historia y Arqueología, CSIC, Roma, Italia; Almudena Orejas, Instituto de Historia, CSIC, Madrid, España; Isabel Rodà de Llanza, ICAC-Universidad Autónoma de Barcelona, España; Ángel Ventura Villanueva, Universidad de Córdoba, España.

Consejo Asesor: Juan Manuel Abascal, Universidad de Alicante, España; Michel Amandry, Bibliothèque Nationale de France, París, Francia; Xavier Aquilué, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Empúries, España; Javier Arce, Université Lille, Francia; Pietro Brogiolo, Università degli Studi di Padova, Italia; Francisco Burillo, Universidad de Zaragoza, España; Luis Caballero Zoreda, Instituto de Historia, CSIC, Madrid, España; Monique Clavel-Leveque, Université Franche-Comté, Besançon, Francia; Teresa Chapa, Universidad Complutense de Madrid, España; Filippo Coarelli, Università degli Studi di Perugia, Italia; Carlos Fabião, Universidade de Lisboa, Portugal; Carmen Fernández Ochoa, Universidad Autónoma de Madrid, España; María Paz García-Bellido, Instituto de Historia, CSIC, España; Carmen García Merino, Universidad de Valladolid, España; Pierre Gros, Université Aix-Marseille, Francia; Simon Keay, University of Southampton, Reino Unido; Pilar León, Universidad de Sevilla, España; Pierre Moret, Université Toulouse, Francia; Domingo Plácido, Universidad Complutense de Madrid, España; Sebastián Ramallo, Universidad de Murcia, España; Thomas Schattner, Instituto Arqueológico Alemán, Madrid, España; Armin Stylow, München Universität, Alemania; Giuliano Volpe, Università degli Studi di Foggia, Italia.

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



Algunos de los participantes del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida sobre Sistemas de Información Geográfica y Análisis Arqueológico del Territorio. Noviembre de 2007.

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	
I. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA	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 ORENCO, 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	
II. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO DEL TERRITORIO	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 CARME 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 MARTIN 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 península 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 AGUILELLA 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 SANCHEZ	
 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 ^a . 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. SAÍZ, M. FARJAS, 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. ^a 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 JESUS IGNACIO JIMENEZ 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	

LA APLICACIÓN DE LOS SIG EN EL SISTEMA DE REGISTRO ARQUEOLÓGICO DE LA PLAZA VELARDE DE SANTANDER

POR

JOSÉ MANUEL IGLESIAS GIL y JESÚS IGNACIO JIMÉNEZ CHAPARRO

RESUMEN

El principal objetivo del presente artículo es presentar el Sistema de Registro Arqueológico utilizado en la Excavación Arqueológica que se realizó en la Plaza Velarde (Santander, Cantabria). Trataremos de mostrar cómo los SIG una manera eficiente para gestionar esta información y analizarla. El registro Arqueológico, y en concreto el de las excavaciones de arqueología urbana, está formado por grandes cantidades de información, tanto datos alfanuméricos como espaciales. La necesidad de recoger de forma detallada y precisa toda la información referente a un yacimiento durante su excavación implica la elaboración de un sistema de información rápido y eficaz. Los Sistemas de Información Geográfica son herramientas que integran ambos tipos de información y permiten su almacenamiento, gestión y análisis. A continuación se presentan los rasgos básicos del diseño metodológico de uso de los SIG como herramienta de gestión del registro arqueológico, aplicado al caso concreto de la Excavación Arqueológica de la Plaza Velarde de Santander. En esta intervención los labores de registro y procesado informático de los datos acerca de las evidencias arqueológicas y su contexto espacial se han realizado de manera simultánea a la propia excavación, en función de las posibilidades disponibles. Por ello, hemos optado por el uso de los SIG como herramienta más adecuada para llevar a cabo la gestión del registro arqueológico.

La utilización de tecnologías SIG en una excavación obliga al empleo de métodos de captura de datos georreferenciados y el uso de sistemas estandarizados de referenciación espacial nos permite la utilización de datos provenientes de diversas fuentes, así como la integración de los registros provenientes de otras intervenciones. Este sistema no requiere de un complicado proceso de aprendizaje ni de usuarios con conocimientos de SIG para la introducción de datos. Se pretende desarrollar este sistema mediante el uso de herramientas de software de uso generalizado y rutinas de uso simples y fácilmente asimilables por usuarios no expertos. El presente trabajo pretende mostrar la metodología empleada para la realización de la gestión de la información arqueológica mediante el uso de tecnologías SIG, Diseño Asistido por Ordenador y métodos de captura de datos georreferenciados y cómo esto posibilita un tratamiento y gestión de la información rápida, eficaz y precisa.

SUMMARY

The main aim of this paper is to present the Archaeological Registration System used in the archaeological excavation that is being performed in Velarde Square (Santander, Cantabria). We will try to show how the GIS are an efficient way for managing the information and for analyzing it. Archaeological registration and, specially, the one related to Urban Archaeology, is formed by large amounts of alphanumeric and spatial information. The need of taking in a detailed and precise way all the information referred to a site during its excavation involves the elaboration of a quick and efficient informational system. Geographical Information Systems are tools which integrate both kinds of information and let their storage, management and analysis. Next we present the main traces of the methodological design for the use of GIS as a management tool in the archaeological registration, used in the specific case of the Archaeological excavation of the Plaza de Velarde in Santander. In this intervention the tasks concerning registration and computer processing of the data taken from the archaeological evidences and their spatial context have been made at the same time that the own excavation, depending on our possibilities. Because of that, we chose the use of GIS as the most adequate tool for the management of the Archaeological recording.

The employ of GIS technology in an excavation leads to applying methods for capturing georeferenced data. The use of standard systems for spatial references let us taking data from different sources, as well as the integration of others taken from different interventions. This system does not require a complicated learning process or users with a knowledge of GIS for the data introduction. This system is intended to be developed by the use of software tools of generalised employment and easy routines readily assimilated by non-specialised users. This work tries to show the methodology used for the management of the archaeological information with GIS technologies, computer assisted design and georeferenced data capturing methods and the way it provides fast, effective and accurate treatment and management of information.

PALABRAS CLAVE: Cantabria, arqueología urbana, UTM, CAD, ESRI, ArcGis, Access, cartografía.

KEY-WORDS: Cantabria, urban archaeology, UTM, CAD, ESRI, ArcGis, Access, cartography.

Departamento de Ciencias Históricas. Universidad de Cantabria. Edificio Interfacultativo. Avenida de Los Castros s.n. 39006 Santander. Cantabria. E-mail: iglesijm@unican.es

Coordinador del proyecto de Excavación Arqueológica de la Plaza Velarde. Camino de los Castaños n. 34. La Fresneda (Siero). 3342 ASTURIAS. E-mail: j.ignacio.jimenez@chapparro@gmail.com

1. LA PLAZA VELARDE DE SANTANDER, UN YACIMIENTO PARA EL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LA CIUDAD

El objetivo de este estudio es presentar el sistema de registro arqueológico empleado en la inter-

vencción arqueológica en curso de ejecución en la Plaza Velarde de Santander y como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta eficaz para llevar a cabo la gestión de esta información y el análisis de la misma. No obstante, nos parece imprescindible dar a conocer someramente el yacimiento para poder entender cómo se ha realizado el registro de los datos provenientes de esta excavación. Por ello en este apartado pasaremos a mostrar, de manera sucinta, las características de dicho yacimiento así como los principales resultados obtenidos hasta el momento.

Como resultado de la realización de un Seguimiento Arqueológico de las obras de sustitución de la pavimentación de la Plaza Velarde de Santander, se pudo observar la existencia de una serie de estructuras constructivas. La presencia de estas estructuras coincidía con la zona que se presumía había sido ocupada por la muralla de la villa medieval de Santander. Por esto motivo, la dirección de dicho seguimiento arqueológico, llevada a cabo por José Manuel Iglesias Gil, solicitó las autorizaciones administrativas necesarias para acometer una intervención arqueológica de mayor entidad. El objetivo de dicha excavación arqueológica era determinar la naturaleza de dichas estructuras así como el estudio del espacio circundante. Estos trabajos se realizaron mediante un convenio de colaboración entre el Excmo. Ayuntamiento de Santander y del Departamento de Ciencias Históricas de la Universidad de Cantabria. Dicha intervención se enmarcó inicialmente en un proyecto de arqueología urbana más amplio denominado «Seguimiento arqueológico de las obras a realizar en las plazas de Alfonso XIII, Velarde y Plaza del Príncipe de Santander» y con posterioridad en un proyecto más concreto, limitado a la citada plaza y denominado «Excavación Arqueológica en la Plaza Velarde de Santander». En concreto la excavación arqueológica se limita al área de la plaza en la cual se había observado la aparición de posibles restos arqueológicos durante el seguimiento de las obras citadas anteriormente. Estas labores arqueológicas, que a la fecha de redacción de este texto no se han concluido, han arrojado una serie de resultados preliminares que nos permiten afirmar que dichas estructuras formaban parte de la muralla de la Puebla Nueva de la villa medieval de Santander, en un tramo comprendido entre las antiguas Puerta del Mar y el Portillo de Don Gutierre, así como del trazado urbano de Santander desde la época medieval hasta el presente, incluyendo las calles de Tableros, Don Gutierre-La Blanca y Arcilleros (Fernández González, 2002).

