

Evolución de la llanura aluvial del bajo Guadalquivir durante el Holoceno medio-superior. Geoarqueología y reconstrucción paleogeográfica de la vega de Itálica (Sevilla, España)

F. Borja Barrera⁽¹⁾, C. Borja Barrera⁽²⁾, Á. Jiménez Sancho⁽³⁾ y E. García Vargas⁽⁴⁾

- (1) Departamento de Historia, Geografía y Antropología. Facultad de Humanidades. Universidad de Huelva. Campus del Carmen, s/n. E-21071 Huelva, España
fborja@uhu.es
- (2) Departamento de Geografía Física y A.G.R. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Sevilla. Calle María de Padilla, s/n. E-41004 Sevilla, España
cesarborja@us.es
- (3) Arqueólogo. Consultor. *Arqueopolis*
al.jim@gmail.com
- (4) Departamento de Prehistoria y Arqueología. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Sevilla. Calle María de Padilla s/n. E-41004 Sevilla, España
egarcia@us.es

RESUMEN

Desde antes incluso de su fundación como asentamiento romano a finales del siglo III a.C., el sitio de Itálica mantuvo una estrecha relación con la llanura aluvial y el cauce del bajo Guadalquivir, cuya orilla derecha albergó su puerto durante varios siglos. Con el fin de abordar la evolución paleogeográfica de la vega italicense durante la segunda mitad del Holoceno, se ha estudiado el paleomodelado fluvial y la secuencia edafo-sedimentaria del entorno del yacimiento, poniendo especial énfasis en el análisis del registro geoarqueológico. Se han revisado grabados y cartografías antiguas y se han fotointerpretado series de fotogramas aéreos de varias escalas y fechas. Asimismo se han analizado suelos, sedimentos y otros componentes del relleno aluvial a partir de muestras procedentes de zanjas, cortes arqueológicos o sondeos mecánicos. Finalmente, las cronologías aportadas por el registro arqueológico se han completado con dataciones ¹⁴C. Como resultado, a nivel local, se propone una solución a la tradicional discusión sobre la existencia y la ubicación del antiguo puerto de *Itálica*; y, a nivel de la llanura aluvial en su conjunto, se establece una doble secuencia paleogeográfica alterna que tiende a una escala de milenio-submilenio. La primera de ellas cursa bajo el control de factores hidro-climáticos fuertemente matizados por una creciente presión humana sobre la cuenca, y se sustancia en una sucesión de cuatro grandes fases sedimentarias (4833-3206 cal BP; 3130-1989 cal BP; 1620 cal BP-siglo XI AD; y últimos 500 años), separadas por otros tantos episodios de estabilidad que favorecen el desarrollo de suelos aluviales. Por su parte, la segunda de las secuencias planteadas concierne a cortos períodos de tiempo propensos a la modificación del trazado de los cauces (momento previo al Bronce final; época Romana-república y plena Edad Media), separados por largos intervalos de estabilidad morfo-hidrográfica. En este último caso, el factor de control no parece ser tanto la evolución hidro-climática o los cambios de uso del suelo, cuanto las pequeñas fluctuaciones regionales del nivel del mar de edad post-Flandriense.

Palabras clave: Aluvionamientos, geoarqueología, Guadalquivir, Holoceno medio-reciente, paleohidrografía.

Evolution of the lower Guadalquivir river floodplain during the middle-late Holocene. Geoarchaeology and palaeogeographic reconstruction of the Itálica Roman site (SW Spain)

ABSTRACT

Even before Itálica was founded by the Romans at the end of the third century BC, this settlement maintained a close relationship with the morpho-dynamic evolution of the lower Guadalquivir river (SW Andalusia,

Spain), especially with the lateral channel displacements. In order to reconstruct the palaeogeographic evolution of the alluvial area of Itálica during the second half of the Holocene, our research has focused on the study of the fluvial paleoforms and the alluvial soil-sedimentary sequence, with special emphasis on the analysis of the geoarchaeological records. Ancient maps and aerial photographs of various scales and diverse dates have been interpreted. Borehole cores and profiles, manually or mechanically opened, have also been done to obtain samples for laboratory tests of the representative floodplain soils and sediments. The chronologies provided by the archaeological record were completed with several radiocarbon dates. From these results we propose a possible solution at a local level to the traditional discussion about the existence and location of the ancient harbour of Itálica; and for the alluvial plain as a whole, a double alternating palaeogeographic sequence trending to millennial-submillennial scale has been reached. The first one occurring controlled by hydrologic and climatic factors, modulated by a prolonged and extended human pressure on the basin, and showing a succession of four main stages characterized by the predominance of alluvial filling (4833-3206 cal BP; 3130-1989 cal BP; 1620 cal BP- XI century AD; and around the last 500 years), which are separated by periods of stability that favored alluvial soils formation; meanwhile, the second sequence presents short-time terms prone to riverbed design shifting (period prior to Late Bronze; Roman-republican era; central Middle Age), also separated by lengthy phases of morpho-hydrographic stability. In the latter case the main factor does not seem to be, as in the first of those, hydro-climatic shifts and land use changes, but rather the last small regional fluctuations of sea level that came with the second part of the Holocene.

