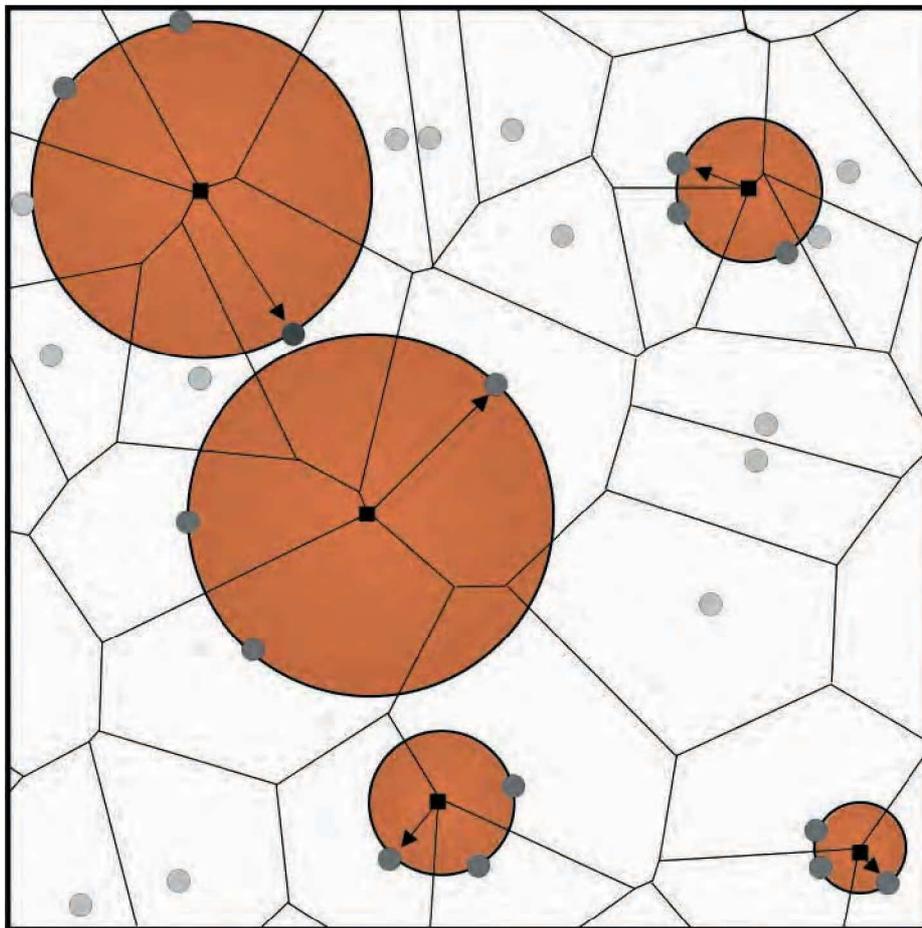


Victorino Mayoral Herrera
Sebastián Celestino Pérez
(eds.)

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 deteção 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 | |

RECINTOS FORTIFICADOS DE LA EDAD DEL HIERRO EN VIZCAYA: PICO MORO Y EL CERCO DE BOLUNBURU. OBTENCIÓN DE MICROTOPOGRAFÍAS Y CREACIÓN DE MDT

POR

JUAN JOSÉ CEPEDA OCAMPO y JESÚS IGNACIO JIMÉNEZ CHAPARRO

RESUMEN

El presente trabajo pretende mostrar los resultados de los trabajos realizados en dos recintos fortificados de la Edad del Hierro, situados en la comarca de las Encartaciones (Vizcaya). Se ha realizado así una campaña de prospección y topografía de los mismos, completada con la realización posterior de sondeos estratigráficos en su interior. Los trabajos han consistido en la prospección superficial de los recintos y su espacio circundante, el levantamiento topográfico y la generación de Modelos Digitales del Terreno. Esta labor persigue dos finalidades, por un lado el registro de los yacimientos arqueológicos de cara a su preservación y por otro lado la obtención de información espacial acerca de los mismos susceptible de ser analizada y que pueda servir de referencia de cara a intervenciones arqueológicas futuras. Con los datos obtenidos en el trabajo de campo y mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica, así como de aplicaciones orientadas a los trabajos topográficos, se ha elaborado un estudio del terreno de los recintos. Dicho estudio consiste principalmente en el análisis del microrrelieve de los asentamientos, sus condicionantes microtopográficos y la dispersión de los materiales hallados en superficie. Para la obtención de los Modelos Digitales del Terreno se han ensayado diversos métodos, tratando así de aplicar el más adecuado a los objetivos marcados. Finalmente se decidió crear una red irregular de triángulos (TIN) con los puntos capturados y con la ruptura de las líneas de talud generado. Este método permite crear modelos digitales muy cercanos a la realidad. De igual forma, se ha estudiado el terreno circundante, haciendo especial énfasis en el estudio de las pautas de control visual que desde estos yacimientos se puede ejercer sobre el entorno.

