

Informes y trabajos 7

Ministerio
de Educación, Cultura
y Deporte

Excavaciones en el exterior 2010



Informes y trabajos 7

Excavaciones en el exterior 2010

Catálogo de publicaciones del Ministerio:
www.mecd.gob.es
Catálogo general de publicaciones oficiales:
publicacionesoficiales.boe.es

Consejo editorial:
Isabel Argerich
Félix Benito
Ana Carrasón
Soledad Díaz
María Domingo
Guillermo Enríquez de Salamanca
Adolfo García
Lorenzo Martín
Alfonso Muñoz

Coordinación científica:
Concepción Martín

Coordinación de la publicación:
María Domingo

Corrección de textos:
Óscar Cendón
Iolanda Muña



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN, CULTURA
Y DEPORTE

Edita:
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General
de Documentación y Publicaciones
© De los textos y las fotografías: sus autores
NIPO: 030-12-098-1

ÍNDICE

	Pág.
Recuperación y puesta en valor del fuerte Sancti Spiritus, un asentamiento español en la gran cuenca del Río de la Plata (Puerto Gaboto, Sante Fe, Argentina)	8
Agustín Azkarate Garai-Olaun, Sergio Escribano Ruiz, Iban Sánchez Pinto y Verónica Benedet	
Paisajes fortificados y agrarios en el Altiplano Andino. Aproximaciones al <i>pukara</i> de Topaín	22
César Parceros-Oubiña, Pastor Fábrega-Álvarez, Sonia García-Rodríguez, Andrés Troncoso Meléndez y Diego Salazar Sutil	
Heracleópolis Magna (Ehnasya el Medina). Memoria de los trabajos efectuados en 2010-2011	40
M. ^a Carmen Pérez Die	
Memoria de los trabajos de excavación y restauración realizados en el yacimiento Oxirrinco (El-Bahnasa, Mínia). Campaña octubre-noviembre-diciembre de 2010 y enero de 2011	46
Josep Padró i Parcerisa	
La tumba del Visir Amen-Hotep Huy en Asasif (TA n.º 28). Resultados preliminares de las campañas de excavación realizadas en 2009 y 2010	59
Francisco J. Martín Valentín y Teresa Bedman	
Informe de la tercera campaña (2010) de los trabajos llevados a cabo por la misión de la Universidad de Jaén en colaboración con el Consejo Supremo de Antigüedades en Qubbet El-Hawa (Asuán). Tumbas 33, 34 y 34h (Khunes)	71
Alejandro Jiménez Serrano, Marta Valenti Costales, Juan Luis Martínez de Dios, Miguel Botella López, Inmaculada Alemán Aguilera, Sofía Torallas Tovar, Israel Mellado García, Beatriz Prado Campos, María Cruz Medina Sánchez, Yolanda de la Torre Robles, Luisa García González y José Manuel Alba Gómez	
Misión arqueológica en el Valle de Mieso (Sur de Afar, Etiopía). Campaña de 2011	83
Ignacio de la Torre, Alfonso Benito-Calvo, Jorge Martínez-Moreno, Rafael Mora y Adrián Arroyo	
Arqueología de las misiones jesuitas ibéricas del siglo XVII en la región del lago Tana (Estado Regional de Amhara, Etiopía). Informe preliminar sobre las excavaciones de enero-febrero de 2011 en las misiones de Azázo y Gorgora Nova	90
Víctor M. Fernández, Jorge de Torres, Christian Dietz, Gianluca Catanzariti, Pablo de la Presa, Andreu Martínez d'Alós-Moner, María Luisa García García-Saavedra, Dawit Tibebu y Abebe Mengistu	
Arquitecturas mayas sepultadas. Exploraciones en el interior de los basamentos de las Acrópolis de La Blanca y El Chilonché y otros hallazgos de la temporada de campo 2010	100
Cristina Vidal Lorenzo y Gaspar Muñoz Cosme	
La campaña de excavación 2010 del proyecto NoGAP: metodología interdisciplinar para el estudio de contextos socio-ecológicos en el Holoceno	110
Marco Madella, P. Ajithprasad, Andrea Balbo, Carla Lancelotti, Bernardo Rondelli, Francesc Cecilia, Girolamo Fiorentino, S.V. Rajesh, Charusmita S. Gadekar, Nuria García, Victoria Yannitto, David Rodríguez, José Luis Mateos, Javier Ruíz y Juan José García Granero-Fos	
Excavación arqueológica en el Teatro Greco de Villa Adriana. Campaña de 2010	118
Rafael Hidalgo Prieto	