Key words: alluvial soils, channel shifting, sedimentary sequence floodplain, middle-late Holocene, lower Guadalquivir river, Itálica (SW Spain), geoarchaeology.

ABRIDGED ENGLISH VERSION

Introduction

On the right bank of the lower Guadalquivir floodplain, close to the present city of Seville to the north, the Roman settlement of Itálica was founded at the end of the 3th century BC by the Roman legionaries that fought against Carthage in southwest Iberia. A part of this ancient city occupies the hills carved on the marine facies of the upper Miocene locally named Blue Marl (*Margas Azules*), whilst the other part extends on the sandy silt filling of the mid-late Holocene of the floodplain, this being the most interesting sector for our investigation, owing to the fact it contains an adequate geoarchaeological record for palaeogeographic reconstruction.

Floodplains occupy the flat areas adjacent to fluvial channels and they make up the morph-sedimentary expression of maximum flooding of rivers. When floodplains are dominated by meandering channels, they involve two major types of deposits (or sedimentary facies associations): on the one hand there are channel deposits, including mainly bottom and point bars ones, both caused by lateral accretion, that is to say, by a growth of sediment in horizontal contiguity; and, on the other hand, overbank sediments appear, a category referred to, among others, as slackwater flood deposits and natural levées, generated in both cases through vertical accretion, that is, by upward sedimentary sequences. As the alluvial plain evolves, local sedimentary environments change over time under the influence of climate variations and human changes in land use and, close to the mouth of the river, the relative movements of the local sea level. With each new flood, flow processes selectively distribute materials by size and, on specific occasions, the channel can sweep across the floodplain erasing or covering previous deposits, or may be affected by avulsion and floodout processes, etc. When analysed from a stratigraphic and chronological point of view, this feature set provides valuable knowledge for identifying and sequencing the various stages of the recent evolution of fluvial systems.

Clarifying the historical relationship established between the Roman city of Itálica and the fluvial channels of this sector of the alluvial plain of the lower Guadalquivir, and insisting on the eventual location of its port area on the one hand, and, on the other hand, and adopting a wider spatial and temporal perspective, to establish the particular context of the palaeogeographic evolution of this area in the general domain of Guadalquivir mouth during the second half of the Holocene, have been the main objectives of this research. To achieve this goal, we have thoroughly studied the soil-sedimentary sequence of the alluvial plain of the surroundings of Itálica, especially with reference to the evolution of the lateral channel displacements.

Geographical and geological setting

From east to west, the Guadalquivir river runs more than 600 km through Andalucía (south Iberian peninsula), crossing several provinces before draining into the Gulf of Cadiz, about 70 km south of Seville. Its mouth,

located at the end of a basin of nearly sixty thousand square kilometers, presents a beach-dune-wetland-alluvial plain model, showing a Mediterranean climate with Atlantic influence, characterized by annual average rainfall of around 600 mm, with rain mainly between autumn and winter, as well as a yearly average temperature around 18°C. Geologically, the lower river reach occupies the seaward edge of the Guadalquivir Cenozoic Basin which constitutes the foreland basin of the Betic Range. Marine sediments of this basin belong to the Neogene period, specifically the upper Miocene–low Pliocene. North-westward, the limit of the basin is constituted by the Precambrian and Paleozoic material of the Iberian Massif. The Pleistocene evolution of the lower Guadalquivir is characterized by a succession of several stepped fluvial terraces and, after the last glacial maximum, by a progressive estuarine fill, which is followed by the development of channel and floodplain facies. During the mid-Holocene era, the Guadalquivir river formed a large estuary in its final stretch, a wide coastal bay that today is occupied by vast marshes, separated from the Atlantic by littoral spit and dune systems. Therefore, the Guadalquivir floodplain stratigraphic sequence shows the usual model of the transit from the Upper Pleistocene (fluvial terraces system), to the mid-Holocene (the moment of maximum flooding, when the Guadalquivir open estuary is configured) and, finally, to the mid-late Holocene, when the current beach-dune-wetland-floodplain system developed.

