



ANUARIO ARQUEOLÓGICO ANDALUCÍA

2008

Consejero de Cultura

Miguel Ángel Vázquez Bermúdez

Viceconsejera de Cultura

Marta Alonso Lappí

Secretaria General de Cultura

María Cristina Saucedo Baro

Director General de Bienes Culturales y Museos

Marcelino Sánchez Ruiz

Jefa de Servicio de Investigación y Difusión del Patrimonio Histórico

Carmen Pizarro Moreno

Coordinación de la edición: **Servicio de Investigación y Difusión del Patrimonio Histórico**

© de la edición: JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Cultura

© de los textos y fotos: sus autores

Diseño y maquetación: Albantacreativos S.L.

ISSN: 2171-2474



PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA MEDIANTE TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN GEOFÍSICAS: RADAR DE SUBSUELO MODALIDAD 3D EN AVENIDA DE MÁLAGA (PARCELA UA-SB-6A, SAN BERNARDO, SEVILLA)

Datos básicos de la actividad arqueológica

Director/a

FERMÍN GUISADO CASTEJÓN

Provincia

Sevilla

Municipio

Sevilla

Ubicación

Avenida de Málaga

Autoría

FERMÍN GUISADO CASTEJÓN
JOSÉ ANTONIO PEÑA RUANO
TERESA TEIXIDÓ I ULLOD
ENRIQUE CARMONA RODRÍGUEZ

Abstract

Ground Penetrating Radar (GPR) method is one alternative for resolving buried archaeological structures in urban territories. In this work, one case study is presented in order to archaeologically characterize the investigated areas. The test field site is located at San Bernardo Suburb, Seville. GPR data were collected along a network of parallel profiles. The subsurface resistivity structure was reconstructed by processing the apparent resistivity data with a 3D algorithm. The GPR sections were processed with a systematic way, applying specific filters to the data in order to enhance their information content. Finally, horizontal depth slices representing the 3D variation of the physical properties were created. Subsequent works in specific places during the construction stages will verify the geophysical results.

Introducción

Los trabajos se realizaron por encargo de la Dirección General de Patrimonio de la Consejer a de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía, como consecuencia de la elaboración del proyecto para la ejecución del edificio destinado a nueva sede administrativa de la Consejería de Obras Públicas y Transportes. El solar sobre el que se edificar , ocupa una superficie de 6.852 m² y se encuentra situado en el barrio de San Bernardo de Sevilla, entre las avenidas de Cádiz, Málaga y Juan de Mata Carriazo (referencia catastral: 5916901TG3451N0001BM; parcela urbanística: UA-SB-6A). En el momento de realizar los trabajos se utiliza como aparcamiento público.

Hasta la aprobación definitiva del vigente PGOU de Sevilla, la UA-SB-6-A se desarrollaba conforme a las determinaciones del Plan Especial de Protección n.  20 Estación de San Bernardo (aprobado definitivamente 25/09/96) como planeamiento de desarrollo del PGOU del 87. El Plan Especial establecía un único grado de protección arqueológica para todo el sector, consistente en el Control Arqueológico de los movimientos de tierra, cautela derivada de la caracterización del sector con un bajo grado de fertilidad y/o conocimiento arqueológico.

El Plan General vigente asume como Planeamiento Específico de Protección Incorporado una serie de Catálogos de Protección Autónomos, entre los que se encuentra el del sector n.  20. No obstante, tan solo asume las catalogaciones, quedando derogadas el resto de sus determinaciones.

Evolución histórica

Las intervenciones previamente llevadas a cabo en el entorno del solar, en puntos más o menos próximos, permitieron establecer una secuencia crono-estratigráfica básica del entorno de trabajo y confirmar los datos aportados por la bibliografía histórica, permitiendo, en cierto modo, establecer algunas previsiones.

Entre esas intervenciones caben destacar las llevadas a cabo en la zona de Huerta del Rey/*Al-Buhayra*, las realizadas en 1992 en el antiguo cuartel de intendencia, actual sede de la Diputación de Sevilla, las que se realizaron en 1995 en los terrenos de RENFE situados inmediatamente al sur de la c/ Campamento (PERI SB3), y las intervenciones realizadas en la c/ Marqués de Estella, 5 y en el 16 de la misma calle, en la c/ San Bernardo, 14, en la c/ Campamento, 9 y en la c/ Tentudía 7 y 9 en el mismo barrio de San Bernardo.

Entre las características históricas del arrabal de San Bernardo destacan especialmente dos: 1) tener una población de carácter marginal y, 2) ser un barrio asociado al desarrollo de actividades industriales.

Ambos rasgos, así como la propia morfología y evolución suburbana de la zona obedecen a la influencia del arroyo

Tagarete, cuya dinámica fluvial la convertía en inundable y en la que el depósito de los materiales aluviales, fundamentalmente arcillas grises, determinaría la ocupación circunstancial, fundamentalmente de enterramientos y de carácter hortícola, hasta la Edad Moderna.

De época prerromana y romana se conoce la aparición casual de un enterramiento, datado en época ibérica, en el Prado de San Sebastián. En el solar de la Diputación, se detectaron restos romanos en contextos poco precisos y a una profundidad en torno a los 3 m. En la zona cercana a la que estamos estudiando, en el PERI-SB3, se documentaron restos romanos altoimperiales (siglos I-II d.C.) cuya cota superior se situaba por debajo de los 4 metros, a los que sucedían depósitos aluviales.

También en el sector noreste del arrabal, en la *Buhayra*, se excavaron una villa y enterramientos de época romana más tardía, aunque en este caso los restos se encontraban a muy escasa profundidad.

Asimismo, Collantes de Terán se hace eco de la noticia del hallazgo en una huerta de San Bernardo de un sepulcro con epígrafe de una niña a -3 m de profundidad. De especial relevancia, por su actualidad, son los estudios realizados como consecuencia de las obras de la línea 1 del Metro de Sevilla: en la calle San Fernando, el periodo más antiguo documentado estratigráficamente es el romano (+4,40 m y +5,40 m), del que se constatan infraestructuras de tipo habitacional y viario del s. I d.C., así como de carácter funerario pertenecientes al periodo que va desde el siglo II d.C. al IV d.C. y en el Prado de San Sebastián recientemente se ha constatado una necrópolis a +4,65 bajo la rasante actual (situada a +8,65).