El objeto del presente artículo consiste en mostrar cómo la utilización de las tecnologías de la información y, en concreto, de los Sistemas de Información Geográfica nos permite llevar a cabo un registro preciso, exhaustivo y completo de los elementos arqueológicos y de su contexto espacial. En la Plaza Velarde de Santander, el uso de las tecnologías SIG consiste en la elaboración de un sistema de registro arqueológico basado en los SIG y su aplicación a dicho yacimiento. Como se ha dicho anteriormente, esta excavación arqueológica se engloba dentro de un proyecto más amplio consistente en el seguimiento de las obras realizadas en tres plazas diferentes de la ciudad, todas ellas ubicadas en la misma zona del centro en el casco histórico de la ciudad de Santander. No obstante, el presente artículo se centra en la excavación arqueológica de la Plaza Velarde ya que es en ésta donde el uso de los SIG y su utilización en la gestión del registro arqueológico juegan un papel fundamental. Pese a ello pretendemos que los resultados obtenidos en los seguimientos arqueológicos de las plazas de Alfonso XIII y el Príncipe se reflejen en el sistema de registro. Pues nos parece de especial relevancia, la necesidad de registrar la información obtenida en las diferentes intervenciones arqueológicas que se realicen en el casco urbano de la ciudad y su inclusión en un mismo sistema de información que permita analizarlos de manera conjunta.

El yacimiento de la Plaza Velarde de Santander nos proporciona evidencias materiales de la evolución de la ciudad, su trazado urbano y su entramado social desde la época anterior a la urbanización de la Puebla Nueva de Santander hasta la actualidad, con la gran transformación sufrida por el espacio que hoy ocupa la plaza tras el incendio de 1941, que tan profunda huella dejó en el consciente colectivo de sus habitantes para conocer la sociedad santanderina de la Edad Media (Solórzano Telechea, 2002). Dicho yacimiento se sitúa en la esquina Sureste de la plaza, teniendo como límites sur y este los propios soportales de la plaza (que motivan que sea llamada comúnmente la Plaza Porticada). Ocupa una superficie rectangular de 450 m² aproximadamente, con 30 m de longitud en dirección norte-sur y unos 15 m en dirección Este-Oeste y cuyas coordenadas UTM generales son X 434906.6849, Y 4812652.0216 y una cota de 4.80 msnm, que se corresponden con el punto central del yacimiento.

A raíz de la realización de los trabajos arqueológicos de la Plaza Velarde, se ha podido observar la aparición de diversos elementos que conforman la fisonomía del espacio urbano de Santander desde época medieval hasta la actualidad. En este sentido

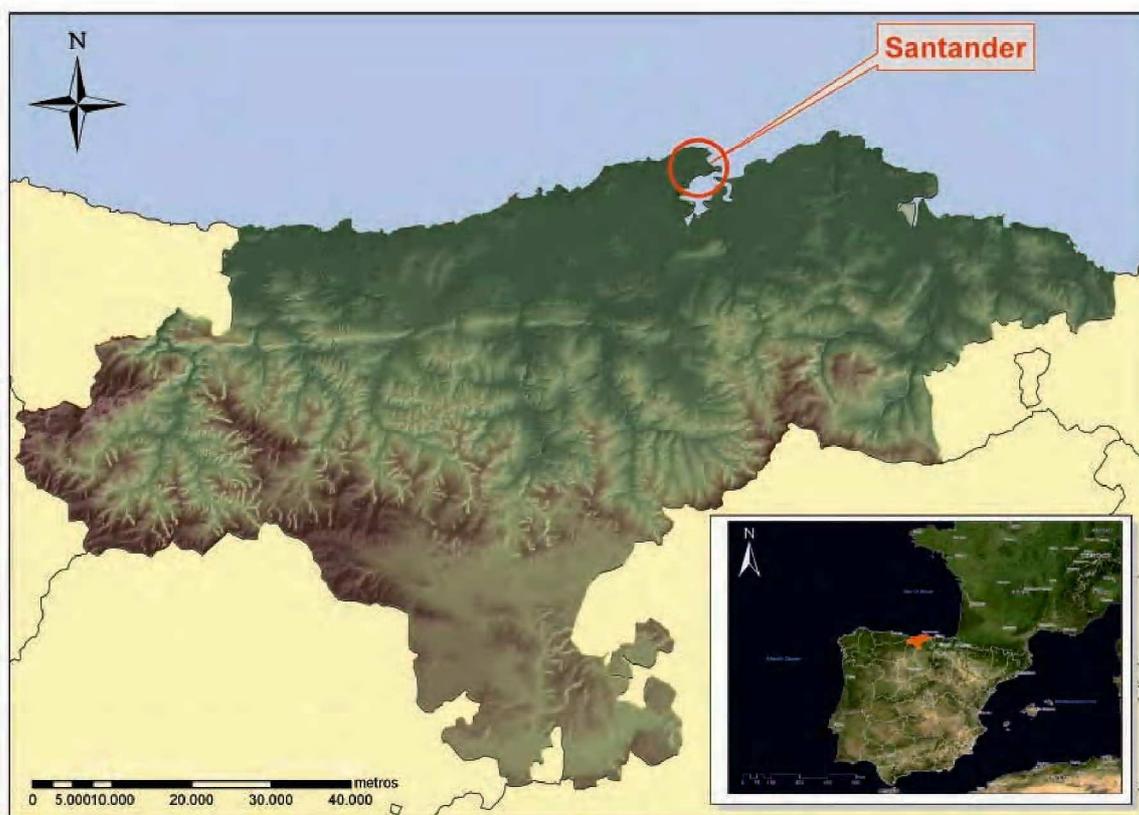


Fig. 1. Localización del yacimiento.

se han encontrado vestigios del Santander anterior al incendio de 1941, ya que fueron descubiertas una serie de estructuras pertenecientes a unos baños públicos situados en los sótanos del edificio de la Calle Tableros n. 5, en la esquina con la calle La Blanca. Igualmente se ha podido observar partes del trazado urbano de época moderna, siendo evidente la presencia de diversas canalizaciones pertenecientes al entramado de desagües de la zona, y cuyas cronologías van desde el siglo xv al siglo xx. La aparición de numerosos pavimentos, en su mayoría realizados con cantos rodados, nos muestra la estructura viaria presente en los alrededores del tramo de muralla estudiado, su dirección, pendiente, morfología, técnicas constructivas, etc.

El elemento arqueológico más relevante y de mayor monumentalidad que se hace presente en este yacimiento es la muralla medieval de la villa. Esta muralla, que en su estructuración perteneciente a la Puebla Nueva está fechada en torno a finales del siglo xiii y principios del siglo xiv fue derribada para acometer el ensanche de la ciudad hacia 1790. La necesidad de crecimiento de la ciudad motivó el pro-

yecto y realización de un ensanche a mediados del siglo xviii, este ensanche fue ejecutado en la última década de los noventa de ese siglo, siguiendo el proyecto de Agustín de Colosía.

Durante los trabajos realizados se ha descubierto un tramo de la muralla de la Puebla Nueva de la villa medieval de Santander. Este tramo de muralla, que sigue una dirección norte-sur aproximadamente, tiene 2,02 m de anchura en su testero y unos 2,30 m en la base de la zapata de cimentación y en su extremo norte y, prácticamente a la altura de la Puerta del Mar, realiza un giro en dirección noreste. El tramo de muralla conservado tiene una longitud de 21 m con una altura máxima de resto conservado de 3,50 m. Se trata de una muralla construida con mampuestos y sillares irregulares construida en dos fases, una primera fase de 1,20 m de anchura, realizada con una argamasa de cal y arena, en la cual abunda el componente de arena, y una segunda fase constructiva de 0,80 m de anchura cuya argamasa tiene un mayor presencia de cal. Procede dejar constancia igualmente que la muralla se encuentra enlucida en su cara exterior que da al este.