SUMMARY

The aim of this paper is to show the results of work done on two Iron Age hillforts (Pico Moro and Bolunburu) placed in Las Encartaciones district, in Biscay. The region is located at the western end of the Basque Country. In these two Iron Age sites it has been conducted a surveying campaign, includ-

ing surface prospection and the identification of significant structural remains such as walls, gates and post holes. This field work has provided a great amount of information relating not only the precise limits of the sites but also their chronological attribution. In this respect, it is especially relevant the recovery of 75 flour mill fragments from El Cerco de Bolunburu hillfort.

A second step in the project consists in the generation of Digital Terrain Models from recorded field data. The work undertaken wants to achieve two purposes. First of them is the record of archaeological sites in order to make possible their preservation, and the other one consists in obtaining spatial information susceptible of ulterior archaeological analysis. The study just in course consists mainly in surface micro analysis of the sites, micro-topographical conditions and dispersion of materials found on surface. We have used geographic information systems and applications to perform these analyses, generating Digital Terrain Models from field data taken on the sites. In order to obtain these models we have applied various methods, seeking the most appropriate way to represent the surface of the ground. Finally it was decided to create a network of irregular triangles (TIN) using the points captured and the breaking-slope lines generated. This method allows us to create digital terrain models as similar as possible to reality. Likewise, it has begun the study of the hillforts surrounding land, with particular emphasis on the identification of patterns of visual control exerted from them.

PALABRAS CLAVE: recintos fortificados, Edad del Hierro, prospección, microtopografía, TIN.

KEY-WORDS: fortified settlements, Iron Age, survey, microtopography, TIN.

1. JUSTIFICACIÓN

Los recintos fortificados de la Edad del Hierro conforman un patrimonio arqueológico frágil y mal conocido dentro del panorama de los estudios sobre la protohistoria vasca. Basta dar un vistazo a la más reciente puesta al día sobre el hábitat de la Edad del Hierro en el País Vasco (Peñalver, 2001) para percibirse de la escasa cantidad y calidad de los datos actualmente disponibles. Este aspecto se hace especialmente evidente en la falta de una adecuada car-

Dpto. de Ciencias Históricas, Universidad de Cantabria, Edificio Interfacultativo, Avenida de Los Castros s/n. 39005 Santander, Cantabria. E-mail: cepedaj@unican.es
Arqueólogo. C/ Virgen del Camino, 2, 2.º D. 39006 Santander, Cantabria. E-mail: j.ignacio.jimenez.chaparro@gmail.com