Ya en periodo tardo romano (hacia el siglo V d.C.), se localiza una tumba en las excavaciones arqueológicas realizadas en la *Buhayra*, en el solar delimitado por las calles Eduardo Dato, Portacoeli y el barrio de San Bernardo.

El carácter de los hallazgos de esos momentos hace pensar, como se indicaba, en una ocupación de esa zona de tipo suburbano con carácter agrícola y funerario.

La perduración de estos usos en época visigoda se constata, según Collantes, por la detección de dos sarcófagos fechados en los años 544 y 562. De ellos se conoce cómo las dos l pidas se volvieron a colocar sobre los restos que cubrieron, en la iglesia de San Bernardo, y los sarcófagos, uno se traslad  a la Fundación de Artillería y otro se llevó a la casa ubicada a espaldas de la Capilla del Santísimo.

En época islámica, los restos arqueológicos se concentran en el último periodo cronológico, correspondiente fundamentalmente a época almohade. En ese momento se conforma el complejo residencial-palatino de la *Buhayra*, estableciéndose, bajo su influencia, un núcleo de población vinculado a la explotación de

huertas para el abastecimiento a la población de Sevilla, con viviendas de carácter marginal.

Por otra parte, en la zona de la sede de la Diputación se excavaron los restos de un complejo edificio de carácter semi-rural, datado a fines del siglo XII o principios del XIII d.C., que se considera que pertenecería al arrabal de Benaliofar, al que también pertenecerían las estructuras habitacionales, de carácter suburbial, de esa misma cronología, excavadas en el solar de la c/ Marqués de Estella. Este mismo arrabal almohade fue detectado en el Paseo Catalina de Ribera, siendo arrasado a mediados del siglo XIII, durante la conquista de Sevilla.

Tras la conquista, toda la zona se convierte en lugar de enterramiento de la población judía de la alhama de Sevilla, cuyas inhumaciones se han excavado tanto en la zona de la sede de la Diputación, como en la c/ Marqués de Estella, por el norte del arrabal. Esta dispersión da pie a pensar que la necrópolis se extendería por todo el espacio comprendido desde el exterior de la cerca de Sevilla hasta la zona de la *Buhayra*, como límite por el este.

Esta cronología se confirma en la secuencia estratigráfica en la zona de Campamento, 9; iniciada en el siglo XIII d.C. y abandonada en el último cuarto del siglo XV o a principios del siglo XVI d.C.

En ese período la zona se convierte en marginal, como consecuencia de la expulsión de los judíos, (y/o judeo-conversos dada la presencia de enterramientos cristianos pero manteniendo algunas formas judaicas), quizá con uso agrícola, hasta que en el siglo XVIII d.C. se produce la urbanización del área, cuando la ciudad adquiere su máxima expansión en época moderna y que se ha mantenido hasta la actualidad.

También el análisis bibliográfico secunda la cronología expresada más arriba: que los judíos convertidos al cristianismo tras la expulsión definitiva decretada por los Reyes Católicos en 1492, seguían enterrando a sus difuntos bajo ritos judaicos buscando la tierra que fuese virgen, “...e con ábitos de judíos, e los brazos extendidos e non puestos en cruz...”, en unos corrales situados junto a la ermita de San Bernardo, que según Collantes se vendrían a situar entre la propia ermita y la Huerta del Rey.

Las excavaciones efectuadas en Campamento, 9 y Tentudía, 7 y 9, han documentado inhumaciones correspondientes al cementerio judío, datadas en el siglo XV d.C., lo que extiende los límites del área de enterramiento por el sur hasta un entorno inmediato al área de estudio, hecho que, hasta entonces, solo se había documentado en el sector norte del barrio.

Como hemos indicado, abandonado el uso como necrópolis, en época moderna la zona se convierte en una zona residual dedicada a huertas donde de manera ocasional se detectan vertidos de carácter doméstico. No obstante, a partir de la

expansión de la ciudad durante el siglo XVI, el barrio experimentará un importante crecimiento demográfico y comienza un proceso industrializador, con la construcción de edificios industriales, como el Matadero, transformación que culmina en el siglo XVIII, con la sustitución del antiguo templo parroquial por el actual para atender mejor las necesidades de una población en crecimiento y la edificación de la Real Fundición de Artillería.

La fundación de la Real Fundición de Artillería en el barrio no es casual. Como ya sabemos, a principios del siglo XVI el barrio estaba poco poblado, y comienzan a establecerse pequeñas industrias y fundiciones, que por su peligrosidad han de situarse extramuros. Existen dos posibles fechas inaugurales para la Fundición de Bronces: 1540 o 1565 y su origen comienza con la venta de una casa y tres solares protegidos por cobertizos a Juan Morel, quien montará unos hornos para fundir campanas y cañones.

Igualmente, es posible rastrear en la historiografía relacionada con el arrabal referencias a cierta actividad artesanal dedicada a la alfarería, y, que sin duda, han de vincularse al aprovechamiento de las aguas y barros del Tagarete. Así, en 1472, se tiene constancia de una solicitud de licencia para levantar un horno de ollería en un solar existente a espaldas de San Bernardo. También, en la escritura de venta de la Huerta del Rey de 1493, se hace referencia a la venta de “...la huerta nueva que tiene frente a la ermita de San Bernardo, con su tierra y árboles y de la ollería que había en ella linde al dicho molino de Alcantarilla y el Tagarete...” contexto en el que también se constata la presencia de molinos, supuestamente movidos por sus aguas y que aparecen en las fuentes desde época bajomedieval. El propio origen del actual viario presenta interesantes topónimos vinculables con estas actividades fabriles. Así la calle Santo Rey fue conocida, al menos desde el siglo XVII, como Bizcocho y Horno del Bizcocho, y el primer nombre que se le conoce de la actual calle Marqués de Estella es el de Ocho Hornos (1608), que probablemente poseía de mucho antes, y que claramente hace referencia a este tipo de instalaciones.