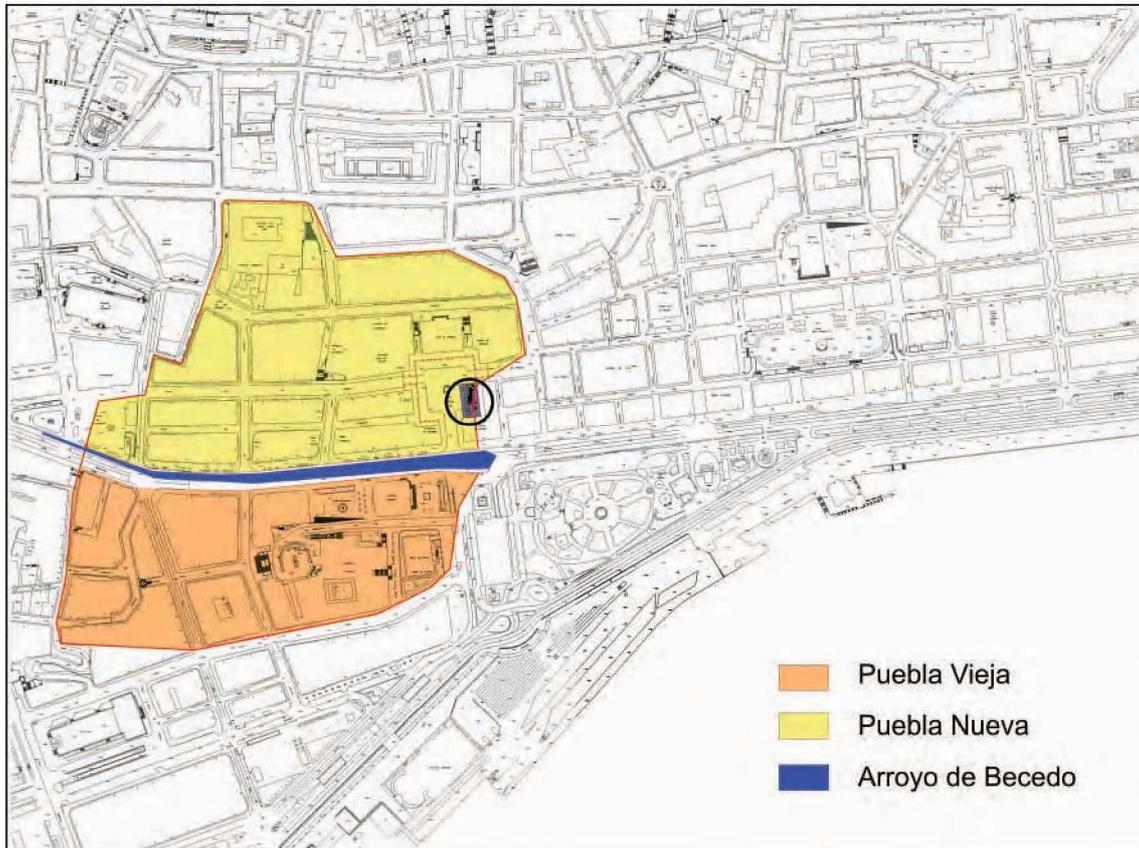


Fig. 2. Plano con el trazado hipotético de la muralla medieval de la villa de Santander y las Puebas Vieja y Nueva.

En el extremo norte del tramo de muralla hallado se puede constatar la aparición de parte de las estructuras que conformaban la Puerta del Mar de la villa medieval, en concreto del lateral de la misma situado más al sur ya que el resto de la puerta fue destruido por la construcción de los edificios de la Plaza en 1942 como resultado de la nueva urbanización del centro de la ciudad de Santander tras el incendio del año 1941. Esta puerta era el lugar de entrada y cobro de tributos de las mercancías que llegaban a Santander por el Muelle del Cay, ubicado en la zona contigua al tramo de muralla descubierto, por su lado Este. En los alrededores de la Puerta del Mar se han encontrado los restos de una escalera que servía para subir a la zona superior de la muralla. Tiene un ancho de 0,80 m desde la cara oeste de la muralla y el tramo conservado tiene una longitud de 5,40 m.

Paralelo a la muralla por su lado oeste y a una distancia de la misma de 1,50 m aproximadamente, discurre un alineamiento de piedras de gran tamaño. Esta estructura a modo de escollera ha sido interpre-

tada como un elemento de contención de tierras para la elaboración de una plataforma sobre la que elevar una edificación.

En las excavaciones se han exhumado materiales arqueológicos anteriores a la urbanización de este espacio y a su inclusión dentro del recinto de la villa. Se trata de cerámicas con decoración incisa, y jarritas de boca cuadrada, que nos sitúan en los siglos XI y XII. Es probable que, aunque el espacio correspondiente a la Puebla Vieja conformara el núcleo del poblamiento original del *Portus Sancti Emetherii*, e incluso del poblamiento romano del *Portus Iuliobrigensium*, el área de terreno que más adelante correspondió a la Puebla Nueva debió de estar destinada a otros usos, como el agrícola. Los materiales arqueológicos recuperados en las excavaciones de esta plaza santanderina nos aportan datos de las actividades comerciales de la villa. Las piezas cerámicas permiten confirmar la existencia de un comercio local o regional, a través de los fragmentos de cerámicas con decoración incisa y jarritas de

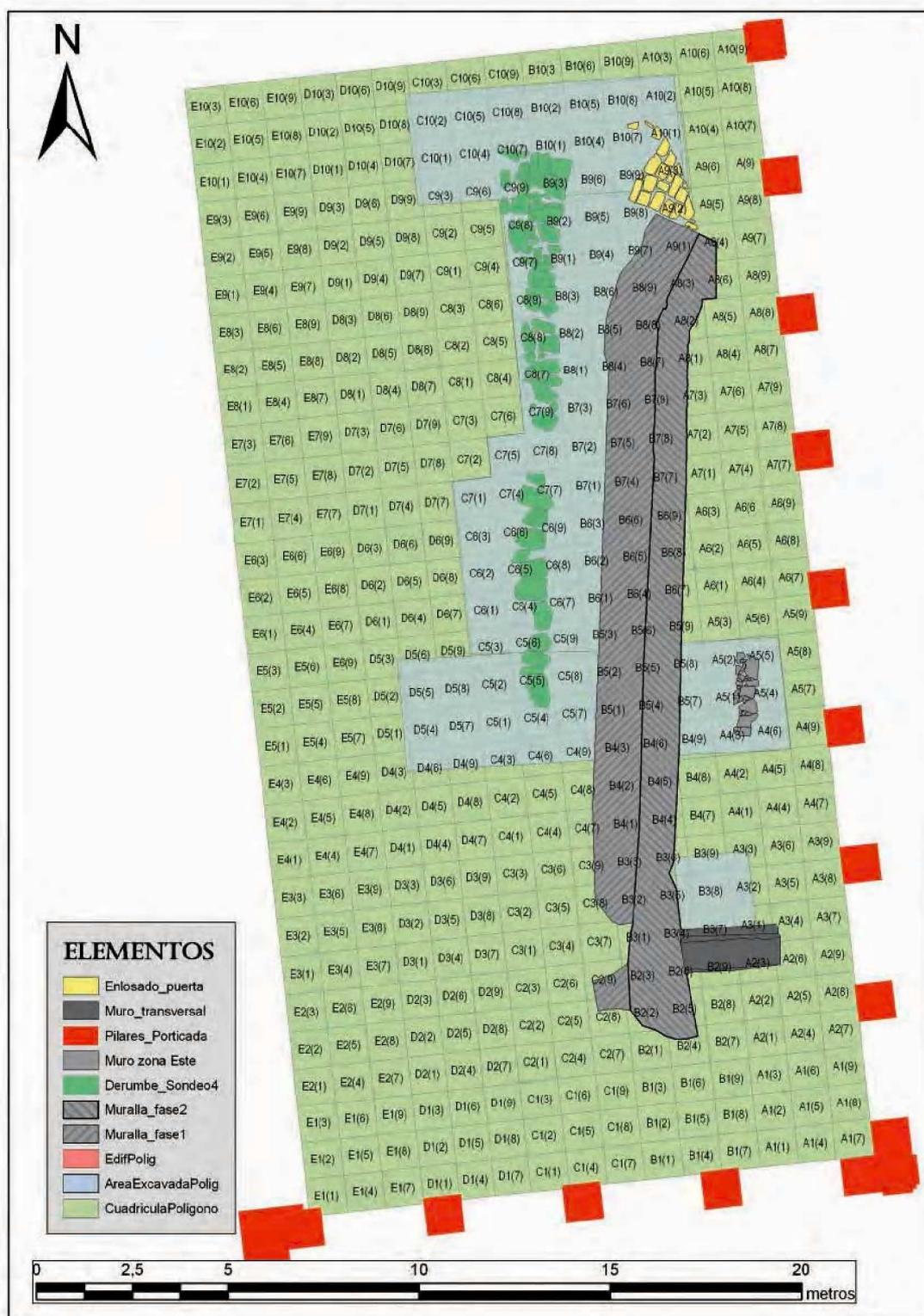


Fig. 3. Plano del yacimiento en el que se incluyen la cuadrícula de referencia y las zonas excavadas, así como la muralla, el pavimento correspondiente a la Puerta del Mar y la escollera de contención de tierras.

boca cuadrada, siendo la procedencia más probable para estas últimas el alfar de Santillana del Mar. Más interés nos proporciona el comercio exterior, con circuitos hacia la Península Ibérica y Europa. Así, se han recuperado materiales cerámicos andalusíes y franceses del siglo XIII, y pipas de cerámica de procedencia inglesa y holandesa de los siglos XVII y XVIII, entre otros materiales que denotan la existencia de un comercio a mayor distancia, especialmente orientado a la Europa atlántica.