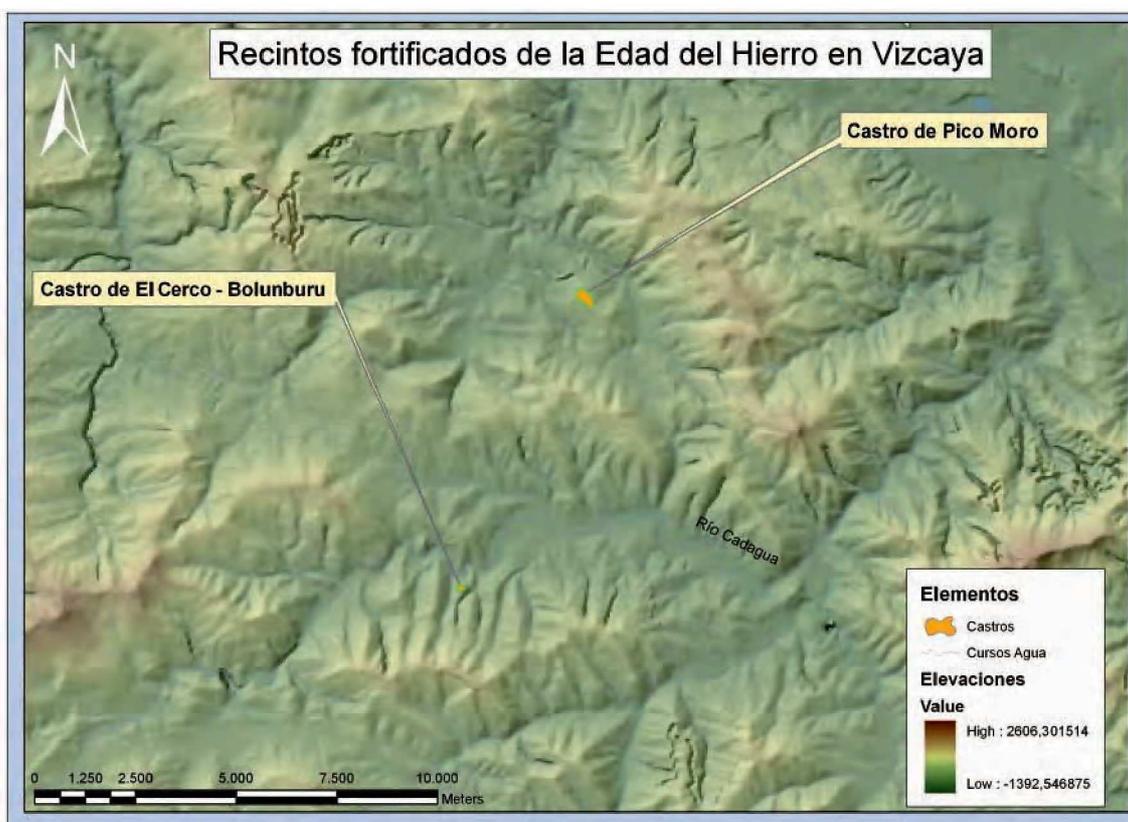


Fig. 1. Situación de los yacimientos arqueológicos en el entorno del valle del Cadagua (Vizcaya).

topografía que recoja informaciones fundamentales para el estudio de este período histórico, referidas a los enclaves habitados, su emplazamiento, extensión, articulación de los sistemas defensivos y superficies ocupadas. Destaca también la baja calidad de las planimetrías, en las que queda escasa constancia de las intervenciones arqueológicas practicadas hasta la fecha (fig. 1).

Pico Moro (Galdames) y El Cerco de Bolunburu (Zalla) son dos de los yacimientos de este período peor conocidos en la bibliografía arqueológica. Es por ello que los autores, dentro de un proyecto más general de revisión de las evidencias disponibles sobre la Edad del Hierro en este territorio, han considerado oportuno iniciar con ellos la labor de campo. El trabajo realizado ha consistido en la prospección del área ocupada por los recintos, la localización de elementos estructurales significativos, así como la recogida de materiales muebles en superficie. A ello ha seguido la realización de un levantamiento topográfico del microrrelieve y su tratamiento informático posterior, de cara a la obtención de modelos digita-

les del terreno. En una segunda fase, actualmente en curso, se están realizando sondeos estratigráficos que permitirán evaluar con mayor detalle el potencial arqueológico de los yacimientos.

2. EL CASTRO DE PICO MORO (UTM: 490610 X 4790000 Y 382 Z)

Recinto amurallado que cuenta con un perímetro de 700 m y una superficie en su interior de 3 Ha. Las defensas están formadas por un anillo de forma elíptica, cuyo grosor oscila entre 2,5 y 5 m, realizado bien con muros armados con mampostería de arenisca en el lado sur del castro, el más vulnerable bien con un simple talud de piedra desconcertada, en la mayor parte de su recorrido. El relleno está formado por tierra y abundante piedra desconcertada. Se trata de una muralla que en la mayor parte de su recorrido refuerza a un talud artificial practicado previamente en las laderas que rodean la cima del castro, que llega a alcanzar en algunos puntos hasta 4 m