El trabajo de campo: La prospección mediante GPR

Planificación

a) Sectores radar

Por imposición de la adquisición de los datos radar, el solar se dividió en sectores rectangulares de diferentes tamaños hasta cubrir la mayor parte de la parcela (lám. 6). Cada uno de estos sectores se inspeccionó mediante perfiles de ida-vuelta separados 0,5 m entre sí y, posteriormente estos perfiles se han unificado para obtener el volumen de datos radar de toda la parcela.

La rejilla de exploración se materializó en el terreno mediante una pareja de GPS bifrecuencia funcionando en modo RTK

(cinemático en tiempo real). Como puntos de calibración se eligieron las bases topográficas establecidas para el proyecto (Topografía Alcalá S.L.). Se estima que el RMS es de unos 5 cm en la horizontal y de unos 10 cm el vertical. Como apoyo de comprobación y para definir puntos auxiliares, también se usaron cintas métricas y escuadra óptica.

b) Coordenadas

La superficie del solar presenta una forma poligonal irregular alargada en dirección ESE-WNW, aproximadamente triangular con ligeras variaciones taquimétricas que oscilan entre la cota 9,80 m y 10,20 m, aproximadamente a cota de viales perimetrales. Debido a su uso actual como aparcamiento público, se descartaron las zonas ocupadas por coches abandonados, la caseta de control, y algunos charcos de agua, resultando el área total radar explorada de 5.158 m² lo que significa un 75% de la superficie total.

c) Instrumentación utilizada y trabajo de campo

En este estudio se ha utilizado como equipo transmisor-receptor, un radar de subsuelo monocanal modelo SIR 2000 (GSSI, Inc.) con dos antenas de 400 MHz y de 200 MHz a fin de explorar el terreno a dos profundidades (Lám. 7).

Dado que la zona de estudio es un solar que ha sufrido diferentes usos, - desde ser parte de una estación ferroviaria hasta la actualidad que funciona como aparcamiento público - era plausible esperar la presencia de estructuras a distintas profundidades. Por ello se realizaron 4 perfiles prueba con la antena de 200 MHz, de mayor alcance que dieron como resultado que no había restos antrópicos más allá de los 60-75 ns (Lám. 8).

Ante estos resultados se optó por realizar toda la prospección del solar con la antena de 400 MHz, mucho más resolutive, pero aplicando una longitud de traza de 100 ns. De este modo quedaba garantizada la detección de los cuerpos situados por encima de los 75 ns.

d) Procesado de los perfiles radar

Los parámetros de adquisición han sido:

Rango de exploración	Antena de 400 MHz
Trazas por m	100 ns
Muestras por traza	50 (cada 2 cm)
Bits por muestra	512
Filtro vertical pasa bajas	16
Filtro vertical pasa altas	800 MHz
	30 MHz

Para el procesado de cada perfil radar (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. A modo de ejemplo, en la Lám. 9 se muestra el flujo de tratamiento multiseñal (simplificado) aplicado a un radargrama de campo para obtener el radargrama final.

De manera simplificada, los cálculos para obtener un volumen de datos 3D parten por ordenar los perfiles radar próximos según la geometría de adquisición. Como ya se ha mencionado, la zona de estudio se dividió en sectores rectangulares y dentro de cada sector se efectuaron perfiles ida-vuelta distanciados 0,5 m.

Una vez procesados todos los perfiles e implantada la geometría se procede a calcular el volumen de datos 3D mediante interpolación vecina de las amplitudes de cada una de las trazas de los perfiles (Lám. 10a). Con el volumen 3D construido, se procede a su análisis y manipulación (Lám. 10b) con el objeto de confeccionar imágenes radar 3D del subsuelo investigado (cortes horizontales, anomalías volumétricas, etc.).

Con el volumen de datos 3D pueden generarse distintos subconjuntos que facilitan la visualización de aspectos difíciles de percibir en los perfiles individuales. Una de estas representaciones es la construcción de cortes horizontales a distintas profundidades (también llamados *slice time*). Consiste en obtener una serie de láminas horizontales en el volumen creado, con un determinado espesor y a una determinada profundidad; de manera que la sucesión de estas láminas muestra la evolución de las anomalías y constituye una eficaz herramienta de interpretación. Dado que en este estudio se han alcanzado los 5 m de profundidad media, la inspección del subsuelo del solar se ha llevado a cabo mediante el análisis de 26 niveles de profundidad. En la Lámina 11 se muestran los niveles más significativos.

Otra forma de análisis es la construcción de superficies alabeadas (elaboradas mediante programas de desarrollo propio) que se generan a partir de los cortes horizontales y dan como resultado la geometría de la anomalía significativa más próxima a la superficie (Lámina 12). En este tipo de representaciones no se debe perder de vista que lo que se observa en realidad son valores de reflectividad que superan un cierto umbral y que están controlados por diferencias en los valores de la constante dieléctrica del terreno en los contactos entre materiales.

e) Resultados obtenidos

A continuación se procede a valorar las respuestas de los materiales presentes en la zona de estudio al paso del radar del subsuelo. Para establecer estas relaciones nos hemos basado en la información geotécnica y en la observación de los restos hallados en la superficie del solar. En las imágenes que siguen se comenta la correlación entre los tipos de "cuerpos" observados

(arqueológicos y geológicos) y las propiedades electromagnéticas que cabe esperar de ellos.

Los estudios geotécnicos realizados en el solar (Axan S.L. 2006) establecen el siguiente esquema litológico del subsuelo: existe una primera capa que corresponde a un suelo tapizado de albero unos 20 cm de espesor medio, fruto de la última regularización del terreno. Por debajo de él y hasta los 2,20 m de profundidad media se han localizado rellenos antrópicos. En torno a los 2,5 m de profundidad y hasta los 5,3 m se localiza una capa de arcillas limosas con estructura laminar.

Un sondeo detectó en los niveles superiores de esta última capa “un elemento cerámico”. En la lámina 13 se presenta la correlación de esta descripción con los niveles radar encontrados. En base a la anterior información y al análisis de los resultados radar se han establecido los siguientes tramos:

Tramo radar 0

Corresponde al nivel superficial formado por un relleno de albero en el que hay mezclados restos antrópicos, desde latas a losas y materiales de derribo. La imagen que el radar obtiene para este nivel se caracteriza por ser un tramo homogéneo en el que se localizan pequeñas reflexiones aisladas correspondientes a estos restos. La base de este nivel se ha detectado entre los 0,10 m y 0,30 m de profundidad.