2. LA ARQUEOLOGÍA URBANA «DE GESTIÓN» EN EL ESTUDIO DE LAS CIUDADES MEDIEVALES

Dentro de las fuentes de información que pueden ser empleadas en el estudio de las ciudades medievales, la arqueología se muestra como una de las vías más valiosas de obtención de información, tanto acerca de la conformación del espacio urbano como del tejido social (Gutiérrez González 2006). Esta, junto a otras fuentes de información debe enmarcarse dentro de estudios interdisciplinares que nos permitan conocer las evidencias de las actividades humanas, la evolución del tramado urbano de las ciudades medievales y su tejido social dentro de una evolución diacrónica (Ariaga Bolumburu 2002). La ocupación continuada e intensiva de los espacios que conforman los solares de nuestras actuales ciudades desde épocas pretéritas genera grandes cantidades de información arqueológica cuando se emprenden intervenciones en estos espacios. Por ello, el registro arqueológico de estas intervenciones se encuentra conformado por gran cantidad de datos, que pueden ser divididos en datos alfanuméricos e información espacial. Con el objeto de llevar a cabo una investigación eficiente, precisa y detallada, el registro arqueológico de las actuaciones de arqueología urbana debe obedecer a estas condiciones. Es en este punto donde los SIG se ofrecen como una herramienta adecuada para la realización de las tareas de creación y gestión de este registro arqueológico.

Estamos acostumbrados a escuchar y leer el término «Arqueología Urbana» equiparándolo al concepto de «Arqueología de Gestión», dando por hecho que dicha clase de arqueología sólo se motiva por intervenciones preventivas, de salvamento o controles de obra. Dada la utilización dichas expresiones, en ocasiones, de forma equívoca procedemos a realizar, a continuación, algunas matizaciones.

Es evidente que la primera precisión que debemos hacer es definir el propio concepto de arqueología

urbana como «la práctica de la arqueología en las ciudades actuales cuando el objeto de la investigación es su propio tejido social y urbano, reconstruyendo su formación a través del tiempo, desde sus orígenes hasta la actualidad». Esta definición es aceptada en el Congreso Internacional de Arqueología Urbana de Tours de 1980 y ha sido aceptada de forma generalizada (Rodríguez Temiño 2004: 59). La intervención arqueológica en la Plaza Velarde de Santander, nos permite conocer la evolución diacrónica de la villa medieval santanderina, desde los momentos previos a la urbanización del espacio en el que se asienta el yacimiento en los siglos XII y XIII hasta la conformación de su actual fisonomía, con la construcción de la actual plaza a partir de 1942. No se trata tan sólo de una excavación arqueológica dentro del casco urbano de la actual ciudad de Santander, sino que, gracias a los hallazgos materiales provenientes de la misma y al estudio del contexto arqueológico de este yacimiento, podemos dar respuesta a algunas de las preguntas históricas que se han venido planteando acerca de la evolución de Santander.

Además, en este caso es especialmente interesante el hecho de que se acometa una investigación arqueológica dentro del casco histórico de Santander, ya que es la primera que se lleva a cabo en el siglo XXI, pues tan sólo se ha realizado anteriormente una excavación arqueológica en los años ochenta del pasado siglo, en la Iglesia del Cristo en el subsuelo de la catedral santanderina, y no existe una tradición de ejecutar seguimientos arqueológicos en el casco histórico de Santander. Las noticias arqueológicas de la muralla de la Puebla Nueva se remontan hasta hace unos cincuenta años, con el derribo de un tramo al construir el edificio situado en la esquina entre las calles de Juan de Herrera e Isabel II y la más reciente tiene su origen en el año 2001, con motivo de las obras en el solar situado entre las calles Francisco de Quevedo y Rualasal. En este último emplazamiento se descubrió parcialmente la torre de la muralla que custodiaba la Puerta de la Sierra, la cual debió de dar nombre a la cercana calle del Cubo, muralla que confirma su continuidad bajo el pavimento de la calle Francisco de Quevedo. Concretamente, en la Puebla Nueva, entre las calles de don Gutierre y Arcilleros, al este, y paralela a la calle de Tableros, se encontraba el lienzo de muralla objeto de la intervención arqueológica a la que se alude en este artículo.

En este punto creemos necesario hacer una mención a la diferencia que se hace habitualmente entre arqueología de investigación y arqueología de gestión. «Como efecto del centramiento en los mecanis-

mos de gestión, durante estos procesos de fijación de los contenidos de la gestión aplicada a la arqueología urbana, paulatinamente se marcará mayor distancia entre gestión e investigación. De hecho es frecuente oír la expresión «arqueología de gestión» como algo opuesto a la investigación. Esta separación irá agudizándose hasta llegar a considerarse dos mundos diferentes, y a menudo enfrentados. Sus consecuencias se han revelado como los obstáculos más severos a los que debe hacer cara una tutela racional del patrimonio arqueológico» (Rodríguez Temiño 2004: 73). Debemos ser conscientes de que arqueología es siempre arqueología y por lo tanto una ciencia que estudia el pasado de las sociedades a través de sus restos materiales, sea cual sea la motivación de las intervenciones realizadas. La realización de diferenciaciones entre diversos tipos de arqueología, es artificial y en ocasiones interesada. En todo momento el rigor metodológico debe estar presente en las intervenciones arqueológicas. Por ello, cuando usemos dicho término, no haremos referencia a esa diferenciación, sino que será más bien una mención al motivo por el cual se emprendió una intervención arqueológica, bien por un proyecto de investigación o por la necesidad de salvaguardar un documento histórico ante la posibilidad de su destrucción. En especial dentro de la arqueología urbana, suele abundar la vinculación de una con otra, llegando a parecer que la arqueología urbana se nutre casi exclusivamente de la llamada «arqueología de gestión». Esto implica una serie de condicionantes habitualmente admitidos en algunos círculos a cerca de la imposibilidad de llevar a cabo un registro arqueológico pormenorizado, detallado y preciso en las intervenciones de arqueología de urgencia que, de manera ineludible lleva a una reducción sensible de la calidad de la información obtenida y a que esas intervenciones sean tratadas como meros expedientes de obra a cubrir. La dignificación de la profesión arqueológica pasa, en primer lugar, por la calidad de los trabajos realizados y los resultados científicos de las actuaciones realizadas.

Es evidente que la necesidad de rapidez y la inminencia, en muchos casos, de la amortiguación de los restos aparecidos no debe ser utilizada a modo de excusa para la relajación de los esfuerzos dedicados a la obtención de un registro arqueológico detallado y preciso. Más bien debe ser la razón por la cual estamos obligados, a la hora de llevar a cabo intervenciones de esta naturaleza, a la obtención de unos datos lo suficientemente completos y precisos para posibilitar la relectura del yacimiento a través del registro de manera que no se pierda parte del docu-

mento histórico que representa. Por ello este registro debe emplear las herramientas más adecuadas para la elaboración de esta documentación, y es en este punto donde los SIG pueden desempeñar un papel fundamental, al permitirnos una recogida y procesamiento de los datos precisa y sobre todo rápida, algo tan necesario en este tipo de intervenciones. Si bien el coste que supone la utilización de estas tecnologías por los arqueólogos a nivel es elevado, tanto económico como de aprendizaje, pensamos que el interés creciente que despierta en la comunidad arqueológica y la progresiva generalización de su utilización motiva a pensar que en un futuro no será insalvable.

Las intervenciones arqueológicas realizadas en las ciudades se deben enfrentar a una serie de complejidades añadidas por el mero hecho de formar parte del espacio urbano, con ocupaciones ininterrumpidas desde momentos preurbanos, en algunos casos, hasta la actualidad. Esta continuidad de la reurbanización de los momentos de ocupación, unido a la intensidad del ritmo de las transformaciones que sufren el espacio urbano, provoca una serie de especificidades, que si bien no son exclusivas de los yacimientos urbanos, si se dan de manera generalizada en éstos. Los espacios actuales, solares urbanos, no tienen porqué coincidir con los de etapas pasadas, y un caso evidente es la transformación sufrida por el espacio que abordamos al final de este artículo, ocupado por la Plaza Velarde y en el que antes de 1941 se ubicaban las calles de La Blanca, Tableros, Calleja de Tableros, Arcilleros y Don Ivanés, además de la propia muralla y la calle Herrerías al exterior. Por esta razón toma vital importancia la estandarización de la información y su unificación en sistemas capaces de integrar datos provenientes de diversas fuentes e intervenciones, que pueden estar en constante actualización. El uso de los SIG y los sistemas de georreferenciación en el registro arqueológico de las intervenciones urbanas nos ofrece la posibilidad de cumplir esas demandas.

La gran intensidad en la ocupación de los espacios urbanos desde épocas pasadas hasta nuestros días con ciudades modernas superpuestas a otras de épocas anteriores provoca la existencia de un amplio número de superposiciones de estructuras y relaciones entre ellas (anexo de muros para albergar canalizaciones, reaprovechamiento de estructuras más antiguas en construcciones más modernas, destrucción parcial de estructuras y su uso como rellenos de otros espacios, etc.). Igualmente se produce gran cantidad de procesos postdeposicionales, de carácter antrópico en su mayoría, que provocan alteraciones en la sedimentación arqueológica, por ello las estrategias

de las intervenciones urbanas suelen presentar una gran complejidad. Los diferentes condicionantes provocan la necesidad de gestionar grandes cantidades de datos alfanuméricos y espaciales, relacionarlos entre sí y analizarlos, y es en este aspecto donde la utilización de tecnologías SIG, como gestoras del registro arqueológico, constituye una gran ayuda en las labores de las intervenciones arqueológicas, tanto para quienes excavan el yacimiento como de los que quieran acceder a los datos posteriormente.

