

Criterios

Análisis geoarqueológico del sector meridional de Baelo Claudia (Tarifa, Cádiz)

C. Alonso Villalobos* > R. Ojeda Calvo* > L. Ménanteau** > F. J. Gracia Prieto***

Resumen

El IAPH, a través de su Centro de Intervención, en colaboración con el Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia ha venido desarrollando desde 1999 un proyecto de investigación geoarqueológica en el sector meridional de la ciudad romana, al objeto de contribuir a una más exacta delimitación del asentamiento y a la mejora de las medidas cautelares necesarias para la protección y conservación de la zona arqueológica y su entorno. Las actuaciones se han encaminado a completar las lagunas de conocimiento existentes sobre el urbanismo de Baelo en este sector y conocer la forma de contacto de la ciudad con el mar.

Desde una perspectiva interdisciplinar, se han aplicado técnicas de análisis geofísico, geotécnico, geomorfológico y arqueológico, para poder restituir la paleomorfolología litoral de la ensenada de Bolonia en la Antigüedad, valorar sus posibilidades portuarias, y evaluar el peligro potencial que representa la situación de retroceso costero que se viene produciendo desde hace unas décadas

Palabras clave

Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia
Tarifa
Cádiz
Investigación
Patrimonio arqueológico
Yacimientos arqueológicos
Protección del patrimonio Histórico
Historia
Sondeo geotécnico
Prospección geofísica
prospección arqueológica con sondeo
Arqueología subacuática
Puertos

Introducción

Como respuesta a necesidades concretas de alimentación, abrigo, transporte y comercio, a lo largo de la historia los seres humanos han ido desarrollando diferentes modelos de uso y ocupación del territorio, condicionados todos ellos por el medio en el que fueron planteadas. Algunos de ellos, a consecuencia del carácter cambiante del marco geográfico sobre el que se asientan, pueden llegar a verse en la actualidad privados de una lectura interpretativa lógica, descontextualizados de la posición geoestratégica originaria para la que fueron ideados. Este hecho se constata con mayor frecuencia en los yacimientos costeros, enclavados sobre la zona más dinámica y cambiante del planeta (Gracia et al., 1999 y 2000).

A lo largo de los siglos, condicionados por la geológica de la zona, la tectónica, los grandes cambios climáticos (glaciarismo) y del nivel del mar (eustatismo), y un largo número de factores entre los que también se cuentan procesos de origen climático (tempestades), sísmico (tsunamis) (Campos, 1992; Soloviev et al., 2000; Alonso et al. 1997) y antrópicos, vienen actuando sobre la morfología y el equilibrio costero (Ferreira et al., 2000). Un leve pero significativo cambio del nivel del mar puede, por ejemplo, llegar a generar grandes transformaciones sobre estos ecosistemas, reduciendo sus capacidades productoras y provocando graves problemas de estabilidad en los mismos, hasta el extremo de hacerlos inhabitables. Este tipo de fenómenos y su inverso (es decir, leves descensos eustáticos), han sido históricamente una realidad recurrente y tienen su origen en una serie de oscilaciones climáticas cuyos procesos y origen astronómico es conocido desde hace décadas (Milankovitch, 1941).

Olvidándose de ello, la investigación histórico-arqueológica ha venido interpretando los asentamientos humanos costeros desde la perspectiva de la realidad paisajística reciente, sin pensar en las fuertes transformaciones que a lo largo de los siglos había sufrido el paisaje. En los últimos años, a raíz principalmente del notable progreso habido en la geomorfología y la geodinámica litoral tanto conceptual, como metodológica y técnicamente, cada vez son más los estudios e investigadores que hacen referencia a la necesidad de llegar a un conocimiento pleno de los asentamientos humanos dentro de la realidad histórica y paisajística que los generó (Chouquer, 2000), recurriendo al método de análisis geoarqueológico como el más adecuado para ello.

En este sentido fue entendido desde su origen el proyecto cuyos resultados presentamos, siguiendo la línea de investigación ya iniciada por otros en asentamientos como Cesarea Maritima (Rabán et al., 1996), Alejandría (Goiran et al., 2000), Biblos (Frost et al., 2000), Oliva (Pascualini, 2000; Vella et al., 2000), Sidón (Morhange et al., 2000) y Marsella (Hesnard, 1994) (entre otras) de cara a analizar la problemática de su descontextualización respecto al ambiente costero, fluvial y/o lagunar en el que fueron creados y a identificar el emplazamiento de sus antiguas zonas portuarias.

* Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH). Consejería de Cultura. Junta de Andalucía
 ** Laboratoire Géolittomer-Nantes. LETG - UMR 6554. Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) y Universidad de Nantes. Francia
 *** Departamento de Geología. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Cádiz

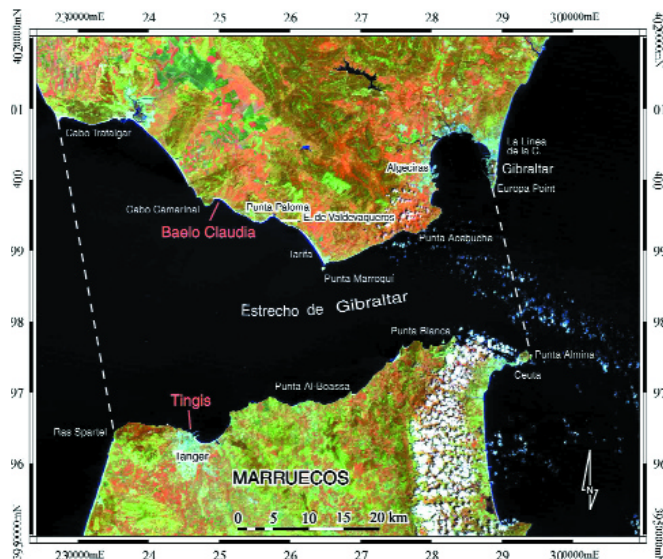


Fig. 1

1. Baelo Claudia: emporio de salazones y puerto de embarque hacia el norte de África

Enclavada en la zona norte de la ensenada de Bolonia, la ciudad hispano-romana de Baelo Claudia tuvo su origen en la privilegiada situación geoestratégica que ocupó en medio del estrecho de Gibraltar (Fig. 1)² (Alonso et al. 1978, 2003).

Desde época fenicio-púnica hasta la república romana, Carteia, la primera colonia latina creada fuera de Italia (171 a.C.), fue el puerto base para la geoestrategia de la zona. Emplazada en la bahía de Algeciras, junto a la desembocadura del Guadalquivir (vía natural de penetración hacia el interior de la Bética), fue utilizada por la flota de Varron en el 46 a. C. (D.C., 43.31) y la de Pompeyo (B.H., 37). Pero la nueva política atlántica de Roma iniciada por Cesar al objeto tanto de conseguir la explotación directa de esta ruta comercial oceánica (Chic, 1995) y la conquista y anexión para el Imperio de las tierras del antiguo reino de Mauritania Tingitana, fueron circunstancias que vinieron a marcar el inicio de una nueva organización geopolítica en el estrecho del Gibraltar. Como heredero de César y continuador de su política (August. R.G., 26.2), Augusto fue el encargado de pacificar tanto las tierras de la nueva provincia, como las aguas del estrecho y el Mediterráneo, luchando eficazmente contra la piratería (R.G., 25.1) (Gonzalbes, 1988). Tingis (antigua capital del reino mauritano) puerta y puerto de África, será elevada en este momento a la categoría de municipio romano (38 y 25 a. C.; D.C., 48. 45. 3), convirtiéndose en cabeza de puente para la relación con la vecina Bética. En el mismo sentido, se reubicaron y/o fundaron nuevos núcleos urbanos (Iulia Traducta, Iulia Izoa y Tingintera: Str., 3.1.8.; Plin., H.N., 5.2) y se asentaron guarniciones militares en Lixus, Zelis, Banasa y Babba (Plin., H.N. 5.2.), a fin de controlar la navegación atlántica y las rutas interiores del comercio tingitano.

Era necesario para Roma en esta circunstancia, establecer en la vertiente norte del estrecho una ciudad que cumpliera el papel de cabeza de puente para el control de la nueva ruta africana. Carteia, situada en la parte oriental, al fondo de la actual bahía de Algeciras, se encontraba visiblemente desplazada del eje de Tingis (en la parte occidental y sobre la vertiente atlántica), lo que hacía la navegación entre ambos puntos difícil y arriesgada. Ello debió influir sin duda en la decisión de buscar un lugar de enlace más directo y seguro: Baelo Claudia. La proximidad entre ambas ciudades (visibles entre sí en condiciones atmosféricas normales) (Ménanteau et al., 1983) y las

especiales condiciones climáticas e hidrológicas de la vertiente occidental del Estrecho, gracias principalmente a la existencia de un sistema de corrientes marinas que facilita considerablemente la travesía entre ambos puntos, convirtieron a la ensenada de Bolonia en un lugar privilegiado en este sentido, a pesar de su relativo aislamiento respecto al interior de su comarca (Alonso et al., 2003)³.

Es en este sentido, tal como han apuntado también otros autores (Gonzalbes, 2000), en el que se debe entender la promoción de Baelo Claudia y su papel de "... puerto donde generalmente se embarca hasta Tingis "(Str., 3.4.8).

La fundación de Baelo Claudia se remonta a los últimos años del siglo II a. C., pero no será hasta los siglos I y II d.C. cuando esta ciudad alcance su máximo esplendor urbanístico, político y administrativo. Promovida a la categoría de municipio romano en tiempos del emperador Claudio o Nerón (Álvarez, 2002), se convirtió en una ciudad plenamente imperial provista de teatro, termas, mercado y un amplio foro en torno al cual se situaban tiendas y los principales edificios religiosos-administrativos; todo ello diseñado siguiendo el estilo más puramente vitrubiano. El yacimiento, en el que se viene excavando desde principios de los años 20 del siglo XX (sobre la historiografía de este yacimiento, véase la síntesis realizada por (S. Dardaine, 1983 y P. Sillièrre, 1995), fue declarado Conjunto Arqueológico por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía en 1989, mostrándose hoy al visitante como uno de los mejores ejemplos del legado cultural romano en la Península Ibérica.

Pero, si bien los textos clásicos describen Baelo Claudia como puerto y como ciudad de comercio y transporte de viajeros en tránsito hacia África, la investigación histórico-arqueológica, hasta el presente, no se había ocupado de conocer las verdaderas posibilidades portuarias de este enclave. La falta de estudios en este sentido y la tendencia generalizada de analizar e interpretar los enclaves costeros de espaldas al mar que les dio origen, han contribuido a que, en la actualidad permanezcan aún sin respuesta muchas incógnitas sobre el urbanismo del sector meridional y las características portuarias de Baelo.

2. Origen y génesis del proyecto

2.1. Origen y objetivos

El proyecto de investigación del sector meridional de Baelo Claudia fue ideado al objeto de delimitar, mediante el uso de técnicas

060 - 061

Crterios

Análisis geoarqueológico
del sector meridional de
Baelo Claudia
(Tarifa, Cádiz)

PH43 - Abril 2003

no destructivas, la zona sur del Conjunto Arqueológico hasta su contacto con el mar. Entre sus objetivos se planteó, por una parte, la necesidad de conocer la trama urbana al Sur del decumanus maximus, delimitando el cierre meridional de la muralla entre la denominada Puerta de Gades y la zona industrial de salazones situada a pie de playa; y por otra, indagar la forma en que la ciudad entraba en contacto con el mar, a fin de esclarecer, tal como se había apuntado (Alonso et al., 1978), la posible existencia de estructuras portuarias bajo la playa y marismas contiguas.

El planteamiento del proyecto fue realizado desde la perspectiva de una metodología geoarqueológica basada en la aplicación de técnicas no destructivas de análisis geofísico y geotécnico, con el propósito de poder localizar y caracterizar posibles restos de estructuras conservados en el sector costero inmediato a la ciudad, tanto por encima como por debajo de la línea de bajamar, a cuyos efectos se diseñó una campaña de prospecciones arqueológicas subacuáticas.

Para cubrir tales objetivos, trabajaron conjuntamente técnicos del Centro de Intervención y del Centro de Arqueología Subacuática del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, contando para ello con la colaboración de especialistas en geología y dinámica marina de la Facultad gaditana de Ciencias del Mar y del laboratorio Géolittomer-Nantes, perteneciente al Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) y la Universidad de Nantes (Francia).

2.2. Metodología y fases de actuación

La mayoría de los trabajos desarrollados en esta línea de investigación sobre antiguas ciudades portuarias (Cesarea Marítima, Alejandría, Biblos, Olbia, Sidón, Marsella, etc.) han servido para mostrar que sobre el litoral actúan diferentes procesos geomorfológicos que deben ser tenidos en cuenta, tanto espacial como temporalmente, para conocer e interpretar cualquier zona de ocupación humana dentro de su realidad paisajística, histórica y arqueológica.