La Casa de Ariadna de Pompeya. Memoria final	132
Macarena Bustamante, Isabel Escrivà, Alicia Fernández, Pere Guillem, Esperança Huguet, Pilar Iborra, Carmen Pérez, Albert Ribera y José Vioque	
La ciudad romana de Cosa: arqueología de un enclave comercial	148
Mercedes Roca Roumens, Marisol Madrid Fernández y Raul Celis Betriu	
La villa de Rufio (Giano dell'Umbria, Italia): el pabellón de servicio y las áreas periféricas	159
Ignacio Grau y Jaime Molina	
Casa de la Diana Arcaizante. <i>Insula VII. 6. 3</i> de Pompeya. Campaña de 2011	166
M. ^a del Carmen Alonso, Miguel Ángel Alonso, Elena Castillo, José María Luzón e Irene Mañas	
Pesca y <i>Garum</i> en Pompeya y Herculano. Actividades arqueológicas de la tercera campaña del proyecto (2010)	188
Darío Bernal-Casasola, Daniela Cottica y Annapaola Zaccaria	
Excavaciones arqueológicas en el Arco de Iano en Roma (Italia)	195
Pedro Mateos Cruz y Antonio Pizzo	
Arqueología del paisaje medieval en Trapani (Sicilia). Resultados de la primera campaña en los municipios de Castellamare del Golfo y Buseto Palizzolo (2010-2011)	202
José María Martín Civantos, Antonio Rotolo y María Teresa Bonet García	
Estudio de los escenarios bélicos de <i>Numistro</i> y <i>Grumentum</i> (Basilicata, Italia): <i>Numistro</i>	216
Juan Pedro Bellón Ruiz	
De Roma al Islam. Tecnología, tipología arquitectónica (e historia) en transición. Campaña de 2010	231
Ignacio Arce	
Avance del estudio del poblamiento del Valle de Oukaïmeden (Alto Atlas, Marruecos) y su relación con el arte prehistórico. Campaña de 2010	258
Marisa Ruiz-Gálvez, Jorge de Torres, Youssef Bokbot, Eduardo Galán, Hipólito Collado, Abdelkhadek Lemjidi, Mercedes Farjas, Pablo de la Presa, José M. ^a Señorán, Antonio Rubinos, Blanca Ruiz, M. ^a José Gil, David Duque y Paloma de la Peña	
Proyecto Tamuda (Tetuán, Marruecos). Campaña de 2010	270
Juan M. Campos Carrasco, Darío Bernal Casasola y Javier Verdugo Santos	
Proyecto La Puntilla (Nasca, Ica, Perú). Campaña de 2011. Excavaciones en las terrazas defensivas del Sudeste del Cerro de El Trigal	285
Pedro V. Castro-Martínez, Juan Carlos de la Torre Zevallos, Trinidad Escoriza-Mateu, Víctor Fernando Salazar Ibáñez, Samy Lucan Yrazabal Valencia y Julio César Zavala Vargas	
De cazadores-recolectores a agricultores y ganaderos en Siria Centro-Occidental y del Sur: campaña de 2010	295
Juan José Ibáñez, Amaia Arranz, Andrea Balbo, Ángel Armendáriz, Encarnación Regalado, Eneko Iriarte, Esper Sabrine, Frank Braemer, Joana Boix, Jonathan Santana, Khaleb Abdo, Luis Teira, Lydia Zapata, Manuel Lagüera, Maya Haïdar-Boustani, Miguel Ángel Núñez, Miguel del Pino, Nelly Abboud, Xavier Terradas, Joaquín García, Inés López, Unai Perales, Maryam Bshesh, Lionel Gourichon y David Ortega	
Excavaciones arqueológicas en Tall Humeida (Siria). De la colonización de Uruk al Imperio Bizantino	309
Juan Luis Montero Fenollós, Francisco Caramelo, Ignacio Márquez Rowe y Yarob al-Abdallah	

Tell Halula (Valle del Éufrates, Siria). Un primer balance de la campaña de excavaciones de 2010	316
Miquel Molist, Josep Anfruns, María Bofill, Ferrán Borrell, Xavier Clop, Hadia Faisal, Anna Gómez, Anabel Ortiz, Brush Taha y Oriol Vicente	
La evolución conductual de los primeros <i>Homo erectus</i> (ergaster): estudio arqueológico y paleoecológico de los yacimientos antrópicos del lecho II de la garganta de Olduvai Olduvai. Informe de la campaña de excavaciones en Olduvai. Año 2010	329
Manuel Domínguez-Rodrigo, Enrique Baquedano, Fernando Diez Martín, Henry Thomas Bunn, Travis Rayne Pickering, Charles M. Musiba, Audax Z.P. Mabulla, Gail M. Ashley, Manuel Santonja, David Uribelarrea, Rebeca Barba, José Yravedra, Agnes Gidna y María del Carmen Arriaza	
Estudio tecnológico y experimental del comportamiento técnico en la Sección Tipo de Peninj (Lago Natron, Tanzania)	337
Fernando Diez Martín, Policarpo Sánchez Yustos y Felipe Cuartero Monteagudo	
La campaña de excavación de 2010 en Althiburos y en su entorno	347
Joan Sanmartí, Nabil Kallala, M. ^a Carme Belarte, Joan Ramon, Rafel Jornet y Víctor Revilla	
Proyecto Utica. Informe de los trabajos arqueológicos efectuados en la ciudad fenicio-púnica de Utica (Túnez). Campaña de 2010	360
José Luis López Castro, Ahmed Ferjaoui, José Antonio Peña Ruano, María Teresa Teixidó Ullod, Mourad Ghazouami y Andrés Adroher Auroux y Mohamed Ben Nejma	
Excavaciones en Zanja del Tigre (Uruguay). Primeras ocupaciones humanas de América	372
Ana Mateos Cachorro, Rafael Suárez Sainz, Jesús Rodríguez Méndez, Antonio Tarrío Vinagre, Mario Trindade Silva y Andrés Juan Rinderknecht López	
El recinto fortificado de Tchinguiz Tepe (Termez, Uzbekistán). Entre el período Greco-Bactriano y el período Kushan-Sasánida	385
Josep M. Gurt i Esparraguera, Verònica Martínez Ferreras y Enrique Ariño Gil	

Proyecto Utica

Informe de los trabajos arqueológicos efectuados en la ciudad fenicio-púnica de Utica (Túnez). Campaña de 2010¹

José Luis López Castro

Universidad de Almería y Centro de Estudios Fenicios y Púnicos

Ahmed Ferjaoui

Institute National du Patrimoine, Ministère de la Culture, Tunis

José Antonio Peña Ruano

Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada

María Teresa Teixidó Ullod

Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada

Mourad Ghazouami

Institute National du Patrimoine, Ministère de la Culture, Tunis

Andrés Adroher Auroux

Universidad de Granada y Centro de Estudios Fenicios y Púnicos

Mohamed Ben Nejma

Institute National du Patrimoine, Ministère de la Culture, Tunis

Resumen

Se presentan los resultados obtenidos en la prospección geofísica efectuada en la ciudad fenicio-púnica y romana de Utica (Túnez). La prospección utilizó los métodos de magnetometría y radar de subsuelo en tres zonas del yacimiento arqueológico, sumando una superficie total de 4.065 m². En dos de las tres zonas

exploradas, la importante contaminación férrica en superficie limitó los resultados de la magnetometría, aunque los resultados del georrádar ofrecen interesantes imágenes en la detección de complejos sistemas de construcción, algunas de las cuales pueden atribuirse a las fases fenicio-púnicas de Utica, como en la denominada Zona I.