3. LOS SIG AL SERVICIO DE LA ARQUEOLOGÍA, MODELIZACIÓN DE LA REALIDAD

Hoy el uso de los SIG no está muy difundido entre los arqueólogos, en la gestión del patrimonio arqueológico, y, en algunos casos, ni siquiera en las administraciones. Los SIG representan un presente en la arqueología que conlleva ventajas de uso como herramienta tecnológica « los Sistemas de Información Geográfica, ... , se han posicionado como una tecnología básica, imprescindible y poderosa para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente georreferenciados» (Moreno Jiménez 2005: 4). Esta realidad, que ya existe en otras disciplinas, cada vez adquiere más peso en la arqueología.

En esta línea es necesario entender el uso de los SIG en la Arqueología como una herramienta para manejar los datos provenientes de las intervenciones arqueológicas, tanto de los hallazgos de las mismas como de su contexto espacial. No se trata, por tanto de un fin en sí mismo, sino de un medio al servicio de la investigación arqueológica, para dar respuesta a los interrogantes que éste se plantea. «La primera pregunta que todo usuario potencial de los SIG se debe hacer es en qué medida una respuesta informática con estas herramientas puede solucionar su problema concreto» (Espigado y Baena 1997: 37.).

Pueden los Sistemas de Información Geográfica ser una herramienta válida para la gestión del registro arqueológico. De qué manera. ¿Cuál podría ser una metodología válida para ello. Son éstas las preguntas a las cuales pretendemos dar respuesta brevemente en este artículo. En primer lugar vamos a analizar las ventajas que nos proporciona la utilización de los SIG en Arqueología, así como sus posibilidades de uso. Tras esto pretendemos explicar cómo los SIG pueden ser aplicados al caso concreto que nos ocupa, la excavación de la Plaza Velarde en Santander.

La utilización de los SIG en la arqueología aporta una serie de rentabilidades que van desde la rapidez en la captura de datos y su georreferenciación, hasta la capacidad de analizar esa información y elaborar representaciones de la misma, pasando por la integración de datos diversos en un mismo sistema de información, la consulta de los mismos y su racionalización. Estos beneficios han sido expuestos por Fernández Cacho y García Sanjuán (2003: 3). No pretendemos incidir más en la relación de estas ventajas, pues entendemos que hoy en día están de sobra asumidos los beneficios de la incorporación de este tipo de tecnologías a los trabajos arqueológicos.

4. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL USO EN ARQUEOLOGÍA URBANA

La necesidad de generar un registro arqueológico lo más detallado y preciso posible hoy en día no necesita ser explicada, por evidente. Lo que sí puede ser necesario hoy en día es justificar la dedicación de recursos a esta labor. Muchas veces, y en la llamada arqueología urbana de gestión se da con frecuencia, la falta de tiempo y medios materiales que lleva a una pérdida de rigurosidad en la elaboración de este registro (en la mayoría de las ocasiones, por no decir casi todas, motivada por causas ajenas a los arqueólogos responsables de las mismas). Además, con frecuencia «puede darse el caso de que el excavador se vea imposibilitado para escribir la memoria de excavación», es decir, sea un mero recopilador de datos, pero no tenga la posibilidad de analizarlos. «Ante esta desafortunada circunstancia, si el registro ha sido bien llevado, al menos quedará el archivo de la información básica que permitirá a otro arqueólogo seguir adelante con el proceso» (Harris 1991: 200). Extrapolando esto a la realidad de la arqueología de hoy día, debemos constatar que las intervenciones de urgencia o salvamento se suelen limitar a una recogida de la información y a unas conclusiones sucintas, la investigación pormenorizada es llevada a cabo, con frecuencia, por otros investigadores diferentes a los excavadores. Por ello procede poner en relevancia la elaboración de registros detallados, siendo además especialmente aconsejable la estandarización del formato en el que estos registros son elaborados, regulación que entendemos pertenece a las administraciones competentes en materia de patrimonio.¹ Es en este punto donde los SIG se mues-

¹ En España podemos encontrar ejemplos notables a nivel municipal en Córdoba, Tarragona, Mérida, o a nivel autonómico en Madrid y Andalucía... por citar sólo algunos ejemplos.

tran como una herramienta de gran utilidad, debido a las ventajas que pueden aportar a la arqueología.

Uno de los problemas principales al que hay que enfrentarse a la hora de emplear los SIG en la gestión del registro arqueológico es el de su coste. No se trata tanto del coste económico, que cada vez es menor gracias al abaratamiento de las tecnologías y la generalización del software libre, sino del coste inherente a la curva de aprendizaje del proceso de formación de los propios arqueólogos en el uso de estas herramientas. Por ello en este artículo pretendemos exponer una serie de rutinas de uso que minimizan la necesidad de contar con arqueólogos experimentados en el uso de SIG. Esto se puede conseguir mediante el establecimiento de métodos de entrada de datos sencillos, basados en herramientas de uso generalizado entre los arqueólogos y con rutinas fácilmente asimilables. A este respecto, como explicaremos más adelante, la entrada de información mediante su inclusión en la base de datos facilita la tarea de recogida e inclusión de la información en el sistema de registro. A su vez, la captura y edición de los datos espaciales mediante programas de CAD nos permite un ágil tratamiento de los mismos.

Coincidimos con Carandini pues «la excavación es un proceso largo y arduo, y sólo la documentación analítica de las unidades estratigráficas y su recomposición en la reconstrucción ideal pueden reparar el daño de la destrucción que aquella inevitablemente conlleva» (Carandini 1997: 19). Esta reflexión de Carandini nos sirve para ilustrar el objetivo que se persigue en la intervención arqueológica, con respecto a la gestión del registro. Éste consiste en llevar a cabo la documentación de las evidencias arqueológicas de la manera más precisa, rápida y detallada posible. Se pretende, igualmente, prestar especial atención a la integración de los elementos arqueológicos en su contexto espacial y desarrollar una información que permita el posterior análisis de los datos obtenidos sin merma de la capacidad investigadora y de análisis. Entendemos que «la única manera de justificar y compensar la desaparición de un documento histórico», y es obvio decir que la excavación arqueológica conlleva esa destrucción, «es obtener, registrar y preservar la lectura del mismo» (Parcero Oubiña, Menéndez Fernández y Blanco Rotea 1999: 3-4). Tan sólo si hemos sido capaces de convertir la realidad histórica presente en un yacimiento en datos alfanuméricos y espaciales mesurables, podremos volver a construirlo de manera ideal mediante el análisis de la documentación obtenida. Es en este punto donde los SIG constituyen una herramienta de gran utilidad ya que el uso de los mismos permite una

documentación de mucha mayor calidad y precisión, además de posibilitar la elaboración de un conjunto de documentación detallada, completa y unificada, sin separación entre los elementos arqueológicos y su contexto espacial. La utilización de estas tecnologías nos permite modelar la realidad arqueológica «porque conviene subrayar, de entrada, que más allá de la simple aplicación informática, un SIG encierra un modelo de la realidad sobre el territorio, esto es, se trata de una auténtica representación que pretende reproducir el mundo en el ordenador, con vistas a unas finalidades concretas y, por tanto, de acuerdo con unas reglas o criterios definidos» (Moreno Jiménez 2005: 6). Procede prestar especial atención a esto último pues un SIG representa un modelo de la realidad en base a unos criterios determinados. En la medida en que la información es introducida en el SIG por nosotros, representa nuestro modelo de la realidad que procede valorar y tratar de acercarse lo más posible a la objetividad en la captura de los datos, aunque siempre existirá una subjetividad inherente a la interpretación que el arqueólogo hace de la realidad.

También buscando el uso de entornos de trabajo fácilmente manejables por usuarios no especializados, se ha diseñado el sistema de manera que la edición de la mayoría de los datos, alfanuméricos o espaciales, se realice previamente a la inclusión de los mismos en el software SIG (el software usado es ESRI ArcGis). De esta manera se pretende que los datos de registro puedan ser introducidos por aquellos arqueólogos que han realizado su toma de campo, evitando los errores provenientes de la falta de conexión entre la recogida de los datos en campo y su introducción en el sistema de registro. La ejecución de esta labor no necesita contar con usuarios especializados en el uso de los Sistemas de Información Geográfica para la introducción de los datos en el registro. La recogida de datos alfanuméricos acerca de los elementos arqueológicos se realiza mediante las clásicas fichas de materiales, muestras, unidades estratigráficas, etc. La información es introducida en una base de datos, que en nuestro caso es gestionada mediante el Software Access de Microsoft Office. Esta base de datos será posteriormente introducida en el SIG de manera que los elementos en ella contenidos se convertirán en los atributos pertenecientes a los elementos espaciales. Estos elementos espaciales, cuya topología es un punto, se generarán automáticamente a partir de las coordenadas del elemento, incluidas en la base de datos.