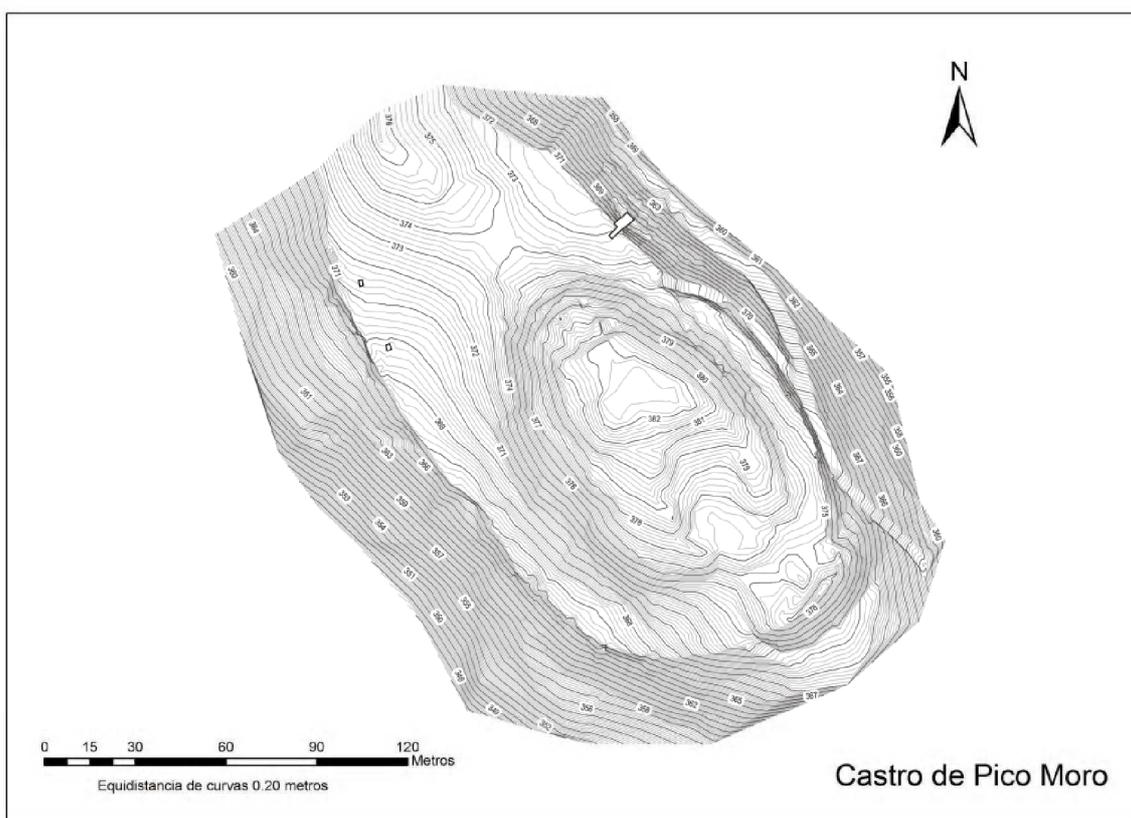


Fig. 2. Pico Moro. Modelo digital del terreno con la localización de los sondeos excavados (2007).

sobre el nivel del terreno exterior. En el extremo SE de este recinto hay evidencias correspondientes a una puerta de acceso formada por el solapamiento parcial de los extremos del anillo defensivo (fig. 2).

El castro de Pico Moro aparece identificado como tal ya en el siglo XIX (Delmas 1864), si bien nunca se habían recuperado evidencias muebles que certificaran su antigüedad. Los sondeos que se están llevando a cabo en la actualidad han proporcionado varios fragmentos cerámicos, así como un regatón de hierro que permiten situar la ocupación del lugar durante la segunda Edad del Hierro. Por su localización, el castro controla visualmente un amplio tramo de la principal vía de comunicación que, a través del alto de Las Muñecas, une la comarca de las Encartaciones vascas con el litoral cantábrico. En época romana este camino formará parte de la vía Pisoraca - Flaviobriga, cuyo tramo final discurre al pie del castro, relativamente cercano, de la Peña de Sámano (Bohigas *et al.* 1999) (fig. 3).

3. EL CASTRO DE EL CERCO DE BOLIUMBURU (UTM: 487510 X 4782731 Y 320 Z).

Se trata de un recinto fortificado de dimensiones modestas, situado en la terraza meridional del espelón rocoso que da nombre al lugar. El perímetro de las defensas alcanza los 158 m mientras la superficie interior del castro no llega a superar los 3.600 metros cuadrados. El anillo defensivo está formado por una muralla de mampostería de arenisca que recorre todo el lado meridional del castro. Su anchura, según los datos obtenidos en el transcurso de los trabajos de prospección, debió de haber oscilado entre los tres y los cuatro metros. La traza de la muralla actualmente visible sobre el terreno permite comprobar que el recinto contó con un vano de acceso situado en su extremo oriental (fig. 4).