Palabras clave

Utica, arqueología fenicio-púnica, prospección geofísica, magnetometría, rádar del subsuelo (georrádar).

¹ Este artículo es un resultado del *Proyecto Utica. La ciudad fenicio-púnica*, financiado por el Ministerio de Cultura con cargo al programa de excavaciones arqueológicas en el exterior de 2010.

Abstract

In this paper are presented the results obtained in shallow geophysical prospection carried out in the Phoenician-Punic and Roman city of Utica (Tunis). Magnetic and ground-penetrating radar (GPR) were applied in three zones of the archaeological site. The total surface surveyed in three zones is 4065 m². The important ferric pollution in the surface limited the results of the magnetometry in two of these areas, but the results of the GPR survey offer interesting GPR images in the detection of complex systems of construction, some of which can assume to Utica's Phoenician-Punic phases, particularly in the called Zone I.

Keywords

Utica, Phoenician-Punic Archaeology, geophysical survey, magnetometry, ground-penetrating radar (GPR).

Introducción

El Proyecto Utica tiene como objetivo la investigación de la ciudad fenicio-púnica de Utica y su territorio en el I milenio a. C., así como la restauración y musealización de las áreas excavadas en el transcurso del proyecto. Éste se efectúa en el marco de una colaboración conjunta entre el Institute National du Patrimoine de Túnez (INP), la Universidad de Almería y la asociación científica Centro de Estudios Fenicios y Púnicos (CEFYP) en un periodo de tres años, renovable, en cumplimiento del acuerdo marco entre estas instituciones.

La campaña arqueológica prevista en 2010 en el área de la ciudad fenicio-púnica de Utica consistía en un levantamiento topográfico de la misma, la realización de una prospección geofísica en diversas áreas y la ejecución de sondeos estratigráficos en los sectores más interesantes, objeto de la prospección geofísica. Las circunstancias sobrevenidas en Túnez hicieron imposible completar el programa previsto, de manera que sólo pudo efectuarse, en una primera fase del trabajo, la prospección geofísica, cuyos resultados preliminares presentamos en este informe.

El trabajo de campo fue efectuado por los autores, que contaron en todo momento con el apoyo del personal del sitio arqueológico de Utica, perteneciente a la red de yacimientos visitables del Ministerio de Cultura tunecino (INP), y especialmente del director conservador, Dr. Taoufik Redissi y del operario encargado, Hedi al-Habib Sellini, a quienes agradecemos su colaboración.

El yacimiento de Utica

La antigua ciudad fenicia y romana de Utica se localiza cerca de la moderna localidad del mismo nombre, a unos 33 km al noroeste de la capital de Túnez (fig. 1a). Utica se ubica junto al antiguo curso del río Bagradas, que actualmente ha cambiado su recorrido desembocando más al Sur y recibe el nombre de Mjjerda. En la Antigüedad se emplazaba en el extremo Norte de una península situada al fondo de una profunda ensenada que servía de abrigado puerto natural. Hoy día la antigua bahía de Utica está colmatada por aluviones (Paskoff y Troussset 1992, Chelbi, Paskoff y Troussset, 1995) cuyo antiguo litoral está bordeado de yacimientos arqueológicos de época histórica (Chelbi, 1986). De hecho, las ruinas de Utica se sitúan a unos 14 km del mar en línea recta, que se encuentra en dirección este (fig. 1b).

De acuerdo con los datos recogidos en la *Carte Nationale des Sites Archéologiques et des Monuments Historiques del Institute National du Patrimoi-*



Figura 1a. Mapa de situación.



Figura 1b. Utica y la antigua línea de costa.

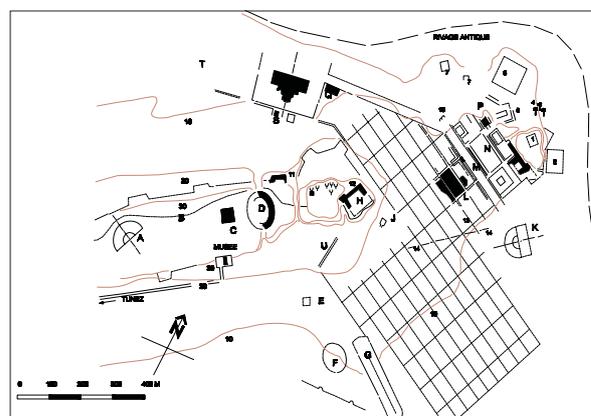


Figura 2. Planta de las ruinas de Utica (según Lézine, 1968).

ne tunecino, Utica se sitúa en las coordenadas UTM X594052,9402 e Y4100866,978. El punto de máxima altitud del yacimiento arqueológico es de 34 m, su extensión es de 104,051 ha y está contenido en un perímetro de 5.093 m.

La ciudad fenicio-púnica ocupaba una colina de unas 10 ha cuyo punto más elevado es de 13 m de altitud. Al sur y al oeste de la ciudad se disponían las necrópolis que posteriormente fueron cubiertas por las edificaciones romanas, las cuales se extienden por una gran superficie, como correspondía a la por mucho tiempo capital de la provincia romana de África (Lézine, 1966, 1968) (fig. 2).

Aunque de acuerdo con las fuentes clásicas Utica fue, después de Cartago, la más importante ciudad fenicia en Libia (Estrab. XVII, 3, 13), e incluso su fundación fue más antigua (Ps. Arist. *Mir. Ausc.* 134; Vel. Pat., I, II, 4; Sil. It., *Pun.* III, 241 Plin., *Nat. His.* XVI, 216), la investigación arqueológica moderna se ha ocupado casi exclusivamente de la ciudad romana (Lézine, 1968). Sólo las excavaciones de Pierre Cintas y E. Colozier en la necrópolis fenicio-púnica (Cintas, 1951, 1954; Colozier, 1954), cubierta en gran parte por la Utica romana, aportaron datos sobre la larga etapa prerromana, mientras que apenas existen informaciones sobre la Utica fenicio-púnica, a excepción de algunos restos de las fases más recientes, datables en los siglos III-II a. C., resultado de la expansión de la ciudad de época púnica y localizados casualmente bajo las construcciones romanas cuyas cimentaciones destruyeron esas fases anteriores, así como restos de

elementos constructivos de esos siglos (Février, 1957: 149; Lézine, 1968: 125, 129; Ferchiou, 1995).