Hasta hace unas décadas, era frecuente que la investigación histórico-arqueológica, olvidándose de estos factores, estudiara los asentamientos humanos costeros desde la perspectiva de la realidad paisajística reciente, sin pensar en las fuertes transformaciones habidas en estos paisajes a lo largo de los siglos. Frente a ello, como hemos comentado, cada vez más son los investigadores que apuntan la necesidad de conocer los yacimientos en el marco de la realidad paisajística en que fueron creados (muy especialmente en el medio litoral) (Chouquer, 2000). Ello sólo es posible si se aborda desde una perspectiva geoarqueológica y multidisciplinar, analizando el emplazamiento y su territorio no sólo desde la óptica histórico-arqueológica, sino también geomorfológica y geodinámica, aplicando para ello técnicas de análisis geofísico, geotécnico, geoquímico, paleobiológico, etc. con la confianza de obtener datos significativos de un medio en el que, muy posiblemente, las huellas de las antiguas formas y estructuras costeras hayan desaparecido en su casi totalidad por efecto de la acción erosiva del mar y sus agentes.

El proyecto sobre Baelo Claudia ha sido diseñado en esta línea (Alonso et al. 2003b), atendiendo, no sólo a la evolución de las secuencias estratigráficas del litoral emergido, sino también al sumergido, con la esperanza de que los diferentes factores morfodinámicos que han intervenido en el proceso de conformación costera (variación eustática, corrientes litorales y mareales, vientos, actividad sismotectónica y antrópica, etc.) hayan dejado huellas de su evolución a lo largo de las distintas épocas históricas.

En el marco del proyecto que nos ocupa se iniciaron cuatro líneas de trabajo diferentes que se fueron desarrollando conforme se planteaban las necesidades de análisis y comprobación:

Prospecciones geofísicas de la zona de actuación, practicadas, según la zona, combinado métodos de resistividad eléctrica y magnética.

Análisis geotécnicos del terreno realizado mediante caracterización estratigráfica y datación de muestras obtenidas mediante sondeos.

Estudio físico del medio, mediante el análisis morfológico, altimétrico y dinámico de las diferentes unidades que lo conforman.

Prospección arqueológica con sondeos practicada tanto en el medio terrestre como en el subacuático³ con el fin de caracterizar las anomalías detectadas.

3. Análisis geofísico y geotécnico

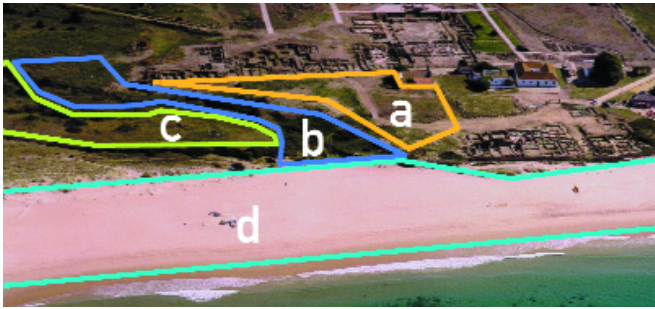
3.1. Antecedentes

Incluida en el Proyecto de Investigación como uno de sus principales puntales, la prospección arqueofísica practicada respondía también a una demanda de colaboración planteada desde la propia dirección del Conjunto Arqueológico al IAPH con el fin de ir completando el conocimiento del trazado urbano del yacimiento por medio de métodos de investigación no destructivo.

Ya con anterioridad a nuestra campaña, Baelo había sido objeto de estudio por medio de la aplicación de técnicas geofísicas con diferentes resultados desde los años 60 de la anterior centuria.

En 1980, en el marco de un amplia investigación sobre Baelo y su entorno (Ménanteau, et al. 1983), se realizó una nueva campaña de prospección eléctrica a cargo, esta vez, de la Casa de Velázquez y la Universidad de Tours, dirigida por L. Ménanteau y A. Kermovant respectivamente. Su objetivo era conocer el subsuelo de la playa actual, localizándose durante los trabajos dos tipos de anomalías: una frente a las fábricas de salazones, interpretada como una especie de terraplén o plataforma que avanzaba hacia el mar; y la otra, lineal y paralela al mar, localizada frente a la ciudad, a lo largo de la playa, e interrumpida justo delante de la anomalía anterior.

Fig. 2



En 1993 la Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía efectuó una nueva campaña a cargo del Servicio de Investigación y Difusión del Patrimonio Histórico. Su objetivo era definir las estructuras enterradas en el sector, aún sin excavar, del foro y las termas ante las necesidad múltiple de intervenir sobre el mismo para su consolidación y restauración, tener mayor información de cara al proyecto de realizar una maqueta de toda la zona excavada y semiexcavada de la ciudad y, por último, completar algunas de las lagunas existentes sobre el urbanismo de la ciudad en ese sector. La ejecución de los trabajos técnicos fue encargada a la empresa Terra Nova Ltd., realizándose éstos entre 1993 y 1994 bajo la dirección de D. Jordan y F. Tixier. En esta ocasión se emplearon complementariamente técnicas de resistividad eléctrica y magnéticas, centrándose la intervención al norte del decumanus maximus, en los dos sectores sin excavar a ambos lados del Foro. Los resultados permitieron caracterizar con gran detalle la trama urbana en el sector oriental, no resultando tan positivos para la occidental.

3.2. Las prospecciones magnéticas y eléctricas de 1999

Dados los buenos resultados obtenidos entre 1993 y 1994 por parte de Terra Nova Ltd. en el análisis geofísico del sector al norte del decumano máximo, se decidió encargarles la prospección prevista dentro de nuestro proyecto.

En las anteriores campañas habían constatado que Baelo Claudia es un yacimiento difícil de analizar geofísicamente debido a diferentes motivos: remociones de la superficie del terreno; presencia de amontonamiento de terreras de antiguas campañas arqueológicas; falta de regularidad en las propiedades geofísicas del sustrato; existencia de suelo rocoso en la zona norte; presencia de abundantes restos metálicos y de alambradas, etc.. En este sentido, la existencia en el sector urbano meridional de una potente capa de vertido de escombros con alto índice de restos pétreos, metálicos y cerámicos (procedente en su gran mayoría de antiguas excavaciones) podía interferir la señal provocada por potenciales estructuras arqueológicas. Por ello, se acordó que, para minorar estas interferencias, se debía retirar la mayor cantidad posible de escombros y vegetación por medios mecánicos, labor que se fue realizada desde el propio Conjunto Arqueológico.

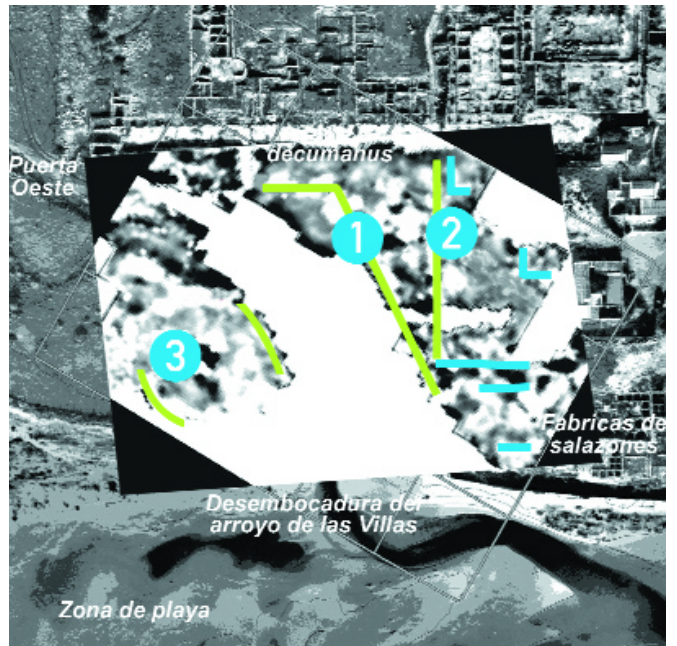
Atendiendo a las diferentes características y problemáticas que presentaba el terreno para su estudio, el área de actuación fue dividida en cuatro zonas (Fig. 2):

A. Zona intramuros SO, comprendida entre la Puerta de Gades, el decumano máximo, la orilla izquierda del arroyo Las Villas y la playa.

B. Las riveras del arroyo Las Villas en su tramo anterior a la desembocadura.

C. Sector extramuros de la parte occidental del asentamiento; entre el pinar y la orilla derecha de la actual desembocadura del arroyo Las Villas.

Fig. 3



D. Sector de la playa, entre el pinar localizado al O del Conjunto arqueológico (Necrópolis Oeste) y el extremo oriental del asentamiento.

El sector intramuros

Para el interior de la ciudad se diseñó una prospección por medios magnéticos con el fin de detectar cualquier estructura importante que estuviese elaborada con ladrillos, tegulae u opus signinum. Este mismo tipo de prospección se aplicó a lo largo de la ladera situada en la margen derecha del arroyo, donde las interferencias por escombros modernos eran mucho menos significativas. Por su parte, para la prospección eléctrica se eligió un sistema de electrodos capaz de profundizar en el terreno entre 1 y 2 m., cota a la que se suponían los restos arqueológicos a cartografiar.

Debido a la abundante presencia de detritos metálicos y escombros, el registro magnético del sector intramuros se vio fuertemente contaminado, por lo que no pudo obtenerse una lectura nítida y aislada de las estructuras arqueológicas, a excepción de un alineamiento magnético negativo potencialmente asociado a un gran muro de piedra en dirección NO-SE casi paralelo al cauce del arroyo (¿muralla?) (Fig. 3, 1) y otros posiblemente relacionados con la estructura de casas y la continuación hacia el sur de la calle contigua al macellum (Fig. 3, 2).

El cauce del arroyo de Las Villas

Para detectar anomalías claras a lo largo del fondo del cauce se llevaron a cabo dos grupos de transeptos de sección vertical, utilizando selecciones de electrodos geminados. Este enfoque permitió generar imágenes del corte vertical de la estratigrafía del valle fluvial y lograr una lectura más nítida del perfil y de cualquier anomalía localizada en él. Por este método se pudo confirmar que existen anomalías, posiblemente arqueológicas, que discurren tanto a lo largo del paleocauce, como atravesándolo y encauzándolo, y que la anchura del antiguo canal fluvial era muy superior al del riachuelo estacional que actualmente discurre junto a la ciudad.

El sector suroeste

Esta área presentaba menor número de interferencias magnéticas que el sector intramuros. Las anomalías detectadas pueden ponerse en relación (sólo en algunos casos) con muros sepultados, mientras que en el resto se asocian muy posiblemente a vertidos modernos de escombros con restos de ladrillo. La prospección

062 - 063

Criterios

Análisis geoarqueológico
del sector meridional de
Baelo Claudia
(Tarifa, Cádiz)

PH43 - Abril 2003

eléctrica documentó la presencia de importantes estructuras soterradas, si bien la imagen obtenida carece de detalle. La configuración y el trazado de esas anomalías confirma que se trata de una zona de alto potencial arqueológico, cuyo estudio puede aportar una importante información respecto de la ocupación y diversidad de usos en este espacio extramuros (además de los ya conocidos como necrópolis y barrio industrial). Baste recordar en este sentido la localización por esta zona (al Oeste del arroyo) de una enigmática estructura excavada parcialmente por P. Paris, G. Bonsor, A. Lamounier, R. Ricard y C. de Mergelina (Paris et al., 1923) cuya ubicación exacta se desconoce actualmente; así como los restos de un potente muro (emergente y muy destruido por el mar) situado más al Sur, junto a la playa (Fig. 4).

Se trata, pues, de un sector de gran interés arqueológico en la que los registros obtenidos muestran además la imagen de muros curvilíneos que parecen configurar una gran estructura circular construida posiblemente sobre bancales en la desembocadura del arroyo. En su centro se observan restos emergentes de muros con revestimientos de opus signimum y otras anomalías (rectas y curvilíneas) generadas por otros posibles muros (Fig. 3, 3).

La prospección magnética de la zona más próxima a los pinares resultó poco relevante, si bien permitió identificar, gracias a las interferencias de los detritos cerámicos, la presencia de incineraciones funerarias (la necrópolis Oeste de Baelo). Toda la zona norte de este sector, hasta donde se supone se prolonga dicha necrópolis, fue inaccesible para la prospección magnética debido, principalmente, al elevado número de detritos metálicos existentes y a la presencia de una alambrada. No obstante algunas de las anomalías definidas pueden corresponder a tumbas.

La playa

Debido a las propiedades geofísicas del suelo de la playa el contacto eléctrico resulta extremadamente difícil, por lo que se decidió diseñar una campaña magnética en extensión para este sector cuyos límites abarcaban desde el extremo oeste (fijado por el límite del pinar) hasta el eje de la denominada Calle de las Columnas del barrio industrial. La zona fue prospectada mediante una red de transectos (dispuestos cada 10 m.) perpendiculares y paralelos a la línea de costa y a las anomalías detectadas con anterioridad (1980) por Kermovant y Ménanteau⁴, fijándose parámetros que permitieran localizar posibles estructuras arqueológicas sepultadas hasta una profundidad de 3 metros.

En 1980 se registraron cambios de resistividad que apuntaban la posible presencia de una capa de material más duro. Para detectarlos y en previsión de que estos pudiesen estar provocados por la geología o estructura del terreno subyacente, se planificó una densa prospección eléctrica de multi-profundidad como complemento a la magnética, utilizando selecciones de electrodos y un sistema de enchufe multi-electrodos sensible a anomalías perpendiculares a la playa, en vez de que estuviesen dispuestas a lo largo de la misma. Las prospecciones de este tipo son lentas, por

Fig. 5. Columna estratigráfica de los sondeos geotécnicos de la playa de Bolonia.