El yacimiento ha proporcionado 75 fragmentos de molino circular dispersos en superficie, recuperados en distintas ocasiones. Una muestra de los mismos ha podido ser situada con precisión sobre la planta

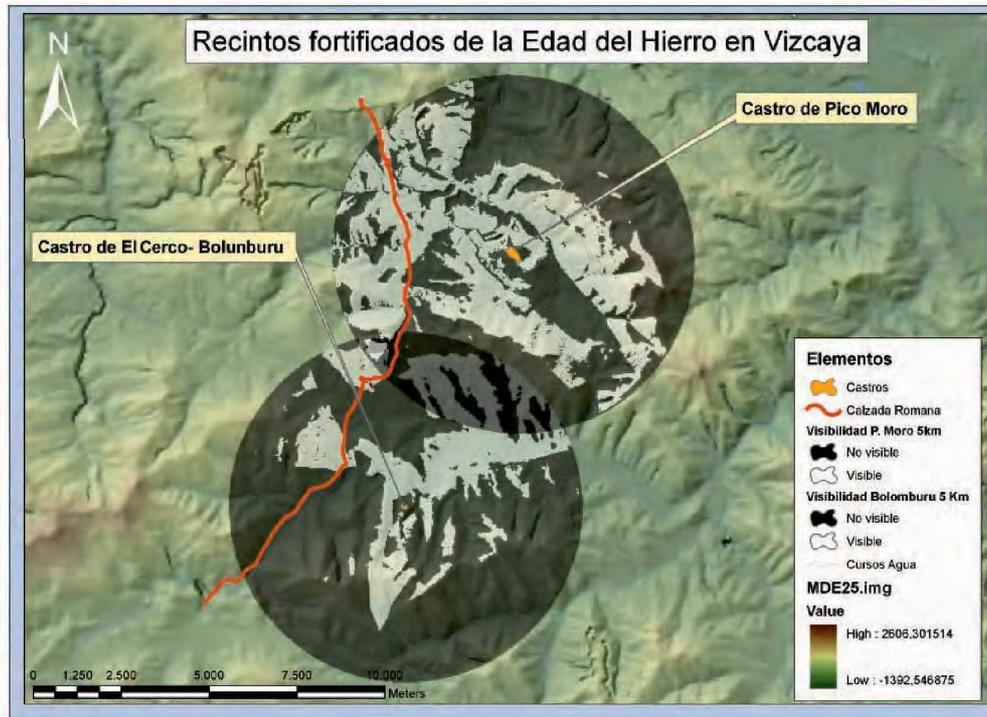


Fig. 3. Cuenca de dominio visual sobre la vega del Cadagua y el trazo local de la principal vía de comunicación terrestre que atravesaba las Encartaciones en época romana.