Por ello, la orientación prioritaria del proyecto tunecino-hispano en Utica es la investigación de la ciudad fenicio-púnica, y en ese sentido se ha orientado la prospección geofísica efectuada en 2010.

La prospección geofísica de 2010: planteamiento y metodología

Se eligieron tres áreas de prospección situadas al norte, noroeste y sureste de la colina donde se situó la antigua ciudad fenicio-púnica (fig. 3). La elección tuvo lugar mediante una lectura de la topografía antigua de Utica, efectuada a partir de los distintos datos disponibles, tanto publicados como inéditos. En este sentido, un factor decisivo en la elección de las zonas de prospección ha sido el conjunto de la información de distintas exploraciones arqueológicas inéditas efectuadas en los últimos veinte años en el yacimiento, facilitada por los arqueólogos que las dirigieron, doctores Fati Chelbi y Taoufik Redissi, a quienes agradecemos vivamente su ayuda.

En las áreas escogidas, las construcciones romanas habían sido destruidas en el transcurso de los intensos trabajos agrícolas que afectaron al yacimiento en los siglos XIX y primera mitad del XX, por lo que es posible acceder casi de manera inmediata a los niveles fenicio-púnicos. Las zonas de prospección fueron denominadas I, II y III.



Figura 3. Localización de zonas prospectadas con geofísica. Fuente: elaborado a partir de Google 2009.

Zona I

Con una extensión de 50×50 m, es decir, 2.500 m^2 , se sitúa al norte de la colina ocupada por la ciudad fenicio-púnica. Esta zona correspondería al extremo norte de la ciudad, próximo a la antigua línea de costa (fig. 4). La existencia en la Zona I de cisternas romanas exentas atestiguaba la destrucción de las construcciones romanas, por lo que la superficie actual se sitúa, muy posiblemente, sobre la estratificación del I milenio a. C. El hallazgo en superficie de cerámicas de barniz negro parece confirmar esta apreciación.

Zona II

Se delimitó un polígono de 22×20 m, o sea 440 m^2 en un área también próxima a la línea de costa antigua al noroeste de la ciudad (fig. 5), cerca de la cual se efectuaron excavaciones arqueológicas inéditas que localizaron construcciones fenicio-púnicas hacia finales de los años noventa.

Zona III

Se planteó un rectángulo de 25×45 m, con una superficie de 1.125 m^2 en el área situada el sureste de la colina de la Utica fenicio-púnica (fig. 6). Se trata de un área totalmente inexplorada de la que no tenemos ningún dato, pero muy interesante desde el punto de vista de la topografía de las antiguas ciudades fenicias en el Mediterráneo, en cuanto a la localización de áreas industriales.

En total, la superficie de las tres áreas suma 4.065 m^2 , si bien en la Zona I hubo algunos sectores de pequeña extensión inaccesibles a los equipos de prospección en las que no se efectuó lectura alguna. Antes de realizar la prospección, se procedió en primer lugar a un desbroce previo, con el objeto de permitir el paso de los sensores magnéticos y de la antena georrádar. Este trabajo fue realizado con medios manuales y mecánicos bajo supervisión arqueológica.

A continuación, se procedió a la delimitación y estaquillado del terreno, creando un sistema local de referencia para cada una de las tres zonas a explorar



Figura 4. Panorámica de la Zona I.



364

Figura 5. Panorámica de la Zona II.



Figura 6. Panorámica de la Zona III.

que serán georreferenciados en la próxima campaña. Para ello, con posterioridad a los trabajos geofísicos en el campo, las estacas de madera fueron substituidas por clavos de hierro cementados para marcar los vértices de las áreas exploradas. Los métodos de prospección geofísica aplicados fueron magnetometría y radar de subsuelo.

Prospección magnética

En este estudio se ha aplicado el método de prospección magnética en modo pseudo-gradiente (Aspinall, 2008), que se realiza con la ayuda de dos sensores, situados a una distancia fija en la misma vertical, con el más bajo desplazándose unos 30 cm sobre el suelo



Figura 7a. Uso del magnetómetro en la Zona I.

y el alto a 1 m de distancia del primero. Los sensores van tomando lecturas de manera simultánea y luego se restan. El resultado de esta resta está exento de variación diurna y es un buen indicador de la presencia de materiales soterrados. La adquisición de datos transcurre a lo largo de perfiles separados por una distancia constante, en los cuales las lecturas están igualmente equiespaciadas, cubriendo de esta manera una malla regular (fig. 7a).

Para ello el terreno se dividió en sectores rectangulares. En cada sector los perfiles se efectuaron caminando a velocidad constante, en sentido S-N y N-S del sistema de referencia materializado con estacas. La separación entre los perfiles ha sido de 1 m y se han adquirido cinco muestras por segundo. A fin de homogeneizar las lecturas, el reparto de las muestras se ha efectuado mediante marcas electrónicas espaciadas cada 5 m, lo que supone aproximadamente dos muestras cada 10 cm.

En esta exploración se encontró una gran cantidad de chatarra férrica, a pesar de que en todos los casos se realizó una inspección visual previa que permitió la eliminación de una notable cantidad de ella (cables de acero, latas, restos de aperos, etc.). Pese a esta limpieza quedaron muchos restos férricos sobre el terreno y soterrados a poca profundidad; siempre que era posible, cuando se detectaban durante la adquisición de datos, se sacaba o desenterraba y se repetía el perfil. Pero aun así, los mapas de anomalías

magnéticas han quedado fuertemente perturbados. La zona menos contaminada ha resultado ser la Zona I, con lo que los datos aún son aprovechables, mientras que en las Zonas II y III, especialmente esta última, los mapas magnéticos han salido muy contaminados, hasta el punto de que no los hemos dado por válidos.