Los programas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD) nos permiten llevar a cabo de manera precisa y eficaz la introducción, y edición de la informa-

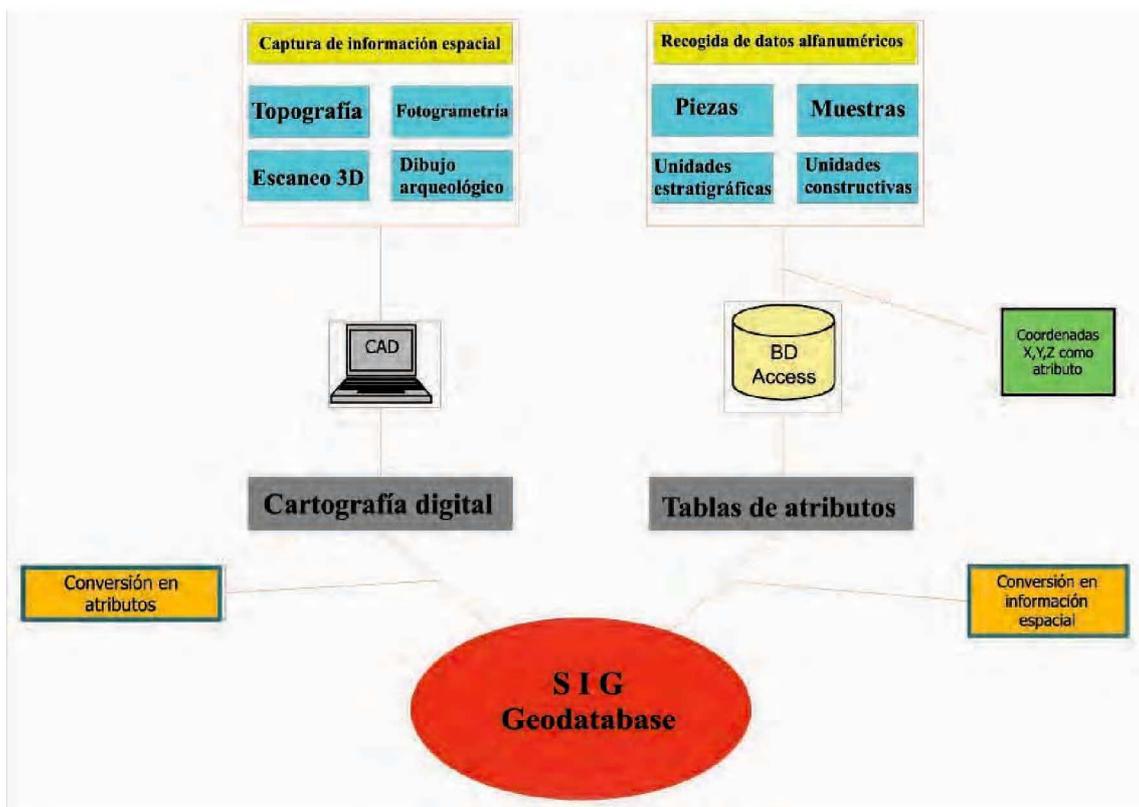


Fig. 4. Diagrama de flujo de la información, desde la captación de los datos hasta su inclusión en el Sistema de Registro Arqueológico gestionado mediante SIG.

ción espacial capturada en las intervenciones arqueológicas, así como la elaboración de cartografías y planimetrías a partir de la información recogida. Por este motivo hemos pretendido que la edición de esta información espacial se realice con anterioridad a su introducción en el SIG. Las interfaces de edición de información espacial en los *software* de SIG (y en concreto en ArcGis, que es el utilizado en este proyecto) no permiten un trabajo tan fluido como el que se puede realizar en los programas de CAD, lo que unido a la facilidad que presentan para integrar los datos espaciales provenientes de los programas de CAD, nos ha llevado a proponer que la metodología más eficaz para la introducción de información espacial en el SIG puede ser la creación de cartografías digitales del Yacimiento mediante Diseño Asistido por Ordenador (en concreto el *software* Autocad de Autodesk) y su posterior exportación al SIG. La captura de datos en el presente proyecto se realiza principalmente por cuatro vías:

Levantamiento por topografía clásica en diferentes etapas de la evolución de los trabajos,

levantamiento fotogramétrico de determinados elementos que requieran un grado de detalle mayor que el que nos puede ofrecer la topografía clásica,

levantamiento mediante Laser-scanner de estructuras con un amplio grado de detalle y rapidez en la toma de datos.

por último, dibujo arqueológico de campo georreferenciado usando una estación total topográfica. En este último caso se procederá a la digitalización de los dibujos de campo, su georreferenciación y vectorialización mediante *software* CAD.

Además de estos sistemas de captura de los datos espaciales emanados de los trabajos arqueológicos, se han empleado otras fuentes de información espacial, referidas especialmente al entorno del propio yacimiento, como son los mapas topográficos municipales a escala 1:2.000.

Toda esta información espacial es introducida en programas de Diseño Asistido por Ordenador (por razones principalmente de disponibilidad, empleamos

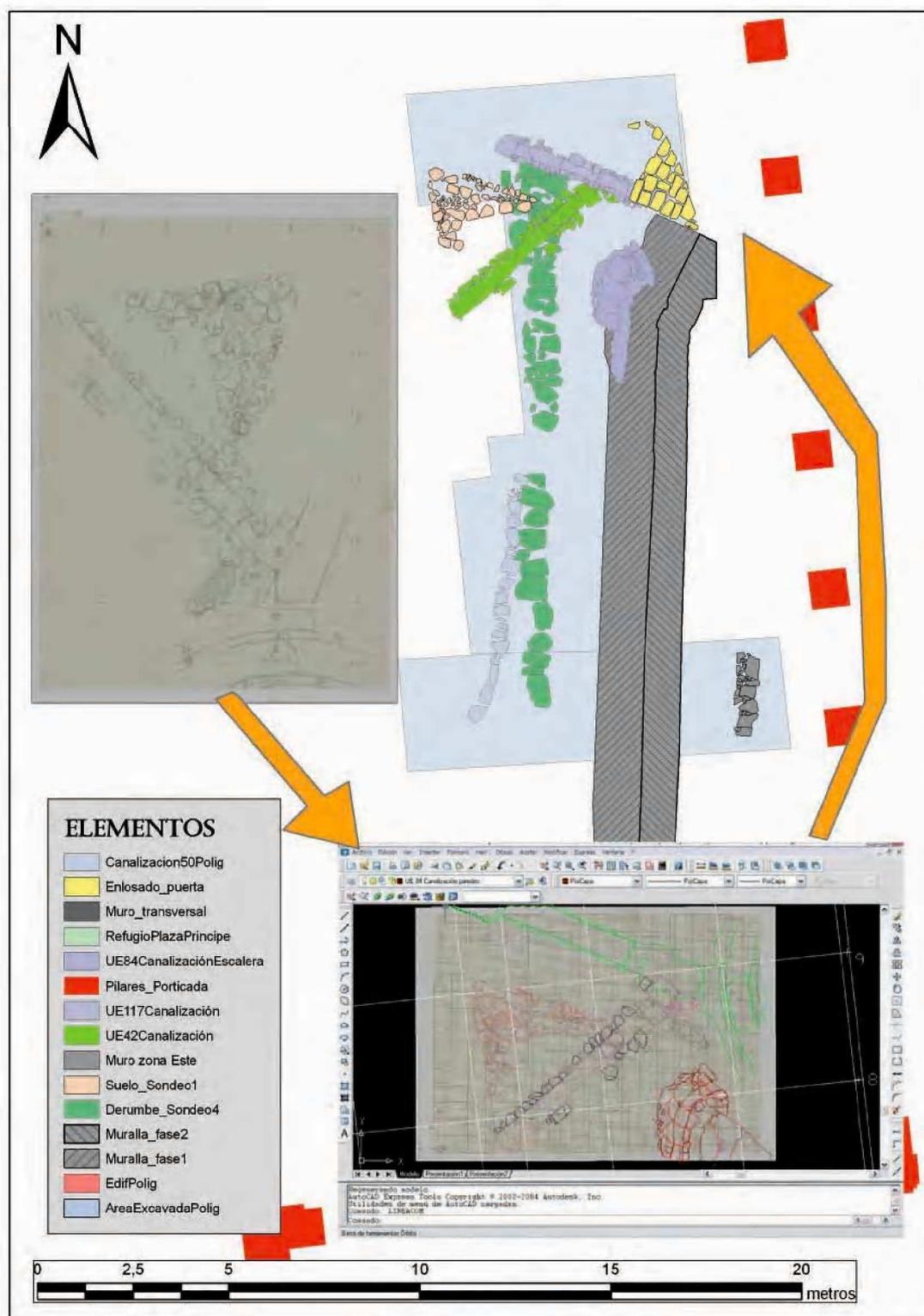


Fig. 5. Diagrama en el que se muestra el proceso de digitalización, vectorización y georreferenciación en entorno CAD e inclusión en el SIG de los dibujos de campo.