Tramo radar 1 (lám. 14)

Se sitúa por debajo del nivel anterior y abarca desde los 0,3 m-0,4 m hasta los 0,90 m-1 m de profundidad. Corresponde a la parte superior de las estructuras y parece como si en él se hubiera efectuado una “antigua regularización” ya que en los radargramas y en algunas zonas de las superficies radar se observa como si parte de las estructuras estuvieran “cementadas” por otro elemento.

Tramo radar 2 (lám. 15)

Este tramo radar se ha definido entre los 1,1 m y 2,20 m de profundidad. En él se han detectado la mayor parte de las estructuras y, como puede apreciarse en las láminas correspondientes, hay zonas del solar en donde estos restos están bien conservados.

Tramo radar 3 (lám. 16)

Entre los 2,5 m y 3,2 m de profundidad hay zonas del solar donde se siguen detectando la parte basal de las estructuras, sobre todo en la parte más cercana a la avda. de Málaga.

Tramo radar 4 (lám. 17)

A partir de los 3,2 m de profundidad y hasta los 5 m se ha

definido un último tramo radar en donde puede quedar algún vestigio de elementos de interés. Cabe destacar que a esta profundidad la relación señal-ruido es pobre y muchas de las anomalías son débiles “ecos” procedentes de las reflexiones de los niveles superiores, que no se han eliminado durante el procesado de señal para evitar la creación de “artefactos computacionales”. Con esta salvedad, en las correspondientes imágenes radar se han señalado algunas zonas donde hay reflexiones provenientes de cuerpos situados en este nivel.

Conclusiones

La dinámica paleo-geomorfológica de este espacio, en un principio de fuerte influencia marina que dura desde el Holoceno medio hasta época romana, debido a su posición, primero en la cola del estuario y posteriormente en la llanura aluvial del Guadalquivir va siendo sustituida (desde el Holoceno medio a época romana), en favor de una afección cada vez más importante de las inundaciones canalizadas a través del Tagarete desde la Alta Edad Media hasta su primer encauzamiento a mediados del siglo XIX.

Estas inundaciones, en función de la información que nos proporcionan los paquetes sedimentarios en los estudios geotécnicos de la zona, se van haciendo más importantes a partir del s. XVII, tal y como constata N. Chisvert en el PERI SB-3, en el que en apenas un metro se pasa de un nivel del s. I-II d.C. a otro con material reconocido de los siglos XVI-XVII, es decir, la zona recrece apenas un metro en 1500-1600 años, mientras que en los últimos 300-400 años lo hace más del doble.

Este parece ser que es el motivo por el que las fuentes escritas, las cartográficas y, hasta cierto punto, las arqueológicas, hablan de un uso esencialmente marginal a lo largo del tiempo hasta que, a mediados del siglo XIX, se utiliza como espacio para situar las infraestructuras de apoyo a la estación, cuya playa de vías discurría, aproximadamente, en paralelo a la actual avenida de Juan de Mata Carriazo. Los materiales recogidos y las estructuras documentadas hablan más bien de un uso industrial en la zona en época altoimperial que un uso sostenido en el tiempo de carácter agrícola.

Que por debajo de los -1 m hasta -3 m de cota absoluta, (9 hasta 11 metros bajo rasante, aproximadamente), las condiciones naturales que se dan en el área imposibilitan cualquier tipo de ocupación humana, descartándose por tanto la presencia de elemento patrimonial alguno.

El estudio geotécnico realizado en el solar, determina un paquete de arcillas limosas entre -3 a muro y +4 a techo de cota absoluta. Comparando esta información con la recogida en el PERI SB-3 por N. Chisvert y en la UA-SB-6B por F. Borja Barrera, podemos inferir, observando las debidas precauciones, que en este potente paquete de arcillas limosas se deben reconocer dos episodios de estabilidad de la llanura aluvial que puedan considerarse como



aptos para una presencia humana en el  rea. Se trata de los dos hiatos sedimentarios correspondientes, el primero de ellos, al tránsito de la Baja Edad Media a la Edad Moderna y el segundo, a la segunda mitad del siglo XIX ((reconocibles en la UA-SB-6-B en torno a +6 m y +8 m, respectivamente).

Igualmente, en el estudio geotécnico se puede observar que las cotas a suelo y a techo de las unidades geológicas descritas, son inferiores a las tomadas en la UA-SB-6-B y algo menos en el PERI SB-3. Esto puede ser indicador de la presencia de una vaguada en el sector que ocupa nuestra parcela, hipótesis ya propuesta por N. Chisvert a consecuencia de la diferencia de cotas entre los cortes que realizó, o la constatación de cierto paleorrelieve a consecuencia de los episodios sedimentarios y erosivos, hipótesis también alumbrada por N. Chisvert y que puede responder al propio paleocauce del Tagarete.

No obstante, el georradar detecta lo que aparentemente son niveles de arcillas y limos a 2,20 m bajo la rasante, cota mucho más acorde con los dos estudios anteriormente referidos. En este caso, se puede interpretar que los paquetes aluviales que nos interesan deben estar a techo al menos dos metros más arriba de lo que en los geotécnicos aparecen, estando incluidos en estos como rellenos.

El georradar detecta una ocupación hasta los 3,8 metros, claramente correspondiente a la utilización de la parcela como área asociada a las infraestructuras ferroviarias tendidas desde mediados del siglo pasado. N. Chisvert establece dos periodos para el establecimiento de la infraestructura ferroviaria: un primer periodo correspondiente a las primeras instalaciones de mediados de siglo correspondiente a la línea Sevilla-Cádiz, en el que por la cartografía ya se detecta actividad en nuestro solar, y una segunda fase, con la apertura de la vía a Alcalá de Guadaíra. Las pequeñas reflexiones detectadas al sur y marcadas con una elipse en las correspondientes rebanadas de tiempo, no son coherentes con las estructuras ferroviarias de los niveles superiores y podrían estar ligadas a alguna actividad antrópica, sin que se pueda concretar más.