(Localización véase Fig. 12, S1, S2, S3 y S4):

Leyenda: 1, arenas eólicas de playa. 2, arenas y gravas de origen fluvio-litoral. 3, gravas y arenas de origen fluvial. 4, limos y arcillas con gravas; capa de inundación fluvial característica de una laguna costera con aportes fluviales. 5, arcillas de color verde y ocre. 6, margas y arcillas grises cretácicas del Armachal (Terciarias).

lo que fue imposible realizar un barrido en extensión, seleccionándose a tal efecto dos zonas de la playa próximas al mar⁵.

La prospección magnética detectó pocas anomalías, lo que en un primer momento llevó a pensar en la inexistencia de materiales arqueológicos en esta zona, a no ser que estuviesen sepultados a una profundidad superior a los 2 m. (cota máxima de penetración para la que había sido diseñada la prospección). No obstante en el informe se reconoce que probar la ausencia de restos arqueológicos siempre es más difícil que demostrar su presencia, por lo que dejaban abierta la posibilidad de futuros hallazgos. En el sector más occidental se detectaron interferencias magnéticas (quizás de opus signinum) dispersas por la zona donde existen restos de piletas de salazones arrasadas por efecto de la erosión marina, parte sin duda de un conjunto industrial que debe ponerse en relación con las piletas detectadas en sondeos arqueológicos efectuados por la Casa de Velázquez sobre el cordón costero próximo⁶. Frente al barrio industrial de salazones una potente anomalía asociadas (con ciertos márgenes de duda) mostraba la presencia en la zona de restos de barcas y modernos aparejos de pesca. Al oeste de la desembocadura del arroyo el alto nivel de ruido indicaba la posible presencia de materiales arqueológicos metálicos o cerámicos, junto al que se registró una forma alargada de dirección N-S provocada posiblemente (según se pensó en ese momento) por la estructura o geología del terreno. Otra zona con alto índice de ruido magnético se concentraba en la misma desembocadura, siendo interpretada como detritos arrastrados por el arroyo de las Villas.

La incertidumbre sobre el origen de los registros que reconocía Terra Nova, puesta en relación con las malas condiciones meteorológicas reinantes durante los trabajos⁷, llevaron a la propia empresa a proponer la realización de un nuevo barrido eléctrico a lo largo de toda la playa⁸. Quedaban pues abiertas dos nuevas vías de estudio para esta zona: la prospección eléctrica de la misma a diferentes profundidades y en extensión; y la caracterización del subsuelo de la playa mediante sondeos geotécnicos, técnica mediante la cual era posible comprobar la estratigrafía, naturaleza y profundidad de la roca natural bajo la playa, factores estos puestos en relación con el origen de algunas de las anomalías más interesantes. La disponibilidad de nuevos medios y recursos tras la incorporación al proyecto del equipo del laboratorio Geolittomer-Nantes animaron a seguir en ambas direcciones.

3.3. Sondeos y ensayos geotécnicos

Como complemento a la primera campaña de prospección geofísica, en diciembre de 1999 se contrataron los servicios de la empresa Vorsevi, S.A. para que llevase a cabo una serie de sondeos mecánicos de rotación (perforaciones de pequeño diámetro - 86 mm.-) que permitieran conocer la naturaleza del subsuelo mediante la extracción de testigos continuos (Fig. 5).

Los resultados obtenidos del análisis sedimentológico practicado en los laboratorios de la Facultad de Ciencias del Mar de la



Fig. 4-A

Universidad de Cádiz, permitieron confirmar que, en el pasado, la morfología costera de la Ensenada de Bolonia era diferente de la actual, apreciándose el tránsito progresivo desde ambientes restringidos (con marismas y limos propios de espacios lagunares fluvio-litorales) hasta situaciones cada vez más expuestas a la influencia marina (playa). Sobre la base del sustrato margoso (de edad Cretácica), se reconoció la presencia de una media de 4 metros de depósitos más recientes, cuya caracterización permitió identificar diferentes niveles de gravas con alto porcentaje de grano fino, correspondientes a episodios de inundación fluvial del interior de la laguna litoral, separada del mar abierto sin duda por una barra arenosa hoy desaparecida. La datación mediante ^{14}C de fragmentos de conchas muestreados del sondeo 1 (Fig. 5, S-1) permitió, por su parte, datar el momento de actividad de este sistema lagunar costero con anterioridad al 1850 a. C., indicando estos niveles y el espesor del nivel superior de limosos que sella la muestra la larga persistencia de este ambiente lagunar.

Si bien no fue posible identificar materiales arqueológicos asociados a los sondeos geotécnicos (salvo un posible resto de material de construcción en el sondeo S-4, fosilizando los últimos niveles de gravas) (Fig. 5, S-4), la posterior campaña de sondeos arqueológicos sobre playa permitió conocer que estos episodios fluviales sobre la laguna persistían durante la etapa de actividad de la ciudad romana, siendo durante o con posterioridad a la misma cuando se produjo la fase de retroceso costero que genera la actual morfología de playa expuesta.

Gracias a la campaña geotécnica se pudo concluir que algunas de las anomalías geofísicas que habían sido detectadas en la subplaya por encima de los 3 metros de profundidad -y para las que se había supuesto un origen geológico o estructural del terreno- debían tener un origen diferente, pues no se pudo detectar ningún salto ni interferencia estratigráfica que pudiera dar origen a las mismas. Quedaba, pues, abierta la puerta hacia la última de las actuaciones previstas: la prospección eléctrica en extensión de la playa, posible gracias a la incorporación al proyecto del equipo humano y técnico del laboratorio Géolittomer-Nantes encabezado por Loïc Ménanteau.

4. La prospección de resistividad eléctrica con sondeo arqueológico

Los trabajos de prospección de playa mediante resistividad eléctrica se planificaron desde un primer momento para estudiar el contacto entre ésta y la ciudad, delante del sector industrial salazonero, donde en 1980 se obtuvieron lecturas de resistividad con sistemas similares. El área de estudio fue no obstante ampliada, alcanzando: hacia el Oeste, hasta la zona donde la presencia de ruidos magnéticos en la prospección de 1999 apuntaba anomalías de naturaleza geológica que los sondeos geotécnicos descar-



Fig. 4-B

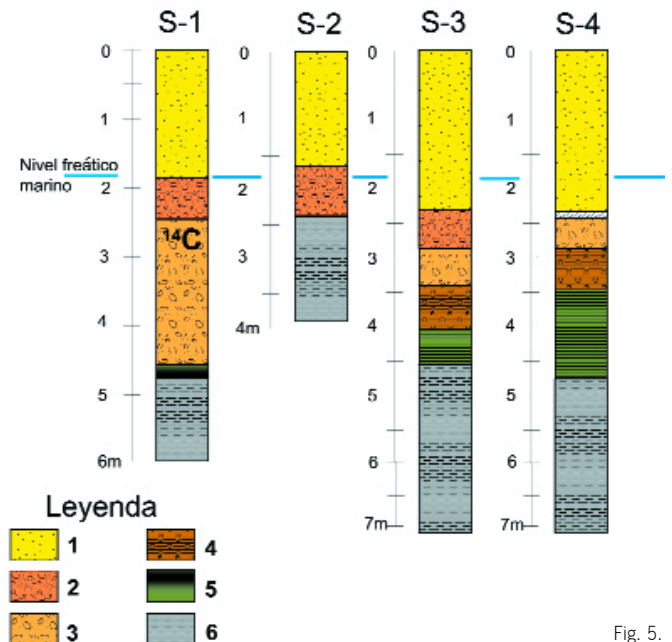


Fig. 5.

taron como tal; y hacia el Este, hasta cubrir todo el sector de playa cercano a la ciudad.

Al objeto de tener resultados concluyentes y precisos sobre la localización y naturaleza de las anomalías que se fuesen detectando, se ideó un sistema de trabajo en el que, en paralelo a la prospección eléctrica, se efectuaba un levantamiento topográfico de precisión (modelo numérico del terreno o MNT)⁹ de toda la franja costera por medio del GPS diferencial, posicionando tanto las zonas de prospección como los puntos de las anomalías de máxima resistividad. Ello permitió el tratamiento e integración digital de las imágenes y la restitución gráfica en 3D de toda la documentación generada, tanto en la prospección como en los sondeos arqueológicos.

Los sectores prospectados entre 2000 y 2001 fueron tres (Fig. 6)¹⁰:

- > El extremo occidental de la playa, donde en superficie se conservan indicios de una factoría de salazones arrasada, detectada por la prospección magnética.
- > El extremo oriental donde, hasta el momento, no se había efectuado ningún tipo de estudio a pesar de la presencia de restos bajo las dunas de la playa, ya conocidos con anterioridad.
- > La zona central, frente al barrio industrial y el cardo de las Columnas, sector donde el registro magnético y las prospecciones eléctricas de Kermovant y Ménanteau (1980) habían aportado más información y, por tanto, auguraban mayores posibilidades de éxito.

4.1 Resultados de las prospecciones eléctricas

Las medidas de resistividad eléctrica (en ommios) fueron tomadas en esos sectores con la ayuda de un resistivímetro ADR-97 (Sistemy Pomiarowe "Elmes") en modo K (Twin-Probes) (Fig 7),

064 - 065

Criterios

Análisis geoarqueológico
del sector meridional de
Baelo Claudia
(Tarifa, Cádiz)

PH43 - Abril 2003

efectuándose la correlación y plasmación cartográfica de estos por medio de los programas Excel y Surfer-7.

Este aparato de origen polaco ya había sido probado con magníficos resultados en terreno de marismas (Boujot et al., 2001; Cassen et al., 2001), pero nunca en playa, medio sobre el que la toma de medidas de resistividad eléctrica resulta más compleja. Los resultados conseguidos con este sistema fueron muy positivos, comprobándose en todos los sectores prospectados que los máximos valores de resistividad aparente se concentraban paralelos al mar, por encima de una misma cota (entre las curvas de nivel de los 3 y 5 m. sobre el nivel del mar) (Fig. 6).

La zona frontera a la denominada Calle de las Columnas fue prospectada tanto durante la campaña de 2000 como en la del 2001. Los dos sectores analizados en el 2000 mostraban una alineación (en sentido E-O) con valores máximos de resistividad a ambos lados de la salida de este eje urbano, marcando además una prolongación o pasillo hacia el mar de dirección NE-SO. En el sector contiguo (al Oeste), donde tiene su salida otro de los ejes urbanos hacia la playa, se obtuvo un registro similar con el mismo tipo de señal. Ambas fueron puestas en relación desde un primer momento con la huella dejada por la infraestructura de posibles espigones portuarios de madera adentrándose en el mar.

En el año 2001 este mismo sector fue prospectado en extensión hasta conectar con los registros obtenidos del extremo oriental. Ello permitió cartografiar con detalle la presencia de una fuerte anomalía lineal que discurre por la parte alta de la playa (Fig. 6), en paralelo al barrio meridional de la ciudad. Si bien en los registros la señal de la alineación E-O eran nítida, a partir de los 80 m. hacia el Este desde la Calle de las Columnas, esta se mostraba alterada. Sólo la realización de los sondeos arqueológicos posteriores permitió conocer que el origen de la señal era la presencia de una rampa construida a lo largo del contacto entre la ciudad y el mar (véase más adelante Sondeo III) (Fig. 11), y que el motivo de la visible alteración de los registros era el arrasamiento a que todo este sector costero había sido sometido (a lo largo de al menos 200 m.) como consecuencia del embate del mar.

Dados los buenos resultados se decidió experimentar cambiando el tipo de prospección y diseñando nuevas pasadas con sistema diferente. Las cartografías obtenidas fueron sorprendentes. Con el uso de una retícula de prospección menor (con mediciones cada 0,5 m. en vez de cada 1 m.) se pudo comprobar la mayor precisión en los registros, permitiendo incluso reconocer la distribución de los sillares existentes sobre la rampa. Por otro lado, utilizando una mayor separación entre los polos de medición (Fig. 7), distancia entre M y N) se observó la mayor capacidad de penetración de la señal, detectándose restos enterrados incluso bajo el freático marino.

En el sector más oriental de la playa los registros obtenidos fueron similares, permitiendo cartografiar con precisión las zonas

Fig. 6. Registro de resistividad eléctrica del sector Este de la playa. En rojo los máximos valores de resistividad, relacionados con las mayores concentraciones de material constructivo.

donde se concentraban estructuras o restos procedentes de la destrucción de las mismas. La presencia, de un gran conjunto constructivo ejecutado ganando terreno al mar por medio de su relleno mediante potentes capas de limos y arenas (Fig. 9, C), no fue reconocida, sin embargo con claridad. El motivo fue la lectura errónea que transmitía la presencia de los niveles impermeables de limos, muy conductivos y húmedos, si bien, una vez analizado el registro con posterioridad a conocer arqueológicamente su tipología y extensión, se pudo observar que, efectivamente, éste mostraba una clara inversión de los valores de resistividad indicando la presencia de la estructura.