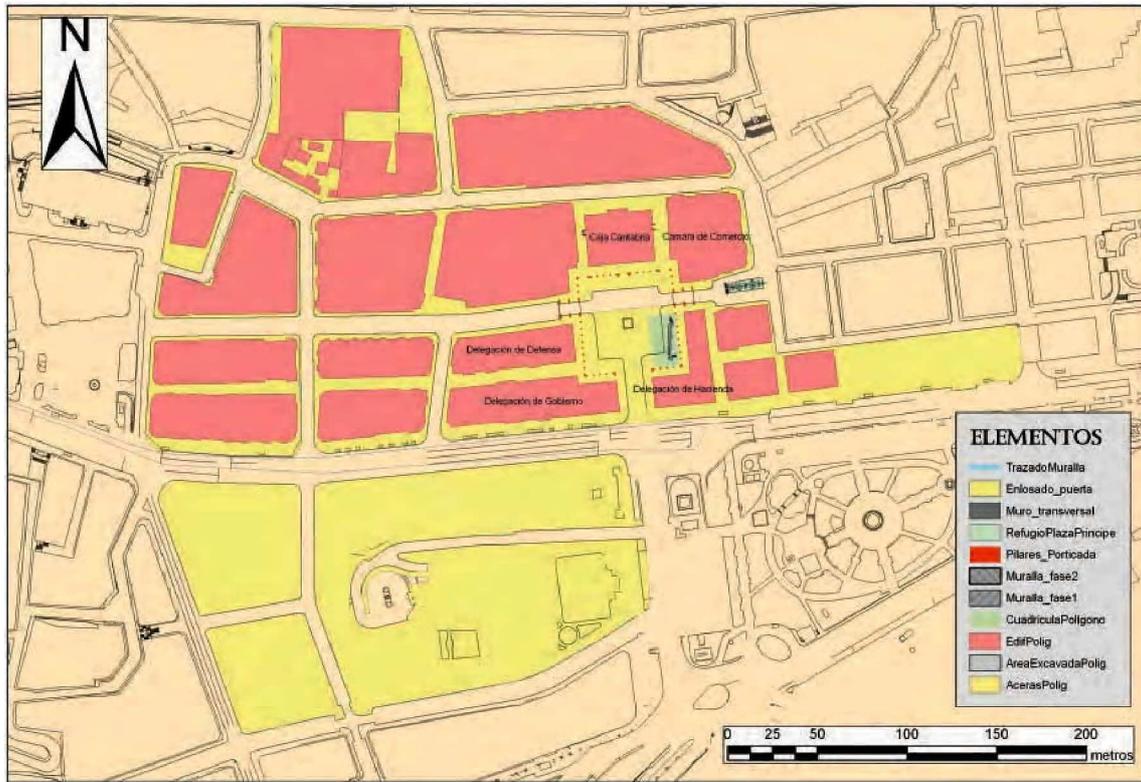


Fig. 6. Plano en el que se muestra la inclusión de información espacial procedente de diversas fuentes como son las topografías, la cartografía municipal y los dibujos de campo.

el entorno de trabajo de Autodesk Autocad y Map 3D) pues mediante su edición se consigue generar cartografías digitales del yacimiento. Estas cartografías pueden ser empleadas para la producción de mapas y planimetrías y además, y es esto último lo que nos ocupa en el presente trabajo, pueden ser usadas para introducir información espacial en el SIG, aquí con el término SIG nos referimos al conjunto de *software* empleado para la elaboración de sistema de información arqueológica. Esta información espacial introducida dentro del SIG mediante su exportación desde un entorno CAD es susceptible de ser editada dentro del propio SIG, especialmente en lo que se refiere a la incorporación de atributos a esos elementos, en todo caso se pretende que las labores de edición de la información espacial dentro del propio SIG sean mínimas y sobre todo referidas a la inclusión de atributos. Esto se podrá hacer de manera sencilla mediante la tabla de atributos del elemento, añadiendo los campos necesarios e introduciendo en los mismos los valores correspondientes.

La información en un SIG se puede decir, de manera generalizada, que se compone de elementos

espaciales y sus atributos alfanuméricos y el SIG se encarga de integrar ambos tipos de información. Igualmente procede aclarar que la información espacial es introducida en el SIG de dos maneras diferentes. Por un lado, mediante la inclusión de las cartografías digitales de las que hemos hablado en el apartado anterior y, por otro, mediante la inclusión de las coordenadas UTM de los elementos arqueológicos recogidos en las fichas de inventario como atributos del objeto. Una de las ventajas del uso de los SIG es su capacidad de reconocer esas coordenadas introducidas como atributos que las convierte en elementos espaciales en este caso se trata de una topología de punto y las fusiona con el resto de información espacial introducida.

Una vez introducida la información en el SIG se podrá editar los atributos correspondientes a cada elemento. Para ello bastará con incluir campos en la tabla de datos y asignarles los valores correspondientes. De esta manera, se podrá asignar el número de Unidad Estratigráfica correspondiente a cada una de los elementos que han sido introducidos desde los programas de CAD (hay que recordar que aquellos

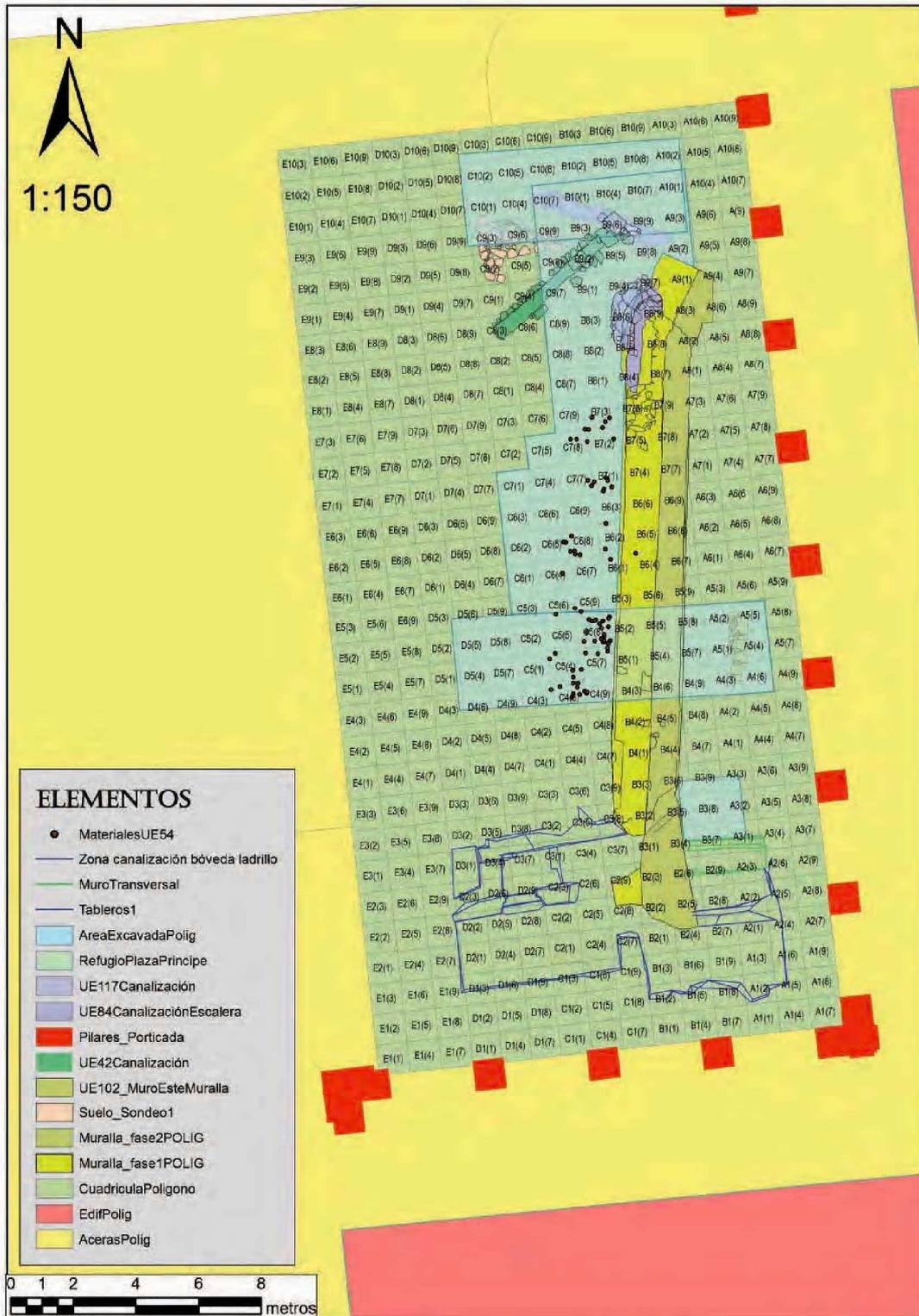


Fig. 7. Plano en el que se muestra la inclusión en el registro arqueológico de los materiales, seleccionando aquellos provenientes de una unidad en concreto.

elementos que han sido introducidos desde la base de datos ya tienen incluidos sus atributos, es más la propia información espacial fue introducida como uno más de sus atributos), además de cualquier otra información que se desee. Igualmente procede tener presente que se pueden establecer vínculos entre un elemento del SIG y otros archivos externos lo que nos permite vincular a un elemento arqueológico informaciones tales como fotografías, transcripciones de documentos referentes al mismo, dibujos de campo y croquis de carácter descriptivo y un largo etcétera. Es evidente que parte de este trabajo ha de ser realizado por un usuario acostumbrado al manejo de estas herramientas, pero no es menos cierto que al liberarse de la actividad de introducción de los datos y edición de parte de los mismos, tarea para la cual se requiere de un usuario especializado en el manejo de SIG se reduce ostensiblemente, pudiendo ser realizado por una sola persona. Este es uno de los objetivos fundamentales que se han perseguido en el diseño metodológico de los procesos de registro de este proyecto, ya que la presencia de usuarios acostumbrados al manejo de estas herramientas, aunque aumenta de manera gradual, todavía no está generalizado.