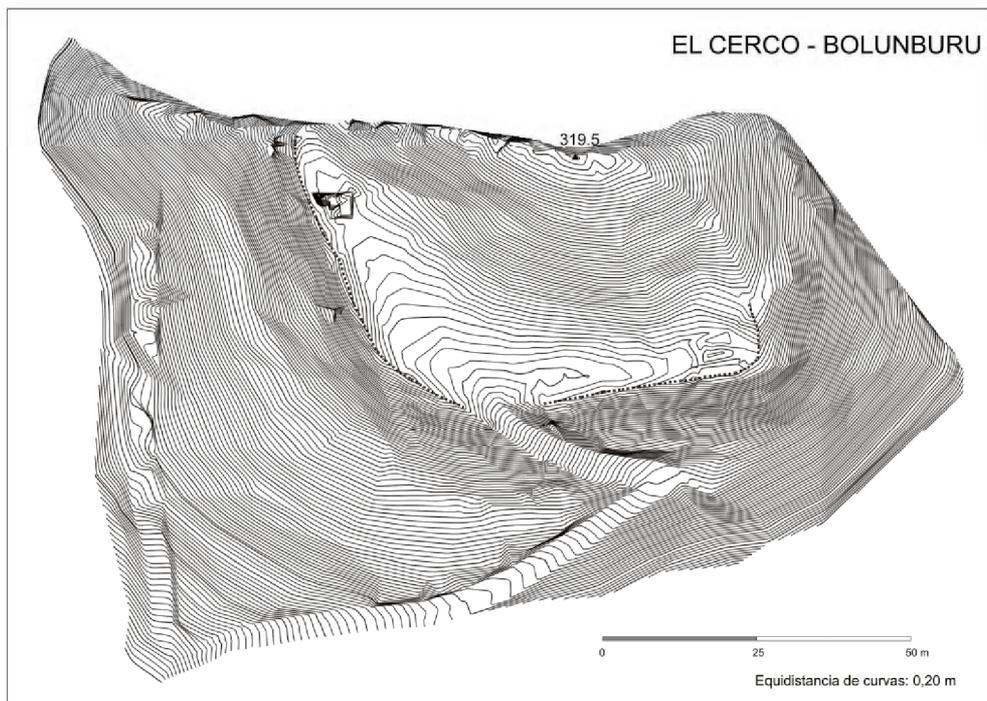


Fig. 4. El Cerco de Bolunburu. Modelo digital del terreno.

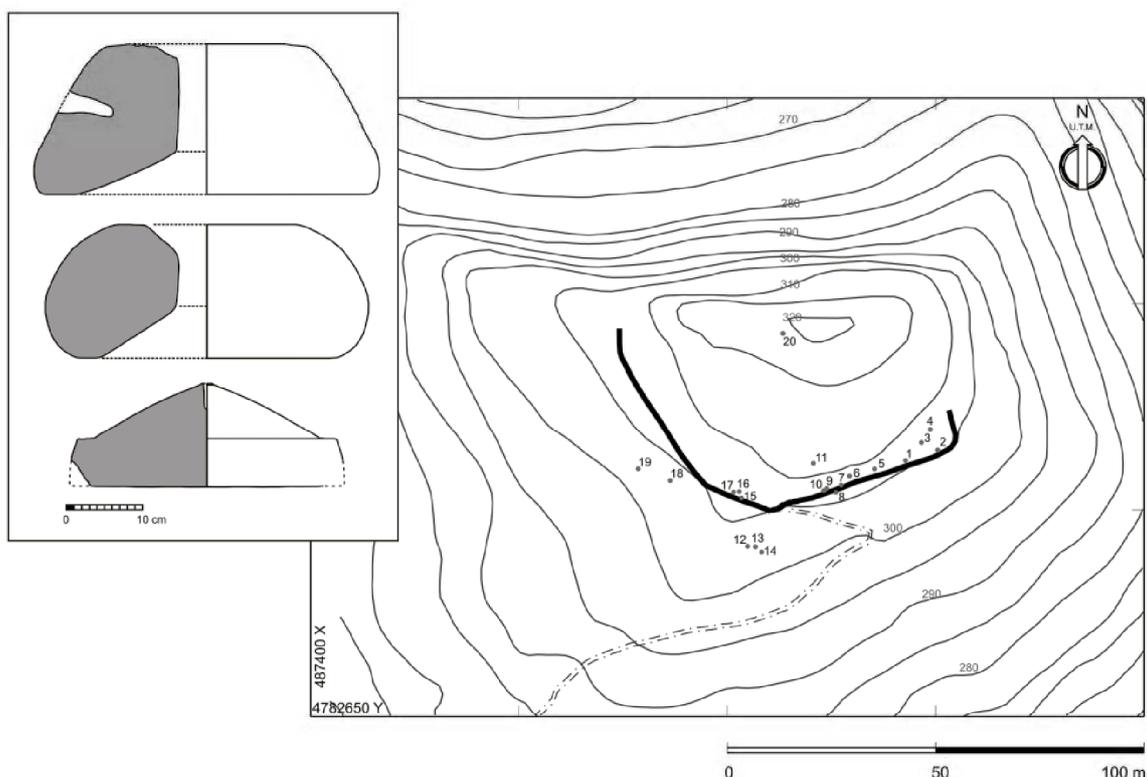


Fig. 5. El Cerco de Bolunburu. Dispersión de los fragmentos de molino circular en superficie.

del recinto, lo que permite observar su concentración en las inmediaciones y exterior de la muralla. Se trata sin duda de piezas desplazadas en el transcurso del laboreo reciente del lugar (fig. 5).

Los hallazgos en superficie, unidos a los resultados proporcionados por un sondeo llevado a cabo en el interior del castro (Yarritu Candina, 2003) permiten asignar la ocupación a la segunda Edad del Hierro.