Rádar de subsuelo

El rádar de subsuelo (georrádar o GPR) es una de las modalidades de prospección geofísica usadas más frecuentemente en la detección de estructuras subsuperficiales (Conyers, 2004). Dentro de esta técnica, el método de prospección de perfiles de reflexión es el más usual en la adquisición de datos y consiste en desplazar una antena que emite pulsos de energía electromagnética en la banda de radio-frecuencia. Dichos pulsos viajan hacia el interior del terreno en forma de ondas electromagnéticas y, parte de la energía que transportan se refleja en las superficies de discontinuidades electromagnéticas encontradas, originadas por cambios de materiales y también por cambios en el contenido en agua dentro de unos mismos materiales.

En este estudio se ha utilizado como equipo transmisor-receptor un rádar de subsuelo monocanal modelo SIR 2000 (GSSI, Inc.) con una antena de 400 MHz, diseñada para explorar con buen detalle los



Figura 7b. Rádar de subsuelo en la Zona I.

primeros 3 m de profundidad. El trabajo de campo se realizó sobre la totalidad de las tres áreas prospectables, excluyendo únicamente las zonas de hondonadas o vegetación no desbrozada que impedían el paso de la antena (fig. 7b).

En todos los casos se efectuaron perfiles paralelos con separación de 50 cm entre ellos, a lo largo de cada perfil se tomó un dato (traza) cada 2 cm y la mayoría de las áreas se reconocieron con perfiles de ida y vuelta, pero hubo algún sector donde los perfiles se realizaron en el mismo sentido a fin de aprovechar mejor la superficie a explorar.

Al inicio de la adquisición de datos se realizó un calibrado del instrumento para adecuarlo a las condiciones locales que consistió en adaptar la rueda marcadora a la rugosidad del suelo y amplificar la ganancia de las señales para las diferentes profundidades.

Para el procesamiento de cada perfil rádar (radargrama) se ha utilizado el paquete específico Radan-6.5 de GSSI, pero para el tratamiento de imágenes 3D y la gestión de mapas se han utilizado programas de desarrollo propio y estándares de ofimática. Se han ensayado varios flujos de procesamiento multiseñal (Özdoğan, 2001) para cada zona y finalmente se ha optado por un tratamiento donde, aparte de la aplicación de filtros pasa-banda, los dos pasos más significativos han sido una migración de Kirchoff y una eliminación específica del bandeado horizontal residual. Una vez procesados todos los perfiles se ha procedido a

la reconstrucción 3D que empieza por ordenar los radargramas según la geometría de adquisición y promediar las amplitudes de reflexión espacialmente (Booth *et al.*, 2008). Con el volumen 3D construido, se procede a su análisis y manipulación con el objeto de confeccionar imágenes rádar 3D del subsuelo investigado: cortes horizontales, superficies alabeadas y anomalías volumétricas (Peña *et al.*, 2003).

Los resultados: niveles arqueológicos

Para las zonas I y II, el análisis de los radargramas ha permitido subdividir el subsuelo en tres niveles arqueológicos:

Nivel 1

Corresponde al tramo de suelo superficial. En general es de poco grosor, entre 0 y 20 cm de media, y está formado por materiales limo-arenosos con piedras sueltas. La imagen que el rádar obtiene para este nivel se caracteriza por ser una pequeña capa homogénea en la que se destacan reflexiones aisladas correspondientes a las piedras presentes. Evidentemente, en algunos sectores de las Zonas I y II donde afloran las estructuras, este nivel desaparece.

Nivel 2

Es el nivel de mayor interés arqueológico. Se sitúa por debajo del nivel anterior y alcanza los 3 m de profundidad máxima en algunos puntos. En algunos sectores se han podido distinguir tres sub-tramos:

- 2A) Es una primera capa de grosor irregular que no llega a superar el 1,25 m de profundidad, formada por fuertes reflexiones con geometrías organizadas que están relacionadas con estructuras arqueológicas.
- 2B) Le sigue otra capa también de espesor variable que en algunas zonas puede alcanzar hasta los 2,5 m de profundidad y que quizás responda a las cimentaciones de las estructuras del nivel superior.
- 2C) El último tramo con material arqueológico llega hasta los 3 m de profundidad y se caracteriza por reflexiones más atenuadas y dispuestas con geometrías menos claras, donde algunas de ellas muestran direcciones diferentes a los reflectores de los niveles anteriores. Se observa que en ciertos lugares las reflexiones se aglomeran y pierden nitidez, lo cual se interpreta como zonas de derrumbe.

Nivel 3

A partir de los 3 m se ha definido el último tramo asimilándolo al terreno natural donde no se detectan estructuras. En los radargramas suele ser un nivel homogéneo en el que la mayoría de las reflexiones registradas corresponden a los “ecos” de las reflexiones producidas en el nivel superior.

Los resultados: descripción geofísica de las estructuras detectadas

Partimos de la base de que la exploración geofísica ha detectado la existencia de estructuras soterradas, pero en algunas zonas las geometrías han sido poco claras para poder establecer con exactitud las morfologías de las mismas, máxime si tenemos en cuenta que muy probablemente haya habido una notable reutilización del material arqueológico, de modo que el grado de derrumbe y la ausencia de material dificulta la interpretación en algunos sectores explorados.

Zona I

En esta zona algunas estructuras afloran en superficie, pero no es hasta los 25 cm de profundidad cuando se manifiestan las primeras geometrías de los reflectores. Entre los 20 y 55 cm de profundidad, las estructuras que predominan son muros delimitando áreas de habitación de distinto tamaño en la mitad sur, y recintos con pavimentos en el cuadrante noreste (fig. 8). Estos últimos se hallan bastante arrasados y conectan con el techo de estructuras de mayor tamaño.

A partir de los 50-60 cm de profundidad continúa la zona de hábitat de la mitad sur y la esquina suroeste se halla enmascarada por reflectores planos que podrían indicar un gran espacio pavimentado. Por el contrario, en la esquina sureste desaparecen los débiles reflectores, pudiéndose interpretar que se trataba de muros de menor entidad y con derrumbe asociado (fig. 8). En esta zona de habitación la prospección magnética ha detectado dos lugares que han sufrido alta temperatura, quizá relacionados con estructuras de combustión o restos de incendio.