Conforme al artículo 32.2 apartado g del Decreto 168/2003 mediante el que se aprueba el vigente Reglamento de Actividades Arqueológicas se propone, como medida de protección y conservación, el Control Arqueológico de los Movimientos de Tierra entre las cotas +3/-3 con el fin de determinar las discontinuidades antes referidas relativas a la ocupación humana del sector. No obstante, dada la condición de espacio marginal de la zona en el tiempo, la probabilidad de documentar elementos patrimoniales de interés es escasa, más allá de la mera comprobación de actividad antrópica.

Bibliografía

- AGENCIA PARA LA CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN S.L.: *Estudio Geotécnico 1581-07 para edificio administrativo de la Consejería de Obras Públicas y Transportes en la parcela "A" de la UA-SB-6, Sevilla*. SV60, S.L. Dirección General de Patrimonio. Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía, 2007.
- AXAM S.L.: *Estudio Geotécnico de la parcela B de la UA-SB-A "Estación de San Bernardo"*. Empresa Pública de Suelos de Andalucía, 2006.
- BORJA BARRERA, F. y BORJA BARRERA, C.: *Análisis integral del subsuelo de solar en San Bernardo. Parcela B de la UA-SB-6. Estudio Preliminar de Geoarqueología Urbana*. Empresa Pública del Suelo de Andalucía. Universidad de Huelva, 2006.
- BORJA BARRERA, F.: *Obras de la línea 1 del Metro de Sevilla*. Estudio de Geoarqueología Urbana (2006).
- BORJA BARRERA, F. y BORJA BARRERA, C.: "Geoarqueología urbana de Sevilla. Evolución de la vaguada del arroyo Tagarete durante el Holoceno (Llanura aluvial del Guadalquivir)". En J. Lario y P.G. Silva (Eds.): *Contribuciones al estudio del periodo cuaternario*. UPM. Madrid: 99-100.
- CHAC N, J.M.; TORRES, J.L. y GAMARRA, F.E.: "Excavación Arqueológica de Urgencia en la calle San Bernardo 14 de Sevilla". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2001, Tomo III Actividades de Urgencia. Junta de Andalucía. Sevilla. Pp. 830 y ss.
- CHISVERT, N.: "Las excavaciones arqueológicas en terrenos del Plan Especial de Reforma Interior San Bernardo-3 de Sevilla". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1995, Tomo III Actividades de Urgencia. Junta de Andalucía. Sevilla, 1999. Pp. 448 y ss.
- COLLANTES DE TERÁN, A.: *Sevilla en la Baja Edad Media. La ciudad y sus hombres*. Sevilla, 1984.
- COLLANTES DE TERÁN, F.: *Contribución al estudio de la topografía sevillana en la Antigüedad y en la Edad Media*. Sevilla, 1977.
- ESQUIVEL, J.A.; PEÑA, J.A.; MOLINA, F.; CONTRERAS, F. y RODRÍGUEZ, I.: "Proposal for systematic recording of archaeological excavations". *Archeologia e Calcolatori*, n.  7. Vol. 7-1. 1996. Pp. 279 y ss.
- ESQUIVEL, J.A. y PEÑA, J.A.: *Avance al estudio espacial estadístico de datos geofísicos. Aplicación a la Arqueología*. Homenaje en honor al Profesor Fernando de Miguel. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. Granada, 1996. Pp. 197 y ss.
- FERNÁNDEZ, F. y DE LA HOZ, A.: "El cementerio judío de la Buhayra (Huerta del Rey, Sevilla)". *Actas del I Congreso de Arqueología Medieval Española*. Zaragoza, 1986.
- HUNT, M.; MAGARIÑO, M.; PECERO, J.C. y GUIJO, J.M.: "El arrabal de San Bernardo de Sevilla. Excavación arqueológica en la calle Campamento n.  9". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2001, Tomo III Actividades de Urgencia. Junta de Andalucía. Sevilla. Pp. 844 y ss.



MARTÍN-CONSUEGRA, CHISVERT, E.; C CERES, L. y UBERA, J. L.: *Archaeological, Palynological and Geological Contributions to Landscape Reconstruction in the Alluvial Plain of the Guadalquivir River at San Bernardo, Sevilla* (Spain). Pp. 521 y ss.

M NANTEAU L.: "L'influence des facteurs naturels et anthropiques sur l'évolution des ports de Basse-Andalousie (XIIIe-XVIe siècles):  tudes de cas (Palos de la Frontera, Séville et Sanl car de Barrameda)". *Ports et littoraux de l'Europe atlantique. Transformations et aménagements humains (XIVe-XVIe siècles)*. Presses Universitaires de Rennes (PUR), p. 167-187.

PE A, J.A.; ESQUIVEL, J.A.; RODRÍGUEZ-ARIZA, M.O. y BENJUMEA, B.: "Establecimiento de los parámetros operacionales óptimos para prospección magnética de estructuras arqueológicas". *Trabajos de Prehistoria*, 53, n.  2. 1996. Pp. 119 y ss.

PEÑA, J.A.; TEIXIDÓ, T. y CARMONA, E.: "Prospecciones geofísicas en los hornos romanos de La Cartuja (Granada). Un ejemplo para obtener información *a priori*". *Revista online Arqueología y Territorio* n.  4. Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada. 2007. Pp. 217 y ss.

POZO, F.; HUNT, M.A. y MERCADO, L. (2006): "Actuaciones arqueológicas en la Línea 1 de Metro de Sevilla". En *El Patrimonio Arqueológico y Paleontológico en las obras de ampliación del Metro de Madrid*. Comunidad de Madrid: 205-215.

QUIRÓS, C.A. y RODRIGO, J.M.: "Vigilancia arqueológica en la calle Marqués de Estella n.  5 (Sevilla)". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2001, Tomo III Actividades de Urgencia. Junta de Andalucía. Sevilla. Pp. 831 y ss.

VARGAS, J.M. y ROMO, A.: Intervención arqueológica en c/ Santo Rey, 38, esquina a Marqués de Estella n.  16. Sevilla. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2001, Tomo III Actividades de Urgencia. Junta de Andalucía. Sevilla. Pp. 824 y ss.

VERA, E.; CARRASCO, I. y CONLIN, E.: "Intervención arqueológica de urgencia realizada en un solar sito en la calle Tentudía números 7 y 9 de Sevilla". *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2001, Tomo III Actividades de Urgencia. Junta de Andalucía. Sevilla. Pp. 850 y ss.