4. CREACIÓN DE MODELO DIGITALES DE TERRENO (MDT). OBJETIVOS Y MÉTODO

De cara a mejorar el conocimiento que se tiene actualmente de estos dos recintos fortificados hemos realizado una primera labor de documentación topográfica de los mismos, al objeto de plasmar y analizar arqueológicamente su microrrelieve. En la fase inicial se ha procedido a la realización de microfotografías como método de registro de los yacimientos arqueológicos de cara a facilitar su preservación y gestión. Por otro lado se buscaba la obtención de

información espacial que pudiera servir de base para la realización de otras intervenciones arqueológicas, tales como los sondeos estratigráficos actualmente en curso y futuras excavaciones en área. Dicha información, unida a los resultados de las intervenciones arqueológicas, podrá ser objeto de análisis posterior con el fin de determinar la existencia de un modelo de implantación para este tipo de recintos. Igualmente es el estudio del entorno inmediato de los castros, orientado principalmente al análisis del control visual que desde los mismos se ejerce sobre el territorio circundante.

Para la creación de los MDT que aquí se presentan se ha llevado a cabo una captación de puntos sobre el terreno mediante estación total topográfica. Previamente, se situaron bases topográficas en los yacimientos mediante GPS diferencial, con el fin de poder realizar la toma de datos desde las mismas. Para cada uno de los yacimientos se capturó una serie de puntos cuyo número oscila entre 1.000 y 1.500, dependiendo de las características orográficas y la extensión del terreno a estudiar. De esta forma, se tomaron 1.029 puntos en el castro de Bolunburu y un total de 1.533 puntos en el castro de Pico Moro. Ade-

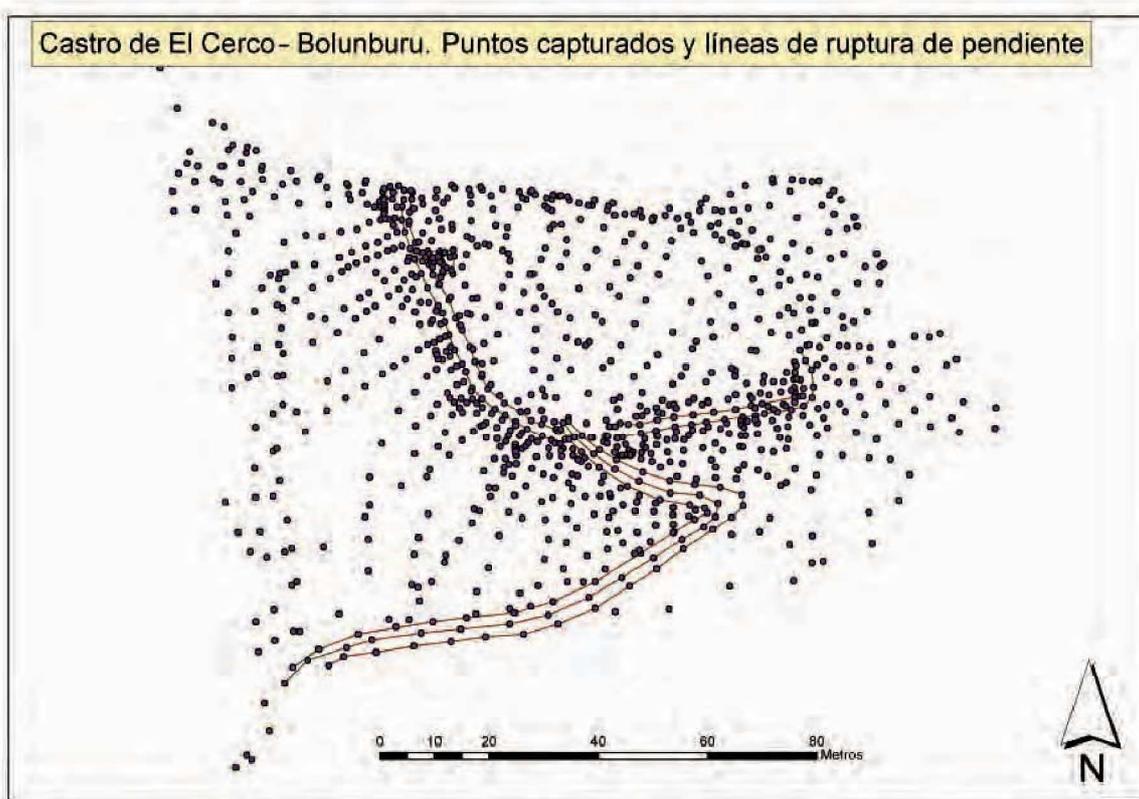


Fig. 6. Situación de los puntos tomados con estación total en el castro de El Cerco de Bolunburu.