Debido a la falta de tiempo, la prospección del sector Oeste de la playa no pudo efectuarse. Sólo se practicaron en él unos tests de comprobación, cuyos resultados sorprendieron por el altísimo contraste de los valores de resistividad y la disposición lineal de los mismos. Pensamos que el estudio en extensión del sector con este método puede arrojar interesantes sorpresas de cara al mejor conocimiento de la ciudad y su infraestructura portuaria.

Sondeos Arqueológicos:

El año 2000 se realizaron sólo tres sondeos arqueológicos con la finalidad de comprobar la efectividad de la nueva aplicación, y documentar la naturaleza y constitución de las anomalías detectadas geofísicamente. En todos los sectores prospectados los máximos ruidos se concentraban paralelos al mar, por encima de una misma cota (entre las curvas de nivel de los 3 y 5 m. sobre el nivel del mar). Pero debido a una avería del GPS los sondeos no pudieron ser posicionados con exactitud sobre las zonas de máximo resistividad eléctrica aparente, practicándose estos por debajo de las zonas de mayor interés. Aún así, en el **Sondeo A** se hallaron estructuras murarias (tres estructuras murarias en fábrica de mampostera¹¹) y restos de material constructivo dispersos en los otros dos sondeos. Este hecho indicaba la posibilidad de que las máximas anomalías se debiesen a elementos de mayor potencia, lo cual se pudo comprobar en la campaña siguiente.

El tercer sondeo (**Sondeo C**), a diferencia de los dos anteriores donde la playa había sido erosionada completamente por efecto de temporales recientes, presentaba su estructura laminada sin alterar, bajo la cual subyace una unidad estratigráfica deposicional de arenas marrones con grava y, finalmente, el sustrato de arcilla margosa gris, localizado a igual cota (0'260 m s.n.m.) que en el sondeo geotécnico.

Con el mismo fin de documentar la naturaleza y constitución de las anomalías eléctricas en la prospección geofísica de 2001 se efectuaron seis sondeos arqueológicos, empleando para ello medios mecánicos y manuales (Fig. 6):

- > Tres en el sector Este, próximos (al extramuros) del que suponemos ángulo Sureste de la ciudad (Sondeos I, II y V).
- > Uno más hacia el oeste, junto a la actual escalera de bajada a

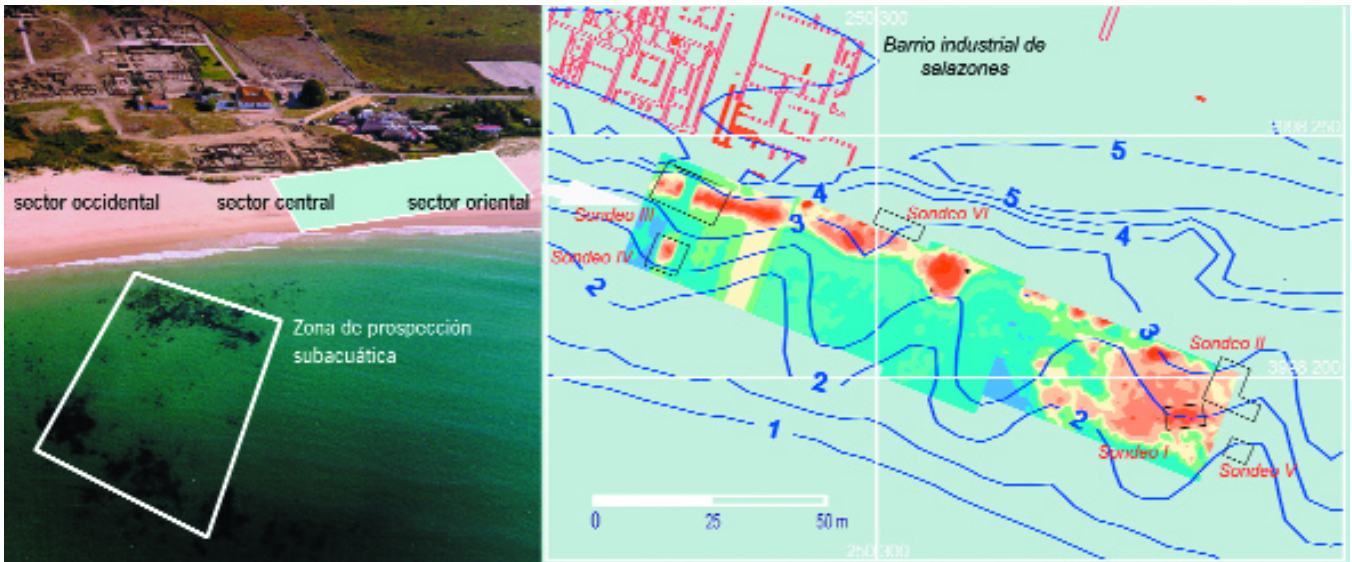


Fig. 6

la playa, sobre el talud del cordón arenoso que conforma la cabeza de la playa (Sondeo VI).

> Dos en la zona central frente a la denominada Calle de las Columnas (Sondeo III y IV).

> Dos en el extremo Oeste de la zona de actuación, próximo al potente muro erosionado que se localiza en el talud de playa, al oeste de la desembocadura del arroyo Las Villas (Sondeos VII y VIII).

Todos ellos se diseñaron con la finalidad de profundizar al menos hasta la cota del nivel freático (a -1.90 m. de media bajo la playa actual). A continuación resumimos los resultados de estos sondeos y para no extendernos en demasía sólo haremos referencia expresa a las unidades estratigráficas más relevantes:

El **Sondeo I**, de 5x2 m. de planta final, se abrió en un punto donde se habían detectado fuertes valores de resistividad. Tras retirar la arena de playa reciente, se excavó una unidad estratigráfica deposicional hasta -2,83 m. con gran cantidad de material pétreo disperso (mayoritariamente piedras sin trabajar de mediano y pequeño tamaño mezcladas con artefactos contemporáneos, cinco sillares de calcarenita descontextualizados y un bloque de piedra oscura local. Todo el material pétreo presentaba escasas huellas de rodamiento, conservando sus aristas afiladas, lo que junto a la inexistencia de piedras de procedencia marina, hace pensar que su origen es fruto de la destrucción de estructuras muy cercanas. De los cinco sillares documentados (de 50 cm. de altura cada uno), dos presentan huellas de labra específica: uno con orificio -descentrado- de 12 cm. de diámetro que lo traspasa y el otro tenía una de sus caras con corte en ángulo recto encontrándose surcado longitudinalmente por una acanaladura de 6 cm. de anchura, lo que induce a pensar en un sillar que formara parte de un vano.

Esta unidad es, pues, producto del embate marino sobre antiguas estructuras pétreas, descansando sobre otra (UED-4 a - 3,25 m.) compuesta por gravilla fluviales, localizada justamente en el punto donde aflora el freático que impedía proseguir con el sondeo. En resumen, se trata de una estratigrafía similar a los sondeos 2 y 3 del año 2000, donde (en el segundo) se comprobó que aproximadamente a - 3 m. bajo el estrato de gravas, la estratigrafía no estaba alterada por temporales recientes y mostraba presencia de materiales cerámicos romanos sin contaminación.

El **Sondeo II** (Fig. 6), al Oeste del anterior y próximo a la necrópolis ubicada al S de la Puerta de Carteia, se efectuó tomando

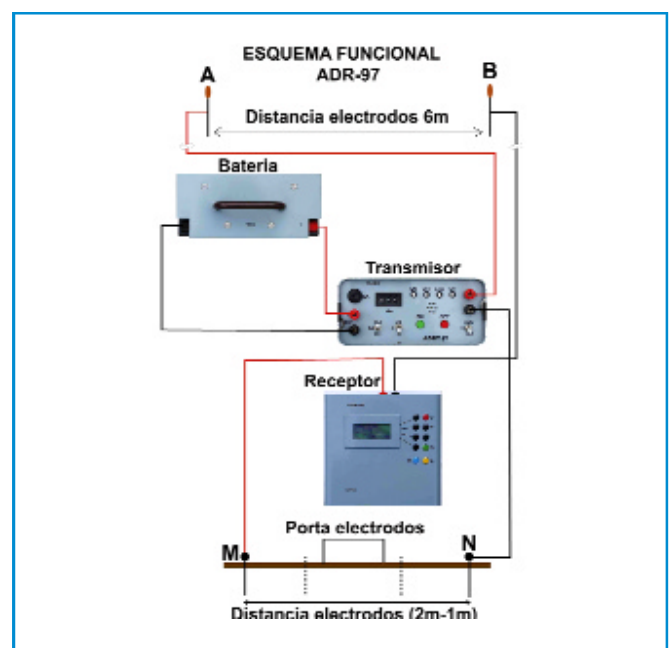


Fig. 7

como eje el muro occidental (UEV-6) (Fig. 8) de una estructura muraria que aparece en superficie semicubierta por la arena, cerca de la cual los temporales de invierno hacen aflorar algunas más. El objeto de éste era documentar la/s cota/s de suelo romano a partir de una estructura aún en pie y, desde ella, bajar buscando el origen de las fuertes anomalías detectadas en la prospección geofísica. El sondeo tuvo unas dimensiones iniciales de 6 x 9 m. permitiendo caracterizar la UEV-6 como el muro occidental de cierre de una edificación de funcionalidad y dimensiones desconocidas, construida en fábrica de mampostería careada (calcarenita) a la que se añaden dos sillares de acarreo moldurados. La esquina NO -única que hemos limpiado al retirar los escasos cm. de arena superficial que la cubrían- lleva un sillar como piedra angular. Este muro mide unos 50 cm. de espesor y tiene 7'5 m. de longitud conservada desde la esquina NO, aunque debió alcanzar, como mínimo, los 8 m. Su extremo meridional y el muro de cierre sur, paralelo a la línea de costa, fueron destruidos muy posiblemente por el efecto del embate del mar, lo que provocó la pérdida de gran parte del recinto interior de la construcción, de tal modo que, al quitar cuidadosamente la arena superficial de la actual playa, quedó visible un corte en sección del interior de ese ámbito. Se trata de una estratigrafía

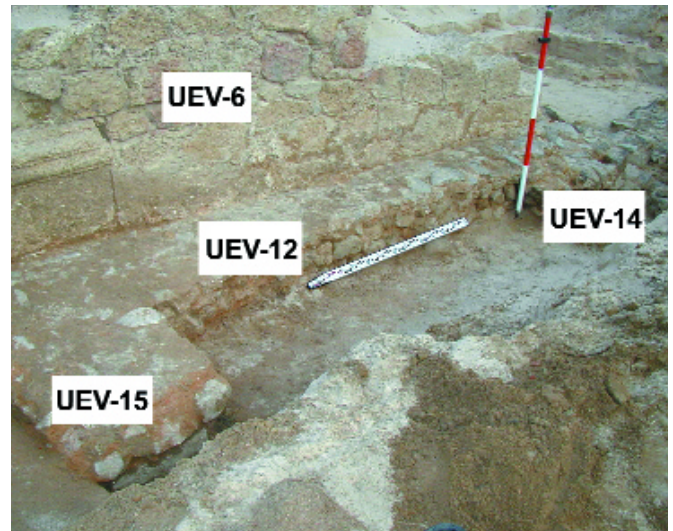
066 - 067

Crterios

Análisis geoarqueológico
del sector meridional de
Baelo Claudia
(Tarifa, Cádiz)

PH43 - Abril 2003

Fig. 8



inalterada de la que se extrajo una cantidad mínima (penetramos sólo 25 cm. bajo la duna), al objeto de recoger algún material que ayudara a fechar el último momento de utilización de ese ámbito. De arriba a abajo encontramos una estratigrafía buzada hacia el sector central y compuesta por las siguientes unidades:

- > UED-26: tierra anaranjada (arcillosa), mezclada con arena de playa y pequeños fragmentos cerámicos. Tiene unos 12 cm. de potencia media.
- > UED-9: arena mezclada con tierra muy ennegrecida (humus). Tiene unos 17 cm. de potencia media. Se ha recogido un borde de cazuela común que, fundamentalmente se conoce entre la 1ª mitad del siglo I d.C. y la 2ª mitad del siglo II d.C.
- > UED-11: tierra suelta de color pardo. De 13 a 20 cm. de potencia media. El escaso material datable tiene un amplio margen de uso, entre el siglo I y el III d.C.

No se prosiguió con este pequeño sondeo al interior de la estructura porque ello nos haría desviarnos de los objetivos marcados en el proyecto, donde la datación de esta estructura queda relegada a un segundo plano. La funcionalidad de la construcción de la que este muro formó parte nos es desconocida (¿mausoleo?), pudiéndose fechar, por la pervivencia de los tipos de material recogido, en un momento indeterminado entre los siglos I y III de nuestra Era. Nos inclinamos a pensar en un momento algo avanzado, habida cuenta que la estructura aprovecha para su cimentación parte de una gran edificación construida con anterioridad (la UEV-12) como a continuación comentaremos.