La importante trama de construcciones detectada en la mitad Sur posee dos tipos de orientaciones: los muros de los recintos están con rumbos N50W-N40E, mientras que el gran muro perimetral posee N30-N60E, aproximadamente.

En la parte central, a esta profundidad aparece de forma clara una canalización que cruza toda la zona estudio y posee también firma magnética. Casi en todo su recorrido se detectan estructuras asociadas a esta canalización, pero mientras que en la parte central estas estructuras están más derrumbadas y sólo aparecen a mayor profundidad en forma de recintos, en la parte este son más complejas y de mayor tamaño. Con probabilidad, algunos de estos gruesos reflectores con forma rectangular pueden ser cisternas. Más hacia la esquina Noreste, se describen una serie de recintos, algunos con pavimento, ya que están adosados a fuertes reflectores, en su mayoría planos.

Para profundidades superiores a los 1,25 m y hasta los 2 m se siguen apreciando las bases de las estructuras más potentes del nivel superior, como pueden ser grandes muros y pilares (fig. 8). A partir de los 2 m de profundidad aproximada (Nivel 2C) aparecen en la mitad Norte una serie de reflectores con orientaciones distintas. Evidentemente las imágenes en este tramo más profundo son menos claras, puesto que están afectadas por los ecos de las estructuras del

nivel superior, por la disminución de la energía de reflexión electromagnética en profundidad y por las propias estructuras profundas que probablemente se hallan con un mayor grado de derrumbe y dispersión.

Zona II

Entre los 35 y 85 cm de profundidad se detecta en el cuadrante noroeste un recinto de unos 4x6 m de plan-

ta y de unos 50 cm de grosor. Por debajo del muro sur de este recinto parece ubicarse una canalización o desagüe. Al sur de este recinto, en sus proximidades, se localizan una serie de reflexiones formando una estructura de difícil interpretación. Hacia el noroeste parece como si la trama de construcciones continuase fuera de la zona explorada (fig. 9).

En la parte sur, a partir de los 50 cm de profundidad, se ha detectado un reflector lineal que entra por el lado este en Y=6 m y sale por el lado X=5 m. El análisis de los radargramas que lo cruzan indica que

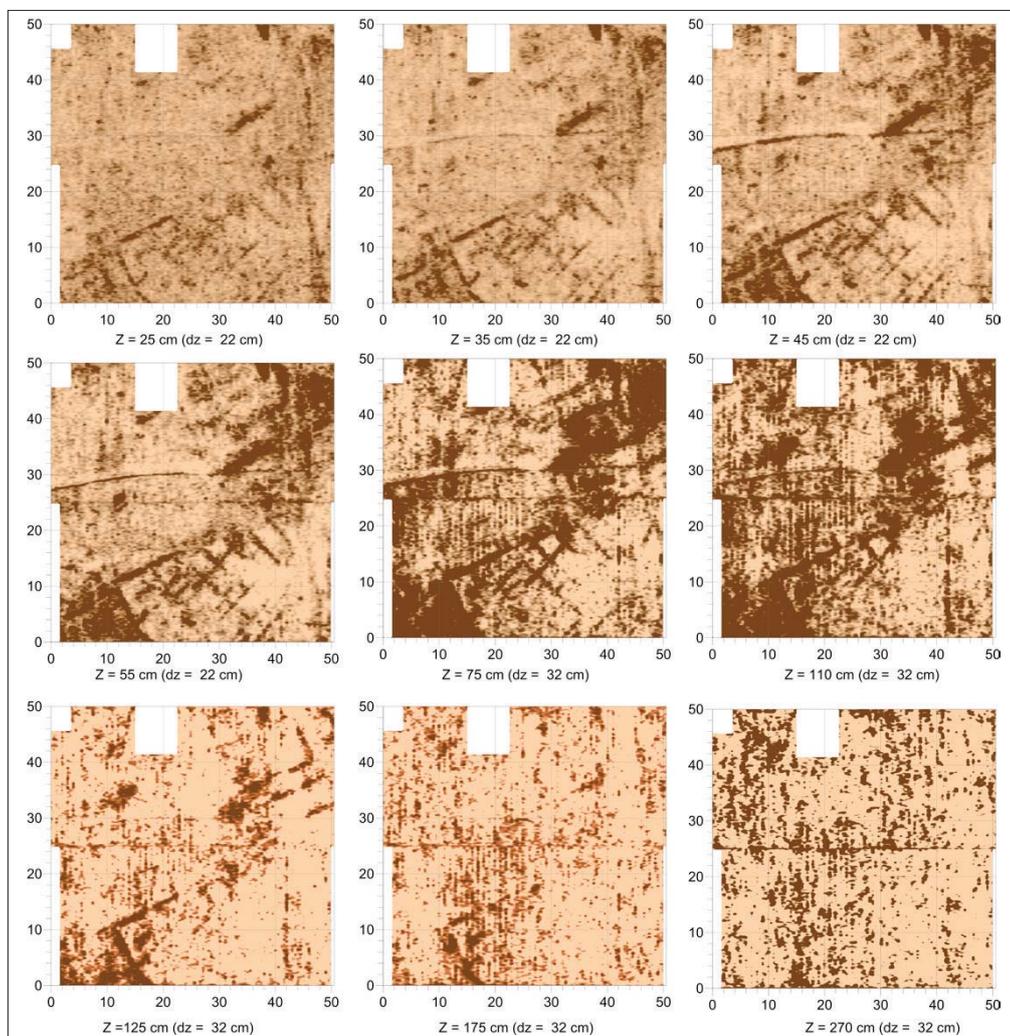


Figura 8. Imágenes de georrádar en la Zona I. Esta sucesión de cortes horizontales a distintas profundidades permite ver la evolución de las estructuras reflectoras. Unidades en metros.