VERA, M.; AMORES, F. y HERRERA, C.: "La Huerta del Rey: el espacio y sus uso a través de la historia". *Sevilla extramuros: la huella de la historia en el sector oriental de la ciudad*, Universidad de Sevilla y Ayuntamiento de Sevilla, Sevilla, 1998. Pp. 105 y ss.

VV.AA. (Coord. Santana Falcón, I.): *De la muerte en Sefarad. La excavación arqueológica en la nueva sede de la Diputación de Sevilla*, Diputación de Sevilla, Sevilla, 1995.

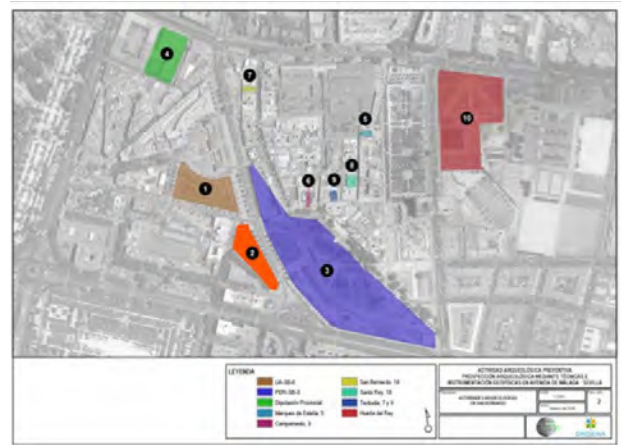
VV.AA.: *Diccionario Histórico de las Calles de Sevilla*. Sevilla, 1993.

Índice de imágenes

Lám. 1. *Civitatis Orbis Terrarum* (1598). El arroyo Tagarete en el ámbito de San Bernardo.



Lám. 2. Situación de la UA-SB-6A (1) y de las intervenciones arqueológicas documentadas en el entorno: (2) UA-SB-6B, (3) PERI SB-3, (4) Diputación Provincial, (5) Marqués de Estella, (6) Campamento, 9, (7) San Bernardo, 14, (8) Santo Rey, 18, (9) Tentudía, 7 y 9, (10) Huerta del Rey.

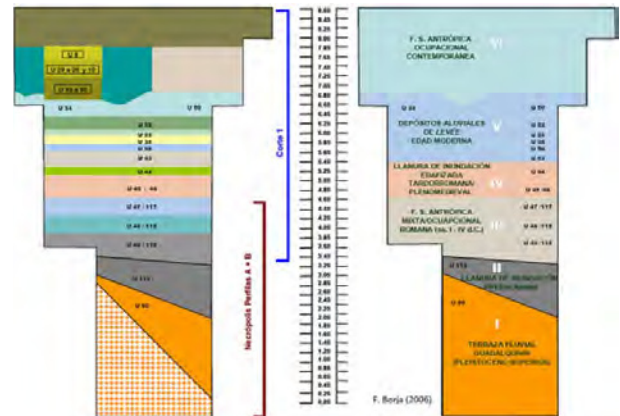


Lám. 3. Situación del ámbito de estudio respecto al paleocauce del Tagarete, según hipótesis de L. Menanteau (2007).

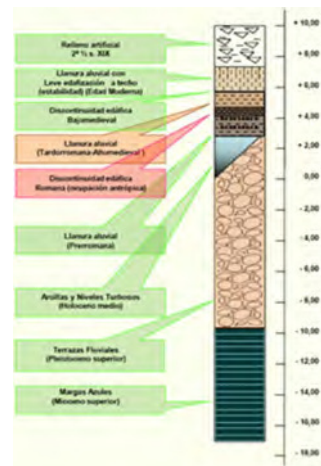


Índice de imágenes

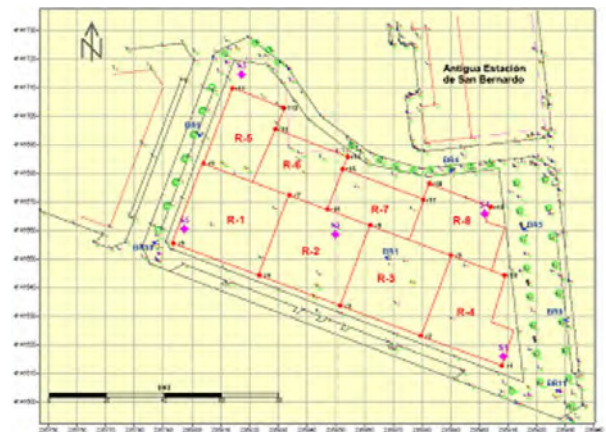
Lám. 4. Secuencia geoarqueológica en Prado de San Sebastián, en Borja Barrera, F.: Obras de la línea 1 del Metro de Sevilla. Estudio de Gearqueología Urbana (2006).



Lám. 5. Síntesis Paleogeográfica en San Bernardo (UA-SB-6B), en el estudio de F. Borja: Análisis integral del subsuelo de solar en San Bernardo. Parcela B de la UA-SB-6. Estudio Preliminar de Gearqueología Urbana. Empresa Pública del Suelo de Andalucía. Universidad de Huelva, 2006.



Lám. 6. Mapa de exploración radar.

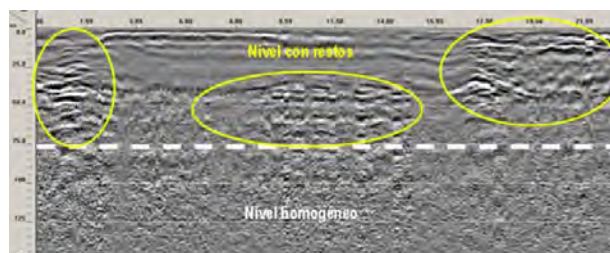


Índice de imágenes

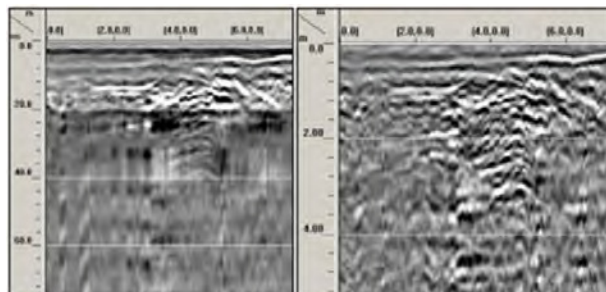
Lám 7. Izquierda: antena de 200 Mhz con rueda marcadora de distancia. Derecha: Adquisición de un perfil radar con la antena de 400 Mhz.