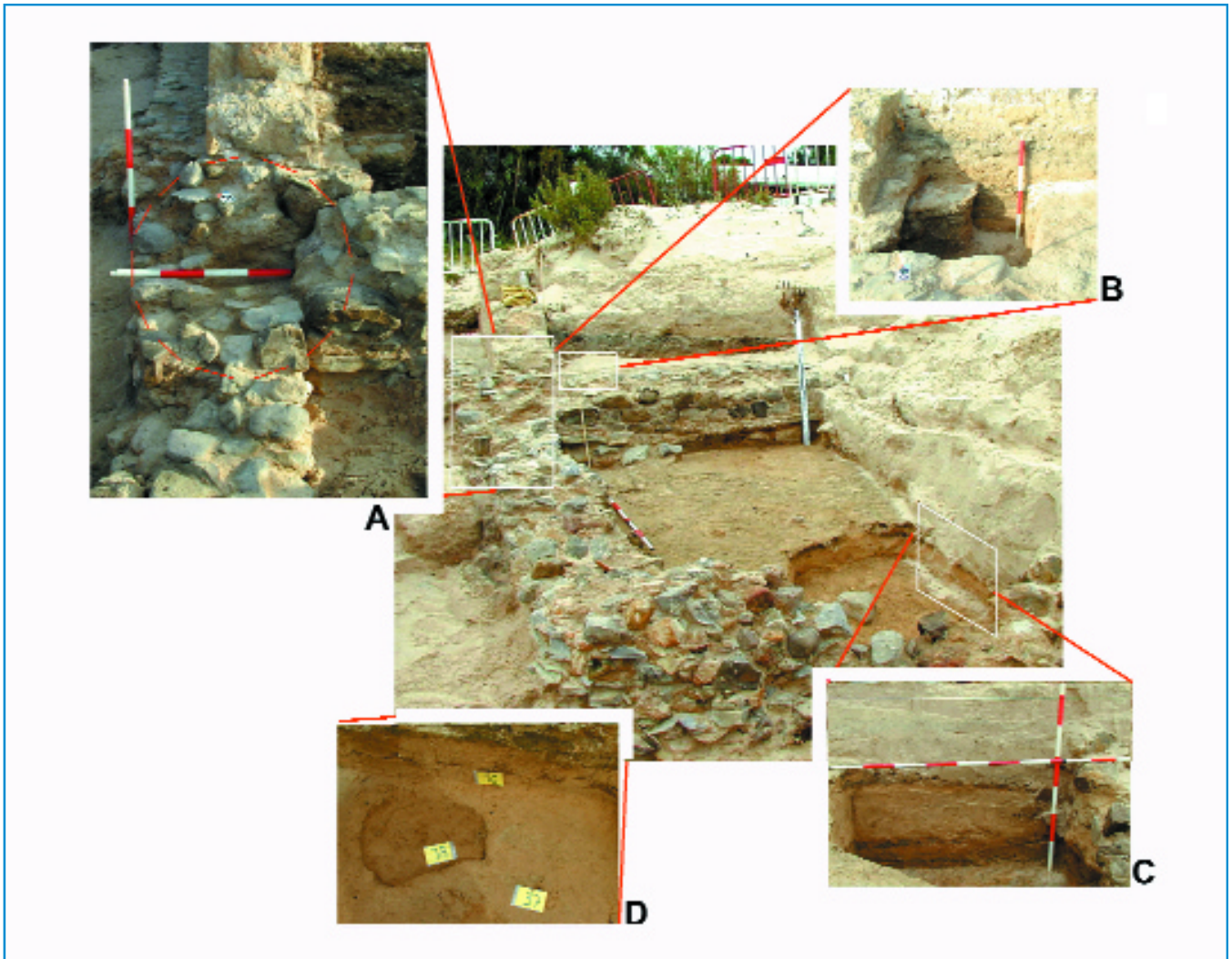
Bajo la arena de playa actual encontramos en el resto del corte una extensa unidad estratigráfica deposicional de origen antrópico compuesta por limos, arcillas y material menudo de machaqueo (compuesto por pizarras, margas y cerámica) de gran compacidad. La hallamos en todo el sondeo como relleno de los ámbitos configurados por una serie de estructuras de mampostería que vamos a describir faltando tan sólo en aquellos sectores que se han visto afectados por la erosión marina que se ha "comido" este relleno tras destruir las fábricas de mampostería que lo contenían¹². La UEV-12, sobre la que apoya la anterior, consiste en una estructura de mampostería fabricada con piedra de Tarifa trabada con mortero de cal y arcilla anaranjada. Su interfaz vertical no lleva los mampuestos careados y éstos son de mediano tamaño, aunque si está perfectamente alisada y nivelada la interfaz horizontal superior. Este detalle y el hecho de que la UED-8 no presente huellas de zanjas de cimentación y se adose a sus paredes en todo su alzado (incluso, se mete por sus intersticios), induce a pensar que se trata de un cimiento o de una obra de infraestructura (más adelante abundaremos en este punto). Bajo la UED-8 se excavaron diversas unidades deposicionales donde se alterna la arena de playa con otras unidades deposicionales idénticas a la UED-8.

Los límites de la gran estructura o infraestructura de la que formó parte el muro UEV-12 sobrepasan las dimensiones del sondeo, incluso cuando éste se amplió unos metros hacia el S, el E

y el O¹³ (Fig. 9). De este muro, que mide 70 cm. de grosor, salen en dirección E otros dos muros perpendiculares y paralelos entre sí: la UEV-17 (el muro más septentrional) y la UEV-23 (la más meridional y, por tanto, la más afectada por el embate del mar). Desconocemos los límites orientales de estas dos estructuras porque ambas se meten en el perfil E del sondeo, aunque, al menos, se prolongan 5 m. más, como pudimos comprobar al ampliar el corte hacia el E. Por el O y por el S no se documentaron más construcciones pero la prolongación de los rellenos alternos impermeabilizantes indica que deben o debieron existir otros muros para su contención hacia esos frentes.

Las numerosas embestidas del mar han producido, durante los temporales, pérdidas de piezas de la fábrica, desvirtuándolas, así como grandes grietas y fisuras que nos hacían dudar sobre las relaciones estratigráficas de estas estructuras (los muros de orientación E-O parecían adosarse al que discurre en dirección N-S). No obstante, tras una inspección detallada de los mampuestos más gruesos se comprobó que, en algunos casos, estos se encuentran embutidos a caballo entre dos estructuras (Fig. 9, B). A ello hay que añadir que son fábricas de mampostería de idéntica anchura. Parece evidente, además, que la gran cantidad de piedras localizadas al retirar la arena que cubría las estructuras en el sector más meridional del sondeo se debe a la descomposición de estas fábricas.

Si en principio identificamos éstas con los cimientos de la estructura emergente de la que formó parte la UED-6 pronto se descartó esta posibilidad teniendo en cuenta factores como: su orientación (unos grados desplazada al Oeste respecto a la estructura que se le superpone) la existencia de una delgada interfaz entre ambos muros, donde, bajo los sillares de acarreo, tuvieron que colocar un pequeño recalce compuesto mayoritariamente por piedras de pequeño tamaño compactadas con arena y escasa cal; el hecho de que la UEM-12 es una estructura necesitada de estribos o contrafuertes por ambas caras, de los que hemos podido documentar tres: dos en su frente O (Fig. 8) y uno en la cara E¹⁴ (Fig. 9, B); que la composición de los rellenos a ambos lados de esta potente construcción son unidades estratigráficas deposicionales de origen antrópico, dispuestas alternativamente en un mismo momento: por un lado, diversos estratos impermeabilizados a base de limos, arcilla y material de machaqueo (pizarras, margas y cerámicas)¹⁵ y por otro, diversas capas de arena de playa (con algo de tierra en su composición)¹⁶ (Fig. 9, C). Además, la delgadez del paramento de la estructura que se le superpone hace suponer que la edificación de la que ésta formó parte no estuvo necesitada de una infraestructura tan sólida.



La presencia de materiales contemporáneos depositados sobre la UED-8 (plásticos y ladrillos de gafa) y la existencia de manchas de alquitrán y gotas de pintura acrílica sobre mampuesto de la UEV-23, indican que estas estructuras quedaron a veces parcialmente desenterradas tras temporales a lo largo del siglo XX.

El material arqueológico recuperado en las diversas capas impermeabilizadoras intercaladas con las de arena es de época romana y muy homogéneo. Los tipos cerámicos más modernos recogidos en esas unidades surgen hacia mediados del siglo I d.C., si bien algunos de ellos pueden perdurar hasta el 300 d.C. No hay ni un solo tipo cerámico cuyo origen sea posterior a la segunda mitad del siglo I d.C., lo que junto a su orientación NNO-SSE plenamente coincidente con el trazado urbanístico de la ciudad y el límite meridional del mismo (Fig.10), hace pensar en la posibilidad de enmarcar esta construcción dentro de la reordenación urbanística al que fue sometida la ciudad en época de Claudio-Nerón.

Respecto a su funcionalidad, pensamos que se trata de una gran obra de infraestructura (al menos en gran parte de su trazado) que por las características edilicias y su enorme extensión, pudo realizarse con la finalidad de acondicionar y/o aterrizar una zona poco estable de la costa o, incluso, para ganar terrenos al mar de cara a necesidades del replanteo urbanístico. Tampoco descartamos para su origen la posibilidad de que sirviesen de apoyo en tierra a los espigones de madera construidos sobre pilotes, cuya evidencia serían las huellas de resistividad eléctrica detectadas tanto en esta como en otras zonas de la playa.

El **Sondeo III**, practicado sobre el límite Este del Cardo de las Columnas (Fig. 10), tenía por objeto averiguar la naturaleza de la fuerte anomalía de resistividad detectada en sentido E-O, paralela a la ciudad y al mar. Bajo la arena de deposición reciente documentada una unidad estratigráfica (UED-51) conformada por piedras irregulares y materiales de acarreo de tamaño medio compactados con barro y mortero pobre de cal (cerámicas, fragmentos de estuco...). Su superficie configura un plano inclinado que declina en dirección S, configurando un terraplén paralelo al actual vallado meridional del Conjunto Arqueológico (Fig. 11). Su interfaz superior muestra un contorno algo irregular, con materiales del siglo XX sobre su superficie, indicativos del grado de erosión y arrastre de materiales a que se ha visto sometida esta rampa. Por su parte, el inferior se apoya sobre las arenas de una paleoplaya laminada horizontalmente, claramente cortada por las manos del hombre para la construcción de la rampa.

Frente a esta misma zona, más hacia el mar, se practicó el **Sondeo IV** donde existe una anomalía con altos valores de resistividad, claramente cuadrangular justo en el eje frente a la Calle de las Columnas. A la cota del freático marino la pala excavadora topó con un enorme sillar de calcarenita perfectamente cuadrado que parecía encontrarse in situ. Dada la dificultad de excavar esta anomalía con el debido cuidado y medios manuales, se optó por cerrar el sondeo, pese a que prometía ser muy clarificador respecto a la naturaleza de la misma.

Respecto al resto de los sondeos, solo en el **Sondeo V** recuperamos estructuras paramentales aunque no estrictamente in situ,

068 - 069

Criterios

Análisis geoarqueológico
del sector meridional de
Baelo Claudia
(Tarifa, Cádiz)

PH43 - Abril 2003

sino volcadas y de las cuales no pudimos conocer el arranque de los muros por salir pronto el freático.

Lo que denominamos **Sondeo VI**, se trató en sentido estricto de la limpieza de un muro que aflora junto a la escalera de bajada a la playa (Fig. 10), semicubierto por tierra vegetal, y de la estratigrafía asociada al mismo, puesta en evidencia al originarse un microscarpe debido a la erosión marina. El muro (UEV-70), construido en fábrica de mampostería, tiene 50 cm. de grosor y discurre en dirección N-S (la misma que las construcciones del barrio industrial del que, posiblemente, formó parte dada su localización y cercanía). A ambos lados del muro se observaba, también a nivel superficial, restos de pavimentos en opus signinum, cortados verticalmente (Fig 4). Seleccionamos el oriental para limpiar la estratigrafía que este suelo sellaba. El suelo está constituido por un signinum de 7/8 cm. de espesor y presenta una fuerte inflexión del piso por hundimiento; bajo el mismo documentamos varias unidades estratigráficas deposicionales adosadas al paramento. De arriba abajo: tierra vegetal, arena, arcilla mezclada con material de machaqueo, idem. con fragmentos de mortero de cal y argamasa de cal bien nivelada. No localizamos la base del muro ni la cota del suelo original por estar más baja de la que pudimos alcanzar con la limpieza, pero quedó en evidencia que, como en el caso de las factorías de salazón y de las casas localizadas en el llamado Barrio industrial, se trata de una construcción que hubo de recrecer su cota de habitación en un momento determinado.

Prospección arqueológica subacuática

A raíz del temporal que azotó la playa de Bolonia en el invierno de 1997, bajo el fondo marino próximo al Conjunto Arqueológico quedó visible una gran cantidad de restos constructivos dispersos a lo largo de una zona aproximada de 600 x 100 m. Una visita de inspección realizada desde el Centro de Arqueología Subacuática del IAPH, vino a poner de manifiesto la necesidad de efectuar en la zona una amplia prospección subacuática de cara a conocer la dispersión exacta de los mismos y valorar si, tal como se venía admitiendo, la presencia de éstos estaba en relación con la caída al mar de bloques de construcción mientras eran transportados desde las canteras próximas (en Punta Camarinal y Punta Paloma), o, por el contrario era posible su asociación -directa o indirecta- con algún tipo de estructuras portuarias.