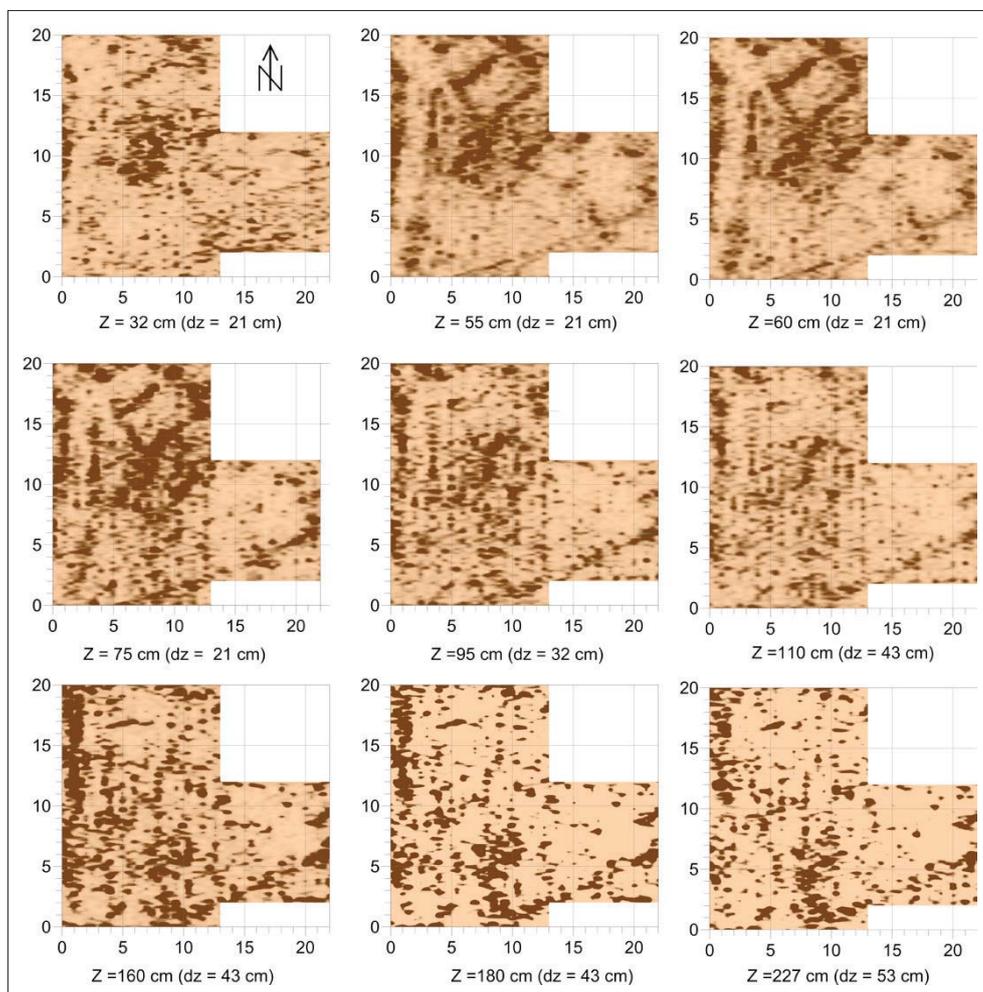


Figura 9. Imágenes de georrádar en la Zona II. Esta sucesión de cortes horizontales a distintas profundidades permite ver la evolución de las estructuras reflectoras. Unidades en metros.

podiera tratarse de una canalización cuya morfología recuerda bastante a la de la canalización central de la Zona I. Asociada a esta estructura se aprecia una franja situada al norte con débiles reflexiones que parecen describir recintos. Tanto la baja amplitud como la impronta entrecortada de estos reflectores indican que debe tratarse de estructuras muy arrasadas. En la mitad del lado oeste se ha localizado una especie de muro grueso que se extiende en profundidad.

A profundidades superiores a 1m desaparecen las reflexiones correspondientes al gran recinto, pero se sigue detectando la base de la canalización, el muro

lateral este y la estructura indeterminada central. En este tramo la distribución de las reflexiones es más dispersa; hecho que se ha interpretado como una capa de “transición” y/o de derrumbe (fig. 9).

A partir del 1,5 m de profundidad aparecen unas reflexiones en forma de recintos situados al suroeste de la canalización sur que están acompañadas de una serie de rasgos lineales (fig. 9). Al igual que sucede en la Zona I, en los tramos inferiores las imágenes son menos claras. La interpretación de la canalización sur es más indeterminada que la canalización central de la Zona I, ya que el análisis detallado de los ra-

radargramas indica que también puede tratarse de un muro u otro tipo de estructura hidráulica.

Zona III

En esta zona la mayor acumulación de material arqueológico se halla en la parte norte del terreno explorado, en él las estructuras se caracterizan por albergar sillares de considerable tamaño con una geometría en planta poco concreta, lo que implica un derrumbe generalizado.

Junto con estas estructuras se han detectado algunas reflexiones de tipo hiperbólico alineadas horizontalmente, que podrían deberse a canalizaciones o desagües. En la parte central se ha localizado una estructura rectangular que tiene continuación en profundidad, y hacia el suroeste se halla un recinto rectangular de unos 60 cm de grosor (fig. 10).

A profundidades mayores, en la parte sur, se detectan una serie de reflexiones que a pesar de estar bastante enmascaradas por el ruido de fondo y los posibles derrumbes presentan geometrías distintas a las estructuras superiores.

Para esta zona, en toda la prospección georrádar se aprecia un moteado generalizado que acompaña, a la vez que difumina, a los principales reflectores. El análisis individualizado de los radargramas indica que este moteado se debe a derrumbes y/o a piedras de gran tamaño que se hallan dispersas entre el material de relleno.

370

Conclusiones

La prospección geofísica confirma la existencia de estructuras arqueológicas en las tres zonas exploradas. La Zona I presenta, al menos, tres conjuntos de estructuras superpuestas alineadas con orientaciones distintas, lo que debe responder a fases constructivas diferentes. En esta zona parecen distinguirse áreas de habitación estructuradas y delimitadas perimetralmente, así como canalizaciones, posibles cisternas y pavimentos y otras estructuras de gran envergadura difíciles de interpretar. Es muy probable que la mayoría de estos sistemas constructivos correspondan a la ciudad fenicio-púnica, aunque aún pueden quedar construcciones de época romana; en especial en la esquina noreste.