Lám. 8. Ejemplo de radargrama obtenido con la antena de 200 Mhz. Se observa como los cuerpos re-flectantes (estructuras antrópicas se hallan por encima de los 75 ns. A partir de este nivel, el terreno es homogéneo.

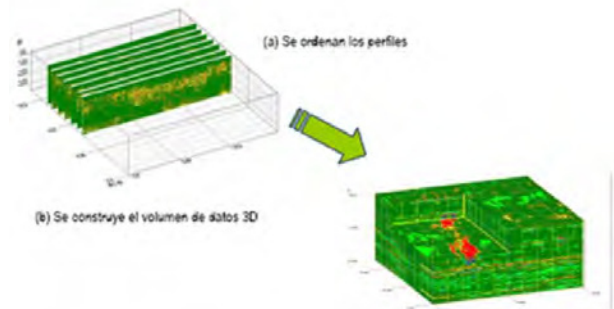


Lám. 9. A la izquierda, radargrama de campo y el mismo radargrama después de aplicarle un procesado multi-señal. Cabe mencionar que la conversión de tiempo doble (ns) a profundidad (m) se ha realizado por ajuste de hipérbolas y datos geotécnicos.

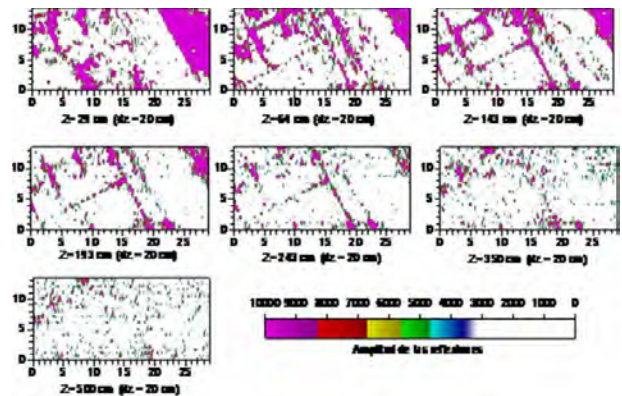


Índice de imágenes

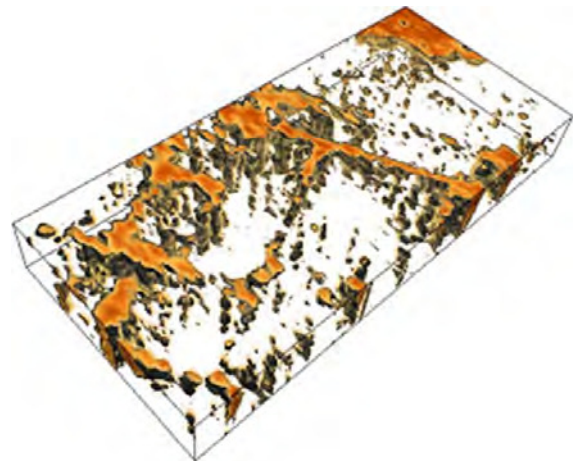
Lám. 10. (a) Geometría de adquisición de los perfiles radar. El eje X se ha establecido en dirección ESE-WNW y el eje Y perpendicular al anterior. (b) Una vez ordenados los perfiles, se calcula (mediante interpolación es-pacial) el volumen de datos 3D para su posterior análisis.



Lám. 11. Cortes horizontales a profundidades significativas. Estas imágenes representan las zonas con reflexiones más potentes, las cuales se pueden atribuir a cuerpos que poseen diferente constante dieléctrica que la del medio encajante. Estos cortes corresponden al sector R8. Una vez realizado el análisis de los 26 niveles se han unificado los niveles más significativos de todos los sectores para ofrecer mapas generales del subsuelo.

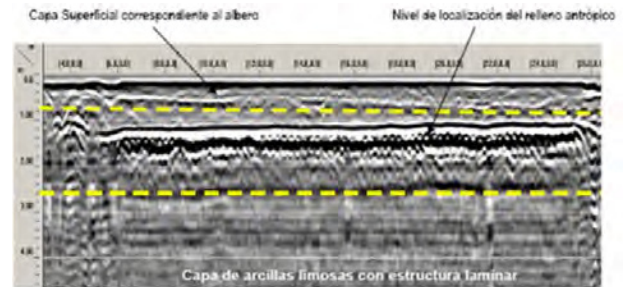


Lám. 12. Izquierda: Superficie alabeada del sector R8. Muestra las zonas con mayores reflexiones para el Nivel 2 (entre 1.3 m y 2.2 m de profundidad). Derecha: Volumen semitransparente del sector R8. En este tipo de imágenes se representan las zonas con más reflexiones y se transparentan todas aquellas reflexiones que no superan un cierto valor.

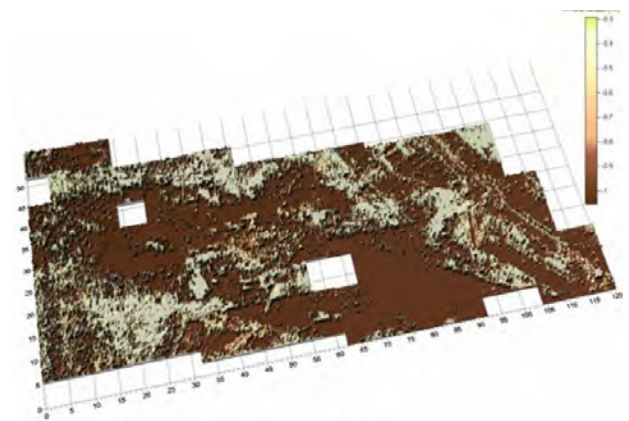


Índice de imágenes

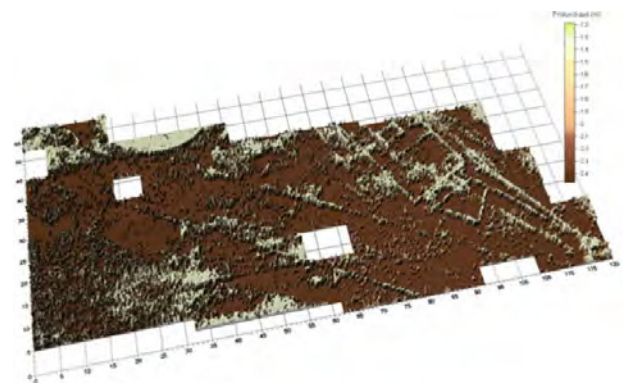
Lám. 13. Perfil radar individual.