La prospección subacuática se realizó a finales de 1999. Debido al tiempo transcurrido y a los efectos de la dinámica y los temporales, muchos de los restos visibles entonces quedaron cubiertos por la arena, por lo que la actuación puntual de prospección subacuática con sondeos¹⁷ diseñada a tales efectos, se centró en la documentación gráfica de los restos dispersión por una superficie aproximada de 400 m² frente a la desembocadura del arroyo de Las Villas (a una cota que oscilaba entre los 0'5 y 6 m. de profundidad máxima) y en la realización de sondeos arqueológicos puntuales para constatar la naturaleza y procedencia de los mismos.

Si bien quedaron sin estudiar, por motivos expuestos, zonas de alto interés, se localizó gran cantidad de material constructivo (sillares -algunos moldurados-, basas de columnas, ladrillos, tegulae y restos aislados de opus signinum), desplazados de su posición original (Véase como paralelo en este sentido los trabajos realizados en el antiguo puerto de Sangunto: Juan, 2002). También se documentaron varias anclas de piedra de diversa tipología (la mayoría de gran tamaño) así como munición y un cañón de hierro. Lo que a priori se consideraron alineaciones constructivas resultaron ser, tras su limpieza, engañosos afloramientos de roca natural caliza de contorno rectilíneo. Respecto a los materiales cerámicos localizados (ánforas y tégulas principalmente), unos se encontraban muy rodados y fragmentados, mientras que otros aparecían aplastados bajo elementos constructivos de gran tamaño. De todo lo expuesto en el informe se concluye que, aparentemente, ninguno de los restos localizados formaba parte de estructuras constructivas in situ sino que se trataría de una zona que pudo servir de fondeadero para pequeñas embarcaciones.

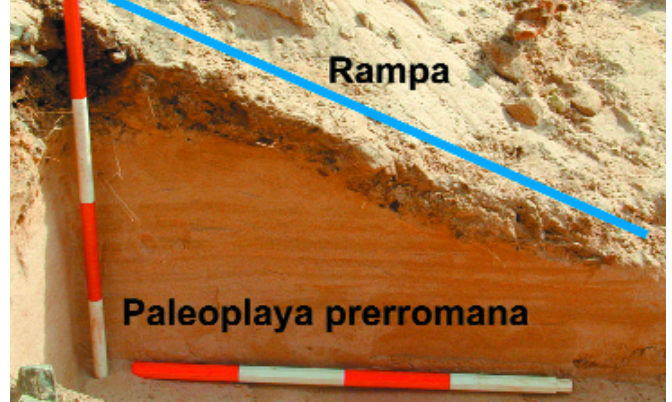
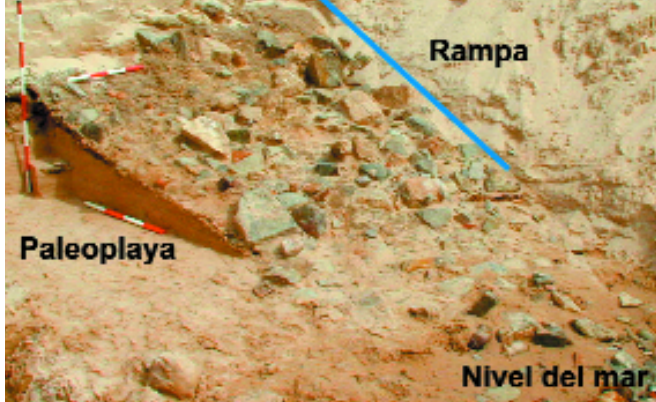
En resumen, las inmersiones sirvieron para confirmar la presencia de abundante material constructivo disperso por el litoral sumergido próximo, del que desconocemos, por el momento, su exacta procedencia (si bien nos inclinamos a pensar que posiblemente sean elementos constructivos descontextualizados procedentes de la conocida destrucción de estructuras asentadas sobre la paleoplaya). Además, el hecho de que aparezcan junto a piezas de fondeo (cepos de plomo y anclas de piedra) confirma la navegabilidad del espacio existente frente a la desembocadura del arroyo Las Villas, en aquel momento protegida a ambos lados por una playa más desarrollada que configuraba una ensenada más profunda y resguardada que la actual.

5. Interpretación geoarqueológica de los resultados del proyecto

5.1. El medio físico en la ensenada de Bolonia y su evolución histórica

Como parte del arco montañoso bético y del estrecho de Gibraltar la ensenada de Bolonia está conformada principalmente por materiales mesozoicos y cenozoicos plegados por la orogenia alpina. Desde una perspectiva morfoestructural, es fruto de la alternancia entre zonas acantiladas o de promontorios (Punta Europa, Punta Paloma, Cabo Camarinal, Cabo Gracia, etc.) y de pequeñas ensenadas (los Lances, Valdevaqueros, Bolonia, Zahara, etc.) perfiladas por efecto de movimientos tectónicos recientes (cuaternarios) de clara componente vertical (Zazo et al., 1999)¹⁸.

Con cerca de 3,5 km. de frente de mar y forma de media luna, el arco de Bolonia (Fig. 12) se desarrolla entre el promontorio de Camarinal (al O) y el Cabo de Punta Paloma (al E), configurando un área semiaislada del interior por la presencia de la Sierra de la Plata (al NO) y la Sierra de San Bartolomé (al NE). Morfo-



Figs. 11-a y 11-b



Fig. 10

lógicamente presenta el típico diseño de bahía en Z, con tipología de playas desarrolladas al abrigo de promontorios rocosos y de una deriva litoral dominante (en este caso hacia el SE).

La influencia de los factores climáticos e hidrológicos dominantes en la zona, ha jugado un importante papel a la hora de definir su morfología (Alonso et al. 2003). De una parte el régimen de vientos, con dominantes opuestas (el poniente, de procedencia O-NO, y el levante, o vulturne de los romanos, de componentes E o SE) y la presencia ocasional de fuertes rachas invernales del S-SE (vendaval) que producen tempestades en las que, las olas, pueden llegar a alcanzar los 9 metros de altura (Muñoz y Sánchez, 1994). De otra, una fuerte dualidad hidrológica marina que provoca la inversión y alternancias del sentido de las corrientes en ambas orillas del estrecho, y cuyo origen está condicionado tanto por la existencia de un régimen mareal en la vertiente atlántica, como por la presencia de un fuerte contraste de salinidad entre los dos mares que aquí confluyen.

A consecuencia de ello, en la costa norte del estrecho se genera una deriva litoral predominante de NNO-SSE que, en conjugación con el efecto de las mareas, favorece la alimentación y el desarrollo de flechas y cordones litorales (Fig. 12). Este proceso contribuye al cierre de las ensenadas y al aislamiento en su interior de pequeños espacios de marisma y lagunas fluvio-litorales, siendo este el modelo observado en Bolonia, donde un gran manto eólico de levante, emplazado sobre la zona de Punta Paloma (González Lastra et al., 1990), favorecía, hasta principios del siglo XX, la alimentación de su playa. A partir de este momento, según la comparativa de las fotos aéreas, la tendencia se invierte, provocándose el retroceso de la estructura de la playa. El origen de este proceso parece encontrarse en las campañas de reforestación practicadas a mediados del pasado siglo sobre este manto eólico al ob-

jeto de frenar el avance de las dunas (Ménanteau et al., 1983: 100; Ibarra, 1993: 354), lo que, unido a otro tipo de factores, vino a reducir considerablemente el nivel de aporte sedimentario a la ensenada. Desde una perspectiva evolutiva, sabemos que durante el Holoceno inferior (Ménanteau et al., 1983 y García de Domingo et al., 1990) a lo largo de la ensenada se desarrolló un cordón litoral muy continuo, reconocible actualmente hacia el interior, colgado unos 3 m por encima del nivel del mar actual, encerrando un antiguo lagoon ya totalmente colmatado.

El análisis y caracterización de las columnas estratigráficas obtenidas en la campaña geotécnica de diciembre de 1999 (Fig. 5), permitió identificar sobre el substrato margoso correspondiente a unidades cretácicas, la presencia de depósitos más recientes limo-arcillosos (de 3 - 4 m.), propios de ambientes lagunares y de marismas, confirmando que con anterioridad al momento actual se había repetido este mismo modelo en una posición más avanzada, justo donde hoy se emplaza la playa. La datación realizada por medio ^{14}C sobre bioclastos¹⁹ extraídos del sondeo más occidental (Fig. 5, S-1) vino a fechar el momento de actividad de este ambiente lagunar hacia el 1850 a. C. Por su parte, el espesor de la capa de los niveles de limos y cantos que fosiliza el nivel del que se extrajo la muestra para la datación, dejaba clara la persistencia del lagoon a lo largo del tiempo, delimitado por una amplia playa (a Este y Oeste) y una barrera arenosa que lo semicerraría por el sur, dibujando una hipotética línea de costa emplazada 100 metros mar adentro respecto de la actual.

En los niveles más altos de los sondeos la presencia de paquetes de gravas fluviales marca, por su parte, una fase de progradación restringida o relleno de la laguna, asociada a la cual se localizan materiales y estructuras romanas. Ésta, finalmente, dio

070 - 071

Criterios

Análisis geoarqueológico
del sector meridional de
Baelo Claudia
(Tarifa, Cádiz)

PH43 - Abril 2003

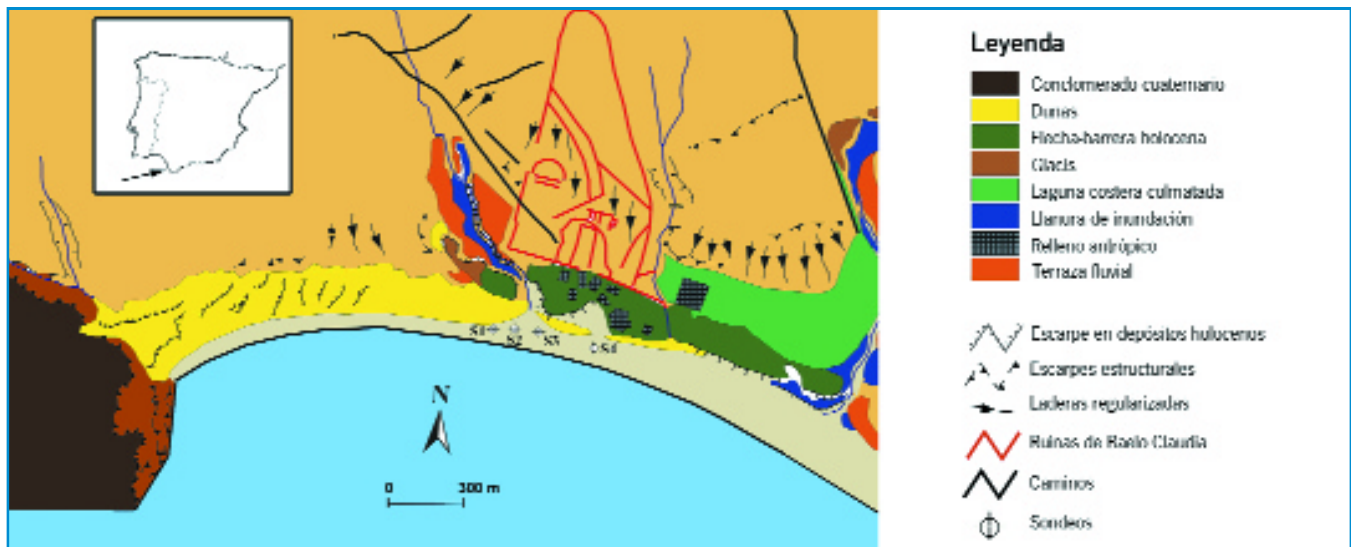


Fig. 12

paso a un proceso de erosión de la playa (con posterioridad a la época romana, según los indicadores analizados) que provocó el arrasamiento de las estructuras existentes sobre ella y el retroceso de la estructura litoral hasta fosilizar las arenas de la antigua laguna y las estructuras arqueológicas a ella asociada.

El análisis altimétrico y sedimentológico permite, por su parte, identificar diferentes niveles de aterramiento sobre las marismas y los arroyos contiguos a la ciudad romana. El Arroyo de las Villas, que desemboca en el límite occidental de la ciudad, desarrolló dos niveles de terrazas escalonadas, a + 3 y a + 1.5 m., sólo reconocibles en los últimos 500 m. de su recorrido (Fig. 12).

Su actividad en el pasado debió ser importante, tal y como reflejan una antigua desembocadura inactiva reconocible más al Oeste de la actual y la información geofísica de su cauce. Por su parte el arroyo del Pulido (por el Este), sobre el que se construyó un puente para dar entrada a uno de los acueductos que abastecía a la ciudad (el de Punta Paloma), desembocaba posiblemente junto al de Alpariate, en el que se distinguen también dos niveles de terrazas y un espacio de marisma sobre el que se mostró un lentejón de arenas con abundantes bioclastos (datado por ^{14}C entre 1850 y 2200 años B. P.), correspondiente, muy probablemente, a un antiguo episodio energético marino. En su desembocadura actual se ha podido caracterizar igualmente la presencia de una terraza alta compuesta por depósitos estuarinos de gravas fluviales y abundantes bioclastos de bivalvos (datos por ^{14}C entre 1600 y 1900 años B.P), cuya cronología podría apuntar la persistencia de este modelo lagunar hasta el siglo III d.C.