Una vez se ha completado la labor de registro arqueológico, e incluso en fases en las que la excavación aún se está realizando, la información obtenida puede ser analizada. A partir de los datos del registro se puede producir nueva información, claro ejemplo, y uno de los usos más habituales de los SIG es la realización de mapas y cartografía temáticos, aunque no se debe caer en la confusión de que la única utilidad de los SIG es la producción de cartografía. Otra utilidad analítica frecuentemente usada por los arqueólogos es la realización de consultas basadas en los atributos de los elementos que componen el registro arqueológico que el sistema nos mostrará en tablas y de manera gráfica, por ejemplo una consulta sobre los fragmentos cerámica aparecidos en una Unidad Estratigráfica determinada. Además de las consultas basadas en atributos, y esta es una de las características definitorias de un SIG, se pueden realizar consultas en base a criterios espaciales, como puede ser los elementos contenidos en un área determinada o a una distancia de un elemento concreto. De esta forma podemos realizar análisis basados en el contexto espacial de los elementos arqueológicos y las relaciones topológicas entre los mismos, lo que combinado con las consultas basadas en atributos nos abre un enorme campo de posibilidades de investigación. Así mismo podemos realizar análisis estadísticos, tanto de los datos incorporados al registro como de los

resultados de las consultas realizadas. Estos análisis estadísticos pueden ser fácilmente reflejados en gráficos por el propio sistema, elaborando una salida gráfica fácilmente comprensible.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCILLA GARRIDO, M. (2003): *Sistemas de Información Geográfica y Medio Ambiente*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz, Cádiz.
- ARIZAGA BOLUMBURU, B. (2002): *La imagen de la ciudad medieval: la recuperación del paisaje urbano*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cantabria, Santander.
- BOHIGAS ROLDÁN, R. ANDRÍO GONZALO, J. PENIL MÍNGUEZ, J. y GARCÍA ALONSO, M. (1989): «Las cerámicas medievales no esmaltadas en las provincias de Cantabria, Palencia y Burgos» en GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, J. y BOHIGAS ROLDÁN, R. (coord.): *La cerámica medieval en el Norte y Noroeste de la Península Ibérica. Una aproximación a su estudio*. Universidad de León, Secretariado de Publicaciones. León: 113-153
- CARANDINI, A. (1997): *Historias en la tierra. anual de excavación arqueológica*. Crítica, Barcelona.
- CASADO SOTO, J. L. (1987): «El caso de una villa de desarrollo urbano bajomedieval paralizado en el siglo XVI. Santander», en *La ciudad hispánica durante los siglos III al I. Actas del coloquio celebrado en La Alfranca y Sevilla del 1 al 6 de septiembre de 1986*: 641-670.
- CLARKE, D. L. (ed.) (1977): *Spatial Archaeology*. Academic Press London, New York.
- ESPIAGO, J. y BAENA PREYSLER, J. (1997): «Los Sistemas de Información Geográfica como tecnología informática aplicada a la arqueología y la gestión del patrimonio», en BAENA PREYSLER, J. BLASCO, C. y QUESADA, F. (coords.): *Los SIG y el análisis espacial en arqueología*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. Madrid: 7-66.
- FERNÁNDEZ CACHO, S. (2002): *Arqueos. Sistema de Información del Patrimonio Arqueológico de Andalucía*, Cuadernos técnicos del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico n.º 6. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Granada.
- FERNÁNDEZ CACHO, S. y GARCÍA SANJUÁN, L. (2003): «Los SIG en la tutela del patrimonio de Andalucía» en *Actas de las Jornadas de Patrimonio y Territorio. SIG, Entornos de Gestión y Modelos de Desarrollo*, Aracena. (<http://www.igp.es>).

- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, L. (2001): *Santander. na ciudad medieval*. Estudio, D. L. Santander.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, L. (1994): *Archivo de la catedral de Santander (siglos II- I)*. Fundación Marcelino Botín, D. L. Santander.
- GARCÍA PORRAS, A. (ed.). (2003): *Informática y Arqueología edieval*. Universidad de Granada. Granada.
- GARCÍA-DILS DE LA VEGA, S. ORDÓÑEZ AGULLA, S. y GARCÍA VARGAS, E. (2004): «Del territorio a la Arqueología Urbana. Una aplicación intra-site del proyecto AstiGis», en MARTÍN DE LA CRUZ, J. C. y LUCENA MARTÍN, A. M. (coord.): *Informática aplicada a la investigación y la gestión arqueológicas actas del I Encuentro Internacional, 5-7 de mayo, 2003*, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Córdoba. Servicio de Publicaciones, Universidad de Córdoba. Córdoba: 369-388.
- GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, J. A. (2006): «Las fuentes arqueológicas informadoras del espacio urbano: la ciudad de León como ejemplo» en Solórzano Telechea, J. A. y Ariaga Bolumburu, B. (coord.): *El espacio urbano en la Europa edieval. Nájera. Encuentros Internacionales del edievo, Nájera, 2 -2 de julio de 2005*. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño: 77-145.
- HARRIS, E. C. (1991): *Principios de estratigrafía arqueológica*. Crítica. Barcelona. Traducción de la edición inglesa de 1989.
- HIETALA, H. J. (ed.) (1984): *Intrasite spatial analysis in archaeology*. Cambridge.
- HODDER, I. y ORTON, C. (1990): *Análisis espacial en Arqueología*. Crítica. Barcelona. Traducción de la edición inglesa de 1976.
- IGLESIAS GIL, J. M. y JIMÉNEZ CHAPARRO, J. I. (2008): «La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la Arqueología Urbana», en IGLESIAS GIL, J. M. (ed.): *ursos sobre el Patrimonio Histórico 2. Actas de los III cursos monográficos sobre el patrimonio*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, Santander.
- MARTÍNEZ LÓPEZ, M. C. (1997): «Contribución a un sistema de Registro de Registro de Yacimientos Arqueológicos en Galicia.» *riterios e onvencions en Arqueoloxía da Paisaxe* n. 2. Santiago de Compostela: 1-74.
- MOLDES TEO, F. J. (2002): *Proyectos GIS con AutoCAD 2002. Autodes ap. Los Sistemas de Información Geográfica para todos los p blicos*. Anaya. Madrid.
- MORENO JIMÉNEZ, A. (coord.). (2005): *Sistemas y análisis de la información geográfica. anual de autoaprendizaje con ArcGis*. Ra-Ma. Madrid.
- PARCERO OUBIÑA, C. MENÉNDEZ FERNÁNDEZ, F. y BLANCO ROTEA, R. (1999): «El registro de la información en intervenciones arqueológicas.» *riterios e onvencions en Arqueoloxía da Paisaxe* n. 9. Santiago de Compostela.
- RODRÍGUEZ TEMIÑO, I. (2004): *Arqueología urbana en España*. Ariel. Barcelona.
- SOLÓRZANO TELECHEA, J. A. (1995): *olección diplomática del Archivo unicipal de Santander (2 5-50) documentación medieval*. Fundación Marcelino Botín, D. L. Santander.
- SOLÓRZANO TELECHEA, J. A. (2002): *Santander en la Edad edia, patrimonio, parentesco y poder*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria: Ayuntamiento de Torrelavega. Santander.
- SOLÓRZANO TELECHEA, J. A. (1995): *olección diplomática del Archivo unicipal de Santander (2 5-50) documentación medieval*. Fundación Marcelino Botín, D. L. Santander.
- ZIEBART, M. HOLDER, N. y DARE, P. (2002): «Field digital acquisition (FDA) using total station and a pencomputer: A orking methodology» en WHEATLEY, W. EARL, G. y POPPY, S. (eds.): *ontemporary Themes in archaeological computing*, University of Southampton, Department of archaeology monograph n. 3. Oxbo Books, Oxford.