Lám. 14: Arriba: Slice a 0.60 m. A esta profundidad se pierde el enlosado mientras que se refuerzan las alineaciones del lado Este. La zona poligonal del Oeste presenta una disminución de amplitud de las reflexiones pudiendo indicar la disminución de cuerpos reflectores en la masa homogénea encajante. También van apareciendo nuevas geometrías que se hallan aún enmascaradas por un grado de derrumbe importante debido a algún antiguo proceso de regularización del terreno. Abajo: Superficie alabeada entre 0.3 y 1 m. En la imagen se aprecian zonas reflectoras planas que pudieran dar cuenta de sectores pavimentados (asfalto, alquitrán, baldosas, etc). Al igual que en todas las anteriores imágenes los rectángulos en blanco corresponden a zonas no prospectadas debido a la presencia de vehículos.

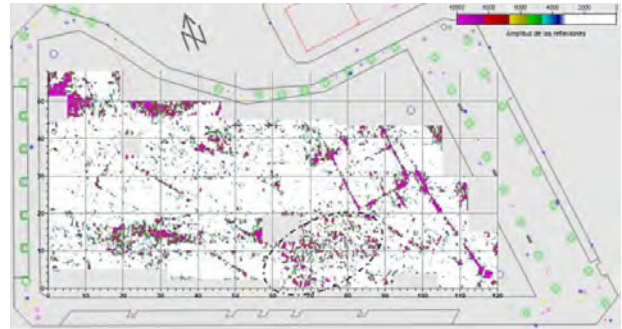


Lám 15 Arriba: Slice a 1.40 m. A esta profundidad se detecta el sellado de la antigua boca de metro y se van definiendo mejor la geometría de las principales estructuras. Las cuales ponen de manifiesto el complejo tejido de restos del solar. Abajo: Superficie alabeada entre 1,2 y 2,2 m. Este tramo es el más representativo de la exploración radar realizada. En donde se han incorporado las reflexiones más prominentes halladas entre los 1.2 m y 2.2 m de profundidad. En la imagen se aprecian la mayoría de las estructuras detectadas: sellado de la boca de metro, pozo y estructuras lineales correspondientes a muros y/o a elementos ferroviarios, tuberías etc. Incluso puede verse la disposición de los posibles adoquines del lado oeste.

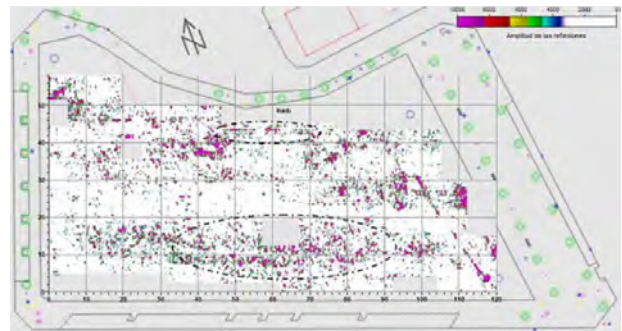


Índice de imágenes

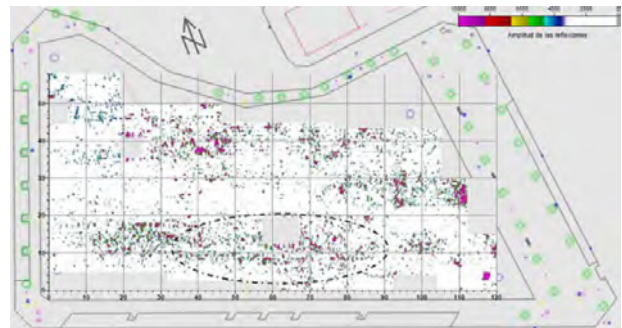
Lám. 16 Arriba: Slice para la profundidad de 2,4 m. En este caso se detecta la desaparición de algunas estructuras detectadas en los niveles superiores mientras que continúan las reflexiones dispersas en la parte sur del solar. Abajo: Superficie alabeada entre 2,5 y 3,5 m. Al igual que arriba se aprecia como continúan ciertas estructuras, mientras aparecen las reflexiones marcadas de la parte sur.



Lám. 17 a. Slice que representa la distribución de las reflexiones radar halladas en el solar para el nivel de 3.5 m aproximadamente. A esta profundidad disminuye la energía de reflexión y la relación señal/ruido empieza a ser considerable. No obstante, continúan detectándose el pozo del lado Este, restos (o ecos) de las estructuras más importantes. Cabe destacar también que en la parte sur del solar, se produce un aumento de las pequeñas reflexiones dispersas que parecen describir ciertas geometrías que no se hallan en la dirección de adquisición de los perfiles; como es el caso de la una zona al norte que interpretamos como ruido.



Lám. 17 b. Esta imagen representa la distribución de las reflexiones radar halladas en el solar para el nivel de 5 m aproximadamente. A esta profundidad la energía de reflexión es baja y la relación señal/ruido es considerable. Debido a ello se aprecia de manera general el bandeado característico en dirección de los perfiles (ruido). Continúan detectándose el pozo del lado este y algunos ecos de las bases de las estructuras más importantes. Las pequeñas reflexiones dispersas en la parte sur del solar también se mantienen.



Índice de imágenes

Lám. 17 c. Superficie alabeada entre los 3.8 y los 5 m. Para este nivel de profundidades la relación señal/ruido es considerable y se pone de manifiesto con el típico bandeo en dirección de los perfiles (este-oeste). No obstante se aprecian las reflexiones (marcadas) de la parte sur cuya disposición pudiera indicar algún tipo de morfología. Pero dado que a este nivel los sondeos mecánicos indican la presencia de terreno natural (arcillas y limos) pudiera ser que se tratase de un lentejón de conglomerados.