más de la toma de puntos, se han generado líneas de ruptura de la pendiente, con el fin de que los modelos digitales se acerquen lo más posible a la realidad. A partir de los puntos obtenidos y las líneas de ruptura de la pendiente se ha generado una malla de triángulos irregulares (TIN)) para generar la superficie de los yacimientos. Este TIN ha sido interpolado para generar un MDE raster a partir del cual se pueden obtener las curvas de nivel de los yacimientos con la equidistancia deseada. Se han ensayado otros métodos para la obtención de los modelos Digitales de Terreno, consistentes en la interpolación directa de los puntos capturados mediante alguno de los algoritmos de interpolación que ofrece el software ArcGis de Esri. El resultado obtenido mediante estos métodos no se acerca tanto a la realidad como el TIN, sobre todo en lo que se refiere a la representación de las zonas en las que el terreno es más accidentado. Al no poder controlar la formación del modelo en estos lugares, los modelos generados mediante algoritmos de interpolación proporcionan superficies más suavizadas y menos coincidentes con la realidad a representar, mientras que mediante la

utilización de líneas de ruptura de la pendiente a la hora de generar un modelo TIN, se puede controlar la formación del MDT (fig. 6).

BIBLIOGRAFÍA

- ARCILLA GARRIDO, M. (2003): *Sistemas de Información Geográfica y Medio Ambiente*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz. Cádiz.
- BOHIGAS, R. UNZUETA, M. MOLINERO, J. T. y FERNÁNDEZ PALACIOS, F. (1999): «El castro de La Peña de Sámano: oppidum (S)amanorum», en IGLESIAS, J. M. y MUÑIZ, J. A (coords.): *egio antabrorum*, Santander.
- CEPEDA OCAMPO, J. J. y JIMÉNEZ CHAPARRO, J. I. (2007): «Pico Moro (Galdames), Lajar (Gañes) y El Cerco-Bolunburu (Zalla)», en *Arqueología 2007, Investigación Arqueológica*. Servicio central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria.
- CEPEDA OCAMPO, J. J. y JIMÉNEZ CHAPARRO, J. I. (en prensa, a): «Castro de Pico Moro», en *Arqueología 2007, Investigación Arqueológica*. Servicio

- central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria.
- DELMAS, J. E. (1864): *Guía histórico-descriptiva del viajero en el Se orío de izcaya*, Bilbao. Imprenta y litografía de J. E. Delmas.
- GARCÍA SANJUÁN, L. y WHEATLEY, D. (2003): «Obtención de microtopografías de alta precisión de yacimientos mediante DGPS», en *apping interactivo. revista internacional de iencias de la Tierra*, 89, Octubre 2003. mappinginteractivo.com
- IGLESIAS GIL, J. M. y JIMÉNEZ CHAPARRO, J. I. (2008): «La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la Arqueología Urbana», en IGLESIAS, J. M. (coord.): *ursos sobre el Patrimonio Histórico 2. Actas de los III cursos monográficos sobre el patrimonio*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, Santander.
- MITCHAM, J. (2002): «In search of a defensible site: a GIS analysis of Hapshire Hillforts» 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.
- 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 manual de autoaprendizaje con ArcGis*. Ra-Ma. Madrid, 2005.
- PEÑALVER, X. (2001): *El hábitat en la vertiente atlántica de Eus al Herria. El Bronce Final y la Edad del Hierro, obie* (anejos, 3), Bilbao.
- UNZUETA PORTILLA, M. CEPEDA OCAMPO, J. J. y JIMÉNEZ CHAPARRO, J. I. (en prensa): «Castro de Arro-la», *Ar eoi us a 2007, Investigación Arqueológica*, Servicio central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria.
- YARRITU, M. J. y CANDINA, M. (2003): «Cerco de Bolunburu (Zalla)», *Ar eoi us a 2002, Investigación Arqueológica*, Servicio central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria: 92-93.