5.2. El retroceso costero como factor de riesgo para el Conjunto Arqueológico

Al margen de fenómenos catastróficos de muy baja frecuencia (como tsunamis, terremotos, etc.), el proceso natural más des-

tructivo actuante sobre este litoral es la acción del oleaje de temporal durante las épocas invernales. Los datos disponibles, correspondientes a la boya Cádiz de la red REMRO (Red Española de Medición y Registro del Oleaje), indican que durante los temporales invernales un tercio de las olas que azotan la costa superan una altura de 4 metros (Benavente et al., 2002). En esa situación la morfología costera, y especialmente la altura y pendiente de la playa, adquieren una importancia fundamental de cara a la protección de los parajes, asentamientos o infraestructuras existentes sobre éstas.

La influencia de las corrientes costeras, como agentes encargados del transporte de los sedimentos, también es importante. Sobre Bolonia inciden dos corrientes principales en función del tipo de vientos, oleaje y corrientes dominantes. Por un lado, el viento de poniente, afecta a la zona central y oriental de la playa, quedando la occidental a resguardo de los acantilados del Cabo de Camarinal. Por otro, el fuerte viento de levante, origina una corriente costera en sentido opuesto, siendo ésta la encargada del transporte de las arenas eólicas de Punta Paloma hacia la zona central y occidental de la ensenada alimentada. Este esquema de transporte sedimentario se vio profundamente alterado, como hemos apuntado, con motivo de la estabilización y fijación de los sistemas dunares, dando como resultado el cese de aporte sedimentario a la ensenada y desencadenando su retroceso progresivo e imparable de la línea de costa, ya que los pequeños arroyos que desembocan en la ensenada no tienen caudal ni cuenca suficiente como para aportar sedimentos que contrarresten este déficit.

La playa de Bolonia, condicionada por su granulometría, presenta una pendiente acusada, lo que le confiere una mayor vulnerabilidad ante los oleajes energéticos. A lo largo del año su anchura varía considerablemente, de modo que la línea de



Figs. 13-a y 13-b

costa avanza/retrocede más de 20 m. en la horizontal. El seguimiento morfológico llevado a cabo en los últimos dos años ha puesto de manifiesto una cierta tendencia al retroceso, especialmente marcada en los tramos más altos de la misma, con un ritmo medio de cerca de 1 m/año²⁰. Cuando una playa va perdiendo progresivamente arena, se vuelve cada vez más sensible ante la actuación de nuevos temporales, que, a su vez, provocan una mayor pérdida de arena y un retroceso erosivo de las dunas y cabeceras.

En la actualidad se reconocen en la ensenada indicadores inequívocos de erosión costera. El más espectacular es la presencia de escarpes verticales en las dunas embrionarias de la zona alta de la playa, especialmente acusados en su extremo occidental, donde los aportes sedimentarios procedentes del Este apenas llegan. El retroceso de la línea de costa se aprecia con claridad tanto en una comparativa de fotografías aéreas de distintos años como en las evidencias de erosión dejadas sobre las estructuras arqueológicas enterradas, o en la morfología y potencia de la playa (sobreeexcavada, al menos en el sector occidental).

El sector más meridional de Baelo se encuentra en situación de riesgo frente a este proceso. Los temporales inciden año tras año sobre la débil barrera arenosa de apenas unos metros de anchura que separa la zona excavada del sector industrial de la playa (Fig. 13). Más hacia el oeste, el agua del mar golpea directamente sobre las estructuras arqueológicas existentes en playa, destruyendo y esparciendo sus restos²¹ (Fig. 4). Todo ello ha provocado que, a lo largo de estos últimos años, el Conjunto Arqueológico haya tenido que retranquear la valla de cerramiento, lo que a su vez ha contribuido a debilitar aún más el cordón litoral sobre el que se asienta.

6. Conclusiones finales y valoración

El paisaje de la ensenada de Bolonia ha variado considerablemente en el transcurso de los últimos miles de años. El mismo modelo de laguna litoral, semicerrada por un cordón arenoso que se constata durante el máximo transgresivo flandriense (hacia el 4.500 a.C.), se reproduce delante del anterior desde, al menos, el 1900 a.C.

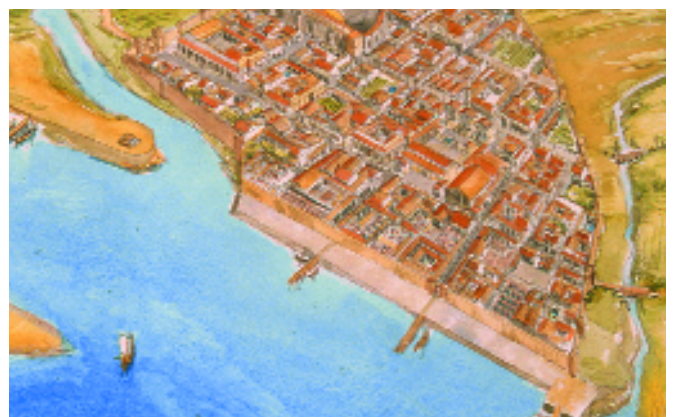
Esta nueva laguna, alimentada por los entonces caudalosos arroyos de las Villas, del Cañuelo, del Alpariate y del Pulido, se mantuvo activa, al menos, hasta la época romana como la arqueología ha venido a confirmar, bordeando por el sur Baelo

Claudia. Para facilitar a las embarcaciones el abrigo de los vientos y las labores de carga y descarga de las mismas, sobre su orilla norte, a lo largo de todo el contacto entre la ciudad y el mar, se construyó ganando terrenos al mar, cuando fue necesario, una amplia plataforma con rampa portuaria y espigones (posiblemente de madera), perfectamente ajustados al trazado de la trama urbana, mostrando un paisaje similar al que reproducimos en la restitución idealizada (Fig. 14).

El posterior retroceso de la línea de costa ha dañado considerablemente una buena parte del sector meridional de la ciudad, arrasando antiguas estructuras existentes sobre la paleoplaya y el cordón costero y cubriendo con la actual playa los escasos indicadores arqueológicos y estructurales que se han conservado. Todo este sector por debajo de los 2,5 m. (sobre el cero hidrográfico), ha sido erosionado por el mar, apuntando un importante riesgo para el yacimiento en caso de recrudescimiento del fenómeno. Una gran cantidad de materiales constructivos reposa sobre la antigua playa erosionada, desplazados de su posición original y descansando sobre los niveles de grava fluvio-litoral de la última fase lagunar. No obstante, por encima de los 3 m, las estructuras fuertemente erosionadas, se conservan in situ.

A pesar de las fuertes lagunas de conocimiento persistentes sobre la verdadera naturaleza y extensión de las estructuras portuarias, y del origen de los altos valores de resistividad detectados en la parte occidental de la ensenada (no investigados por falta de tiempo), se puede afirmar que en la actualidad estamos más cerca de conocer la verdadera función y estructura urbana de la ciudad portuaria de Baelo Claudia, puerta y puerto para el comercio y la navegación con la vecina África durante la época romana.

Fig. 14



Bibliografía

- ALMAGRO-GORBEA, M. (1988)** Representaciones de barcos en el arte rupestre de la península Ibérica. Aportación a la navegación pre-colonial desde el Mediterráneo oriental, en E. RIPOLL (Ed.), *Actas del Congreso Internacional "El Estrecho de Gibraltar"*. Madrid, (UNED), vol. 1, 1998, pp. 389-398
- ALONSO VILLALOBOS, C. et al (2003a)** ALONSO VILLALOBOS, C. y GARCÍA VARGAS, E. Geopolítica imperial romana en el estrecho de Gibraltar: el análisis geoarqueológico del puerto de Baelo Claudia y el emplazamiento de Mellaria (Tarifa, Cádiz). *Habis*, 34, 2003, pp. 185-198
- ALONSO VILLALOBOS, C. y NAVARRO DOMÍNGUEZ, M. (1988)** Baelo Claudia: sus posibilidades portuarias y la navegación por el Estrecho de Gibraltar. III Jornadas de Arqueología Subacuática. Reunión Internacional sobre puertos antiguos y comercio marítimo. Valencia 13, 14 y 15 de Noviembre de 1997. Valencia, pp. 133-140
- ALONSO, C ; GALLARDO, M ; MARTÍ, J ; GRAIN, F ; GHERSI, F ; ALZAGA, M. et al. (1997)** La sismotectónica de época histórica y su influencia en la Bahía de Cádiz, en XXIV Congreso Nacional de Arqueología (Cartagena 1997) vol. IV, pp. 651-660
- ALONSO VILLALOBOS, C. et al (2003b)** ALONSO VILLALOBOS, C.; GRACIA PRIETO F. J.; MÉNANTEAU L.; OJEDA CALVO R.; BENAVENTE GONZÁLEZ J. Y MARTÍNEZ DEL POZO J. A. Paléogéographie de l'anse de Bolonia (Tarifa, Espagne) à l'époque romaine. Coloquio internacional Dynamiques environnementales et histoire en domaines méditerranéens (Universidad de Paris-Sorbonne, 24-26 de Avril 2002). Elsevier, 2003
- ALVAREZ ROJAS, A. (2002)** Una ciudad ideal. El Urbanismo de Baelo Claudia. *MUS-A*, nº 0, 2002, pp.100-105
- BENAVENTE, J., MARTÍNEZ DEL POZO, J.A., GRACIA, F.J., REYES, J.L. y DEL RÍO, L. (2002)** Procesos de desbordamiento en la flecha litoral de Sancti-Petri (Bahía de Cádiz): riesgos asociados, en E. SERRANO, A. GARCÍA, J.C. GUERRA, C.G. MORALES Y M.T. ORTEGA (eds.): *Estudios recientes (2000-2002) en Geomorfología*. Univ. Valladolid, Dpto. Geografía, 2002, pp. 23-32
- BOUJOT, C., CASSEN, S., MENANTEAU, L., THOMAS, Y.-F. y DESHOUX V. (2001)** Géochronologie de la Brière (Loire-Atlantique): l'habitat des Ve et IVe millénaires sur la Butte-aux-Pierres. Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 124e Nantes, Systèmes fluviaux, 2001, pp. 109-125
- CAMPOS, M.L. (1992)** El riesgo de tsunamis en España. Análisis y valoración geográfica. Monografías. Instituto Geográfico Nacional, 9. Madrid, 1992
- CASSEN, S., MENANTEAU, L., THOMAS, Y.-F. y VAQUERO, J. (2001)** Approche archéométrique de tertres néolithiques: la Butte des Pierres, Marais de la Grande Brière, Loire-Atlantique. *Revue d'Archéométrie*, 25, 2001, 203-215
- CHIC GARCÍA, G. (1995)** Roma y el mar: del Mediterráneo al Atlántico, en V. ALONSO TRONCOSO (coord.) (1995) *Guerra exploraciones y navegación del mundo Antiguo a la Edad Moderna*. La Coruña, 1995, pp. 59-89
- CHOUQUER, G. (2000)** L'étude des paysages. Essais sur leur formes et leur histoire. Paris, Errance, 2000, 208 P
- DARDAINE, S. (1983)** Historique des fouilles. Belo II. *Archéologie* 4, 1983, pp. 7-37
- DOMERGUE, C. (1973)** Belo I. La sstratigraphie. *Archéologie* 1, Madrid, Casa de Velázquez, 1973
- FERREIRA, O. y ALVEIRINHO-DIAS, J.L. (2000)** Consecuencias de los temporales marítimos en las playas expuestas: realidad y previsión, en F. J. GRACIA; J. R. DE ANDRÉS (eds.), *Geomorfología Litoral. Procesos activos*. Madrid, 2000, pp. 211-215
- FROST, H. y MORHANGE, C. (2000)** Proposition de localisation des ports antiques de Byblos (Liban), *Méditerranée* 94, 2000, pp. 101-104
- GOIRAN, J.P ; MOURHANGE, C ; BOURCIER, M ; CARBONEL, P ; MORIGI, C. et al. (2000)** Évolution des rivages d'Alexandrie à l'Holocène récent, marge occidentale du delta du Nil, Égypte, *Méditerranée* 94, 2000, pp. 83-90
- GONZALBES CRAVIOTO, E. (1998)** La piratería en el Estrecho de Gibraltar en la Antigüedad, *Actas del Congreso Internacional "El Estrecho de Gibraltar"*. Madrid, 1988, pp. 769-778
- GONZALBES CRAVIOTO, E. (2000)** La navegación en Tarifa en época romana, *Aljaranda*. Revista de Estudios Tarifeños 39. Diciembre 2000 <<http://www.tarifaweb.com/cultura/aljaranda/num39/art1.htm>>
- GOY, J. L., ZAZO, C., MÖRNER, N. A., HOYOS, M., SOMOZA, L., LARIO, J., BARDAJÍ, T., SILVA, P. G. y DABRIO, C.J. (1994)** Pop-up like deformation of a Roman floor and liquefaction structures in SW Spain as possible paleoseismic indicators. *Bull. INQUA Neot. Comm* 17, 1994, pp. 42-44
- GRACIA, F. J., ALONSO, C., BENAVENTE, J. y LÓPEZ-AGUAYO, F. (2000)** Evolución histórica de la línea de costa en la Bahía de Cádiz, en F. J. Gracia - J. R. de Andrés (eds.), *Geomorfología Litoral. Procesos activos*. Madrid, 2000, pp. 225-231
- GRACIA, F.J., ALONSO, C., GALLARDO, M., GILES, F., RODRÍGUEZ, J., BENAVENTE, J. y LÓPEZ AGUAYO, F. (1999)** Aplicación de la geo-

arqueología al estudio de cambios costeros postflandrienses en la bahía de Cádiz, en Memorial M. P. Fumanal . Valencia, 1999, pp. 357-366