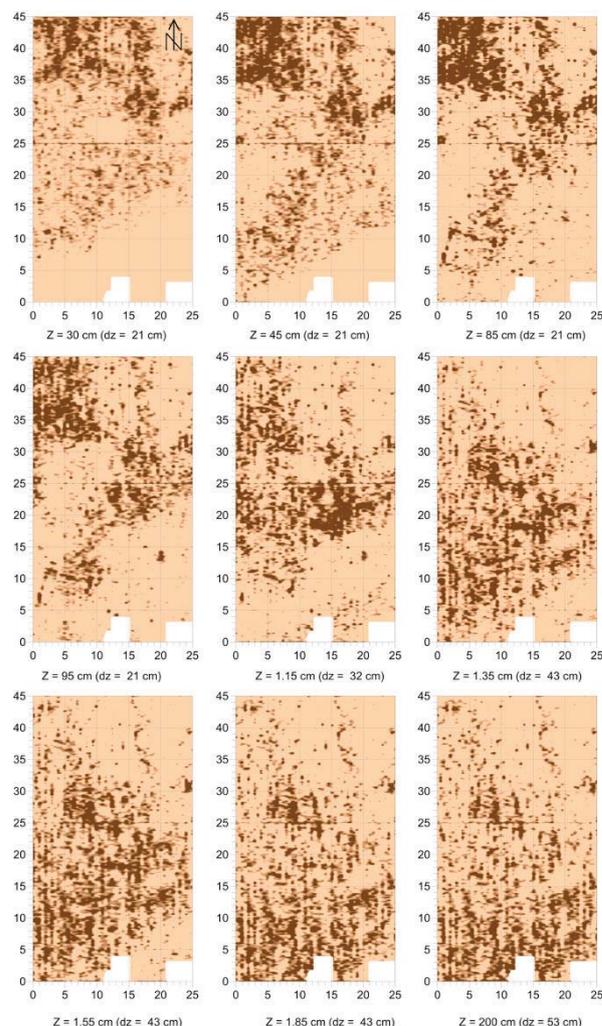


Figura 10. Imágenes de georrádar en la Zona III. Esta sucesión de cortes horizontales a distintas profundidades permite ver la evolución de las estructuras reflectoras. Al estar la zona de estudio en pendiente, las profundidades se hallan referidas a la cota más alta; parte norte. Unidades en metros.

En la Zona II también se han localizado estructuras, si bien alguna más superficial podría corresponder a restos de casas de adobes modernas similares a otras cercanas cuyos fundamentos se aprecian en superficie. Sólo la retícula de estructuras más difusas situadas a mayor profundidad podría ser antigua, aunque no es posible determinar de qué periodo.

La Zona III ofrece una lectura arqueológica más difícil, aunque también apunta a la existencia de, al

menos, dos fases constructivas antiguas, de las que quizá la más profunda sea fenicio-púnica.

Las tres zonas ofrecen un alto potencial investigador y serán objeto de sondeos arqueológicos en la campaña de excavación de 2011, si bien la Zona I plantea *a priori* mejores posibilidades para el desarrollo de una excavación en extensión que permita obtener una amplia lectura secuencial y espacial de la Utica fenicio-púnica, que cumpla con los objetivos definidos en el proyecto.

Bibliografía

- ASPINALL A.; GAFFNEY C., y SCHMIDT, A. (2008): *Magnetometry for Archeologists*, Altamira Press, Lanham, MA.
- BOOTH A. D.; LINFORD N.; CLARK R., y MURRAY T. (2008): "THREE-dimensional, Multi-offset Ground-penetrating Radar Imaging of Archaeological Targets", *Archaeological Prospection*, 15: 93-112.
- CHELBI, F. (1987): "Prospection archeologique dans la region de Bizerte (1986)", *REPPAL*, 3: 71-115.
- CHELBI, F.; PASKOFF, R., y TROUSSET, P. (1995): "La baie d'Utique et son évolution depuis l'antiquité. Une réévaluation géoarchéologique", *Antiquités Africaines*, 31: 7-51.
- CINTAS, P. (1951): "Deux campagnes de fouilles à Utique", *Karthago. Revue d'archéologie africaine*, 2: 5-88. — (1954): "Nouvelles recherches à Utique", *Karthago. Revue d'archéologie africaine*, 5: 89-154.
- COLOZIER, E. (1954): "Nouvelles fouilles à Utique", *Karthago. Revue d'archéologie africaine*, 5: 156-161.
- CONYERS, L. B. (2004): *Ground-penetrating radar for archaeology*, Altamira Press, Walnut Creek, CA.
- FERCHIOU, N. (1995): "Stucs puniques hellénistiques d'Utique", *Antiquités Africaines*, 31: 53-79.
- FÉVRIER, P. A. (1956): "Une campagne de fouille à Utique, 1957. Rapport préliminaire", *Karthago. Revue d'archéologie africaine*, 7: 139-151.
- LÉZINE, A. (1966): "Utique. Notes de topographie", *Mélanges d'archéologie et d'histoire offerts à André Piganiol*, Paris: 1241-1255. — (1968): *Carthage. Utique. Etudes d'architecture et d'urbanisme*, Paris Éditions du CNRS. — (1971): "Utique. Note d'archéologie penique", *Antiquités Africaines*, 5: 87-93.
- YILMAZ, Ö. (2001): *Seismic data analysis: processing, inversion, and interpretation of seismic data*, Stephen M. Doherty editor, *Society of Exploration Geophysicists*.
- PASKOFF, R., y TROUSSET, P. (1992): "L'ancienne baie d'Utique: du témoignage des textes à celui des images satellitaires", *Mappe Monde* 1: 30-34.
- PEÑA J. A., y TEIXIDÓ T. (2003): *Las superficies alabeadas como método alternativo de visualización de los datos georádar 3D*, Documento interno, AGA-A2-10.
- SURFER V110 (2010): *Surface Mapping System*, Golden Software Inc. <http://www.goldensoftware.com>.
- VOXLER V2 (2006-2010): *Volumetric Visualization Package*, Golden Software, Inc. <http://www.goldensoftware.com/>.