HESNARD, A. (1994) Une nouvelle fouille du port de Marseille, place Jules Verne, CRAI. 1994, 195-217

JUAN FUENTES, C. de (2002) Primera aproximación a la infraestructura portuaria saguntina. Saguntum (P.L.A.V.) 34, 2002, 115-126

MENANTEAU, L., VANNEY, J.R. y ZAZO, C. (1983) Belo et son environnement (Déroit de Gibraltar). Étude physique d'un site antique. Belo II. Archéologie 4, 1983, pp. 39-221

MARTÍN-BUENO, M., LIZ, J. y CANCELA, M^a L. (1984) Baelo Claudia: Sector Sur 1981-1983 (Avance), Mélanges Casa de Velázquez XX, 1984, 493-494

MILANKOVITCH, M. M. (1941) Canon of insolation and the ice-age problem. Belgrado, 1941

MORHANGE, C. ; DUBUQUOY, O. ; PRUNET, N. ; RIBES, E. ; BLE-AULIEU, SL. ; BOURCIER, M. ; CARBONEL, P. ; DHOUMET-SERHAL. et al. (2000) "Étude paléoenvironnementales du port antique de Sidon. Premiers résultats du programme CEDRE", Méditerranée 94, 2000, 91-100

PARIS, P., BONSOR, G., LAMOUNIER, A., RICARD, R. y MERGELINA C. de (1923) Fouilles de Belo (Bolonía, province de Cadix)(1917-1923): La Ville et ses dépendances. Paris, 1923, pp. 99-110

PASQUALINI, M. (2000) Les ports antiques d'Olbia (Hyères) et Toulon. Environnement historique et géographique, Méditerranée 94, 2000, pp. 33-38

PELLICER CATALÁ, M. (1963) La prospección arqueológico-geofísica realizada en Bolonia (Cádiz) por la Fondazione Lerici y la dirección general de bellas Artes, N.A.H. Arq. 7, 1963, pp. 248-252

PONSICH, M. (1974) La navigation antique dans le Detroit de Gibraltar, en Rome et la mer. Mélanges offerts à R. Dion, 1974, pp. 257-273

RABAN, A. y HOLUM, K.G. (eds.) (1996) Cesarea Marítima, a retrospective after two millenia. Leyden-New York, 1996.

SILLIÈRES, P. (1995) Baelo Claudia une cité romaine de Bétique. Madrid, Casa de Velázquez (Colección Casa de Velázquez, 51), 1995, p. 237

SOLOVIEV S. L., SOLOVIEVA O. N., GO, C.N., KIM, K.S. y SHCHENIKOV, N.S. (2000) Tsunamis in the Mediterranean Sea 2000 B.C.-2000 A.D. Londres, 2000

VELLA, C., PROVANSAL, M., LONG, L. y BOURCIER, M. (2000) "Contexte géomorphologique de trois ports antiques provençaux : Fos. Les Laurons, Olbia", Méditerranée 94, 2000, pp. 39-46

Equipo técnico

Equipo de Dirección

C. Alonso, R. Ojeda y M. Navarro¹

Prospección geofísica (1999)

D. Jordan (Terra Nova Ltd.).

Prospección geofísica (2000-2001)

L. Ménanteau (Laboratorio Géolittomer-Nantes).

Sondeos geotécnicos

Vorsevi, S.A. y Dpto. Geología. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Cádiz.

Análisis geomorfológico

F. J. Gracia, C. Alonso y J. Benavente.

Sondeo arqueológico

C. Alonso, R. Ojeda (I.A.P.H.).

Levantamiento topográfico de precisión

S. Pacaud (Laboratorio Géolittomer-Nantes).

Prospección Subacuática con sondeo

J. Martí, M. Alzaga, e Inespar S. L.

Colaboradores:

Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia

A. Álvarez, A. Troya y F. Alarcón

Prospecciones eléctricas:

L. Borgniet y J. A. Martínez.

Topografía:

J.A. Martínez y J. Morales.

Sondeos arqueológicos:

A. Melo y E. Prados

Prospección arqueológica subacuática:

M. Gallardo y L. C. Zambrano.

Estudio de Materiales:

E. Prados y M. Camacho

Ensayo de restitución gráfica

F. Salado

¹ M. Navarro formó parte del equipo directivo del proyecto desde su inicio hasta el mes de mayo del año 2000.

- ¹ Queremos agradecer a D. Antonio Álvarez, director del Conjunto Arqueológico y a D^a Ana Troya y D. Francisco Alarcón, técnicos del mismo, la gran ayuda prestada a lo largo de estos años de trabajo; gratitud que hacemos extensiva al resto del personal del Conjunto, siempre amablemente dispuesto a colaborar con nosotros.
- ² Belo y el Estrecho de Gibraltar. Líneas discontinuas: límites hidrográficos del estrecho. Composición coloreada (Rojo= banda 4, Verde = banda 5, Azul = banda 2) parcial de una imagen del satélite Landsat 5 TM (escena 201-035) adquirida el 05-07-1987, georeferenciada en proyección UTM 30 (sistema WGS 84). Realización: O. Geffray y L. Ménanteau.
- ³ Actuación puntual, también sujeta a autorización por parte de la Dirección General de Bienes Culturales, de la que ya se presentó el correspondiente Informe: Vid. Martí Solano, J. y Alzaga García, M. (1999): Informe de la actuación puntual denominada "Prospección subacuática de la zona sur del Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia, Bolonia (Tarifa, Cádiz)".
- ⁴ Terra Nova decidió realizar una prospección magnética en la playa, pues, como la arena casi no produce ninguna anomalía magnética por sí misma, cualquier vestigio magnético sería claramente visible. Esta prospección se desarrolló a lo largo de líneas transversales de 60 m. de longitud, cada una de las cuales iba hacia el sur, desde el punto situado más al N de la playa y en dirección al mar.
- ⁵ Gran parte del trabajo tuvo que ser repetido porque las condiciones climáticas no fueron las adecuadas. La prospección de resistencia eléctrica tomó seis lecturas separadas en cada punto de los perfiles que atraviesan la playa, utilizando un par de electrodos geminados con una separación de 0,5 m, 1 m, 1 m, 1,5 m y 2,5 m el uno del otro. Esto permitió que las lecturas tomadas penetrasen desde 1m (usando 0,5 metros de separación) hasta más de 3 metros (usando 2,5 metros de separación) y repetidas con las dos separaciones centrales para probar la fiabilidad de los datos y aumentar la densidad de los puntos de la imagen final.
- ⁶ Véase DOMERGUE, C. (1973): Belo I. La stratigraphie (Archéologie, 1), Madrid, Casa de Velázquez.
- ⁷ Las tormentas de invierno agregaron una considerable profundidad extra de arena en la playa y la erosión hizo que ésta se amontonara en pequeñas dunas, con crestas entre 12 y 16 metros. Esto, posiblemente, complicó la interpretación de la prospección, ya que la profundidad adicional de la arena hace que cualquier anomalía arqueológica sea menos pronunciada y la arena produzca sus propias intrusiones.
- ⁸ ...Por ello, interpretamos la falta de anomalías como indicación de una ausencia de restos arqueológicos. Asimismo, también concluimos que los (sic) estructuras lineales detectadas por Kermovant podrían haber estado asociadas con la estratigrafía de la arena de la playa, en lugar de con los vestigios arqueológicos o la roca subyacente, aunque prevalece la incertidumbre sobre este tema". TERRA NOVA (1999): Baelo Claudia. Geophysical Survey 1999. Conclusiones, p 9.
- ⁹ El levantamiento de precisión de la playa actual fue realizado por S. Pacaud con la ayuda de un G.P.S. diferencial SerCEL bifrecuencia del tipo Scorpio (de precisión centimétrica x-y-z). En total se efectuaron 6.153 mediciones de modo estático (cada 5 m), tomando como referencia (antena fija) un punto georeferenciado en UTM 30 (con z = altitud encima del cero geográfico) situado en el centro monumental de Baelo Claudia (Templo de Juno). El Modelo Numérico de Terreno (MNT) resultante de este trabajo permitió obtener un plano tridimensional y georeferenciado de la playa (en proyección UTM 30). También se georeferenciaron diversas estructuras arqueológicas del Conjunto para su integración en el MNT., lo que permitió la corrección geométrica del plano a escala 1/1000 del Conjunto Arqueológico (en 2D).
- ¹⁰ La cartografía de precisión del subsuelo de la playa fue posible gracias a la presencia de una base de fuerte contraste donde los valores de resistividad aparente (en $\Omega \cdot m^2$) entre las arenas saturadas de humedad y los materiales de construcción. No obstante los resultados de la prospección, además de verse condicionados por la naturaleza del terreno, se ven influidos por las condiciones climáticas y/o hidrológicas. Parámetros como la altura del nivel freático, la dureza del terreno y su conductividad, etc.
- ¹¹ El muro n^o 1 al N del sondeo lleva orientación NE-SO, su extremo septentrional se mete en el perfil N mientras que el otro extremo se encuentra destrozado. De 0'68 m de grosor, está fabricado con mampuestos de mediano y pequeño tamaño de caliza gris trabados con abundante mortero de cal y arena. El fragmento de muro n^o 2, de igual fábrica que el anterior, lleva orientación NO-SE y está volcado hacia su cara septentrional; a juzgar por sus características, orientación y proximidad al muro n^o 3, parecen corresponder a la misma estructura muraria (extremo superior del muro n^o 3). En los tres casos no llegamos a la cota base de estas estructuras y hasta la cota en que dimos por finalizado el sondeo, no apreciamos cambio en la estratigrafía de la playa (unidad estratigráfica deposicional de arena, de reciente). Las anomalías fueron detectadas entre -1'70 m y -2'30 m bajo la playa actual.
- ¹² En el sondeo pudo comprobarse con toda claridad las huellas erosivas dejadas por el mar tanto sobre la estructura (Fig. 9, A) como sobre los rellenos de la misma, detectándose microscarres asociados a materiales recientes (ladrillos, vidrios, etc.) y a piedras de procedencia marina.
- ¹³ La estructura 12 se prolonga hacia el N bajo la playa actual, mientras que hacia el S - hacia el mar- prosigue al menos hasta los 8 m. en línea recta.
- ¹⁴ Este último bajo la estratigrafía del interior del ámbito del que formó parte la UEM-6. Se trata de la misma fábrica y están construidos de manera unitaria con el muro que refuerzan. La delgadez del paramento de la estructura que se le superpone hace suponer que la edificación de la que ésta formó parte no estuvo necesitada de una infraestructura tan sólida.
- ¹⁵ De los que ya hemos hecho mención al citar la UED-8 , excavado nada más retirar la arena de playa por ser el más superior.
- ¹⁶ De las que llegamos a contabilizar ocho unidades, aunque este no es el número total, habida cuenta que el sondeo hubo de detenerse al salir el freático marino (a - 4,01 m.) donde se detectó una capa concrecionada de arena carbonatada (UED-37) como producto del contacto entre el freático marino y el agua dulce infiltrada bajo la estructura (precipitación de carbonatos) (Fig. 9, D).
- ¹⁷ Actuación puntual, sujeta a autorización por parte de la Dirección General de Bienes Culturales, de la que se presentó el correspondiente Informe. Vid. Martí Solano, J. y Alzaga García, M. (1999): Informe de la actuación puntual denominada "Prospección subacuática de la zona sur del Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia, Bolonia (Tarifa, Cádiz)".
- ¹⁸ La actividad tectónica parece haber actuado incluso en épocas históricas, tal y como se deduce de estructuras de deformación interpretadas como de origen sismotectónico en la ciudad de Baelo Claudia (Ménanteau et al., 1983 Goy et al. 1994).
- ¹⁹ Analítica efectuada en el laboratorio Beta Analytic Inc. de Miami, Estados Unidos.
- ²⁰ Es posible que sobre este proceso influya además la subida del nivel del mar que, a nivel global planetario, se está produciendo, si bien no contamos con datos específicos para la zona que permitan afirmarlo.
- ²¹ El último temporal importante que afectó destructivamente esta zona pudo ser datado por los sondeos arqueológicos en el año 1996. La presencia de material diversos de clara filiación cronológica (una bolsa de frutos secos y un bote de refrescos con fecha de caducidad, entre otros) en la parte más baja del nivel de arena de playa, en contacto con las huellas erosivas dejadas sobre las estructuras (Fig. 9, A), así lo indicaban.