Materials and methods

In order to reconstruct the palaeogeographic evolution of the Itálica alluvial area during the second half of the Holocene, our research has focused on the study of the fluvial landforms (through photo-interpretation techniques) and the alluvial soil-sedimentary sequences (pedology and sedimentology approach), with special interest in the analysis of the geoarchaeological records. Ancient pictures and maps, as well as series of aerial photographs of various scales and diverse dates have been interpreted. Rotary drilling and profiles manually or mechanically opened have also been done to obtain samples for laboratory analysis of the representative floodplain soil-sediments and occupation deposits. Chronologies provided by the archaeological record were completed with several radiocarbon dates in order to obtain the process sequence. In the field, soils and sediments were described in terms of their main grain typology, predominant colour (by the Munsell Soil Color Chart), etc., as well as by the presence of other components such as botanical and faunal macro-remains, archeological fragments, etc., all of which were collected and analysed. Once the record had been sampled, at the laboratory, selected material from the cores and trenches were analysed for grain size, calcium carbonate content, organic matter, pH, humidity, etc. Particularly, the archaeological objects (pottery fragments, constructive remains, carbon particles, etc.) from the drill cores, trenches and the archaeological excavations were documented and analysed not only typologically but also chronologically. Pottery was categorized according to shapes and ages in comparison with those obtained from many other records of the Itálica site. Thus, together with radiocarbon age estimates, the pottery diagnosis complements the chronostratigraphy sequence in the sector of Guadalquivir floodplain close to the ancient Roman city. Numerical ages were obtained from the National Accelerator Center (Seville, Spain), Geochron Laboratories (Massachusetts, USA) and Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory (Florida, USA). As far as the calculation of dates was concerned, the usual reference was the IntCcal13database.

Results and Discussion

We have done a synthesis of the paleo-hydrographic evolution of the Guadalquivir floodplain close to Itálica and distinguished four stages. The first one concerns ca. 1 Millennium BC, but we are unable to provide any further details about it. The second phase generally covers the Roman era and defines the landscape corresponding to the moment when the harbour of Itálica, which has now been approximately located, was one of main references of western Mediterranean shipping. The third episode, ca. mid-Medieval Age to Modern Age, records the last large shifting of the Guadalquivir channel, with avulsion processes and meander growth. Finally, the fourth phase occurred during the last centuries, when the Guadalquivir floodplain and its channel was intensely and permanently changed by human activities (canalizations, shortening, etc.), in order to facilitate farming and fluvial navigation, as well as to safeguard the city against flooding. Thus, three morphodynamic episodes have been defined that are prone to horizontal displacement and the bifurcation of the channels, which coincide with the high positions of the sea level that came before to pronounced falls of the same. Each stage of the evolution of the alluvial landscape close to Itálica has also been characterized from the morph-sedimentary point of view, establishing a correlation between them and the corresponding morphogenesis-pedogenesis cycle (accumulation of sediments-soils formation) recorded in the lower Guadalquivir floodplain. The section of each of these four cycles characterized by the predominance of alluvial filling has been dated in: 4833-3206 cal BP, 3130-1989 cal BP, 1620 cal BP-XI century AD, and the last 500 years, which are

shown separated by periods of hydro-geomorphological stability that favoured the development of alluvial soils.

Lastly, the sedimentary vs. soil formation phases of the mid-upper Holocene of the alluvial plain of the lower Guadalquivir and the episodes of lateral movement of its channel have been contrasted with the soil-sedimentary records corresponding to other nearby rivers, as well as with paleoclimatic global and regional data, the pollen record, the curves of magnetic susceptibility and lake level variations (provided by Sidi Ali lake in north Morocco), the sea level fluctuations of the Gulf of Cadiz, and finally with the sequence of extreme hydrological events in the western Mediterranean and Iberian region.

Conclusions

To sum up, we propose a local answer to the traditional debate about the existence and location of the ancient harbour of Italica; regionally, a double alternating palaeogeographic sequence trending to millennial-submillennial scale it has been reached: the first occurs controlled by hydrologic and climatic factors, modulated by a prolonged, progressive and extended human pressure on the basin, and shows a succession of four stages characterized by the predominance of alluvial sedimentation (4833-3206 cal BP; 3130-1989 cal BP; 1620 cal BP-XI century AD; and lasted 500 years), which are separated by periods of stability that favoured the development of alluvial soils. Whereas, the second sequence presents short-time terms prone to riverbed design shifting (prior to Late Bronze; Roman-republican era; X-XI centuries AD), also separated by lengthy phases of morph-hydrographic stability. In the latter case the main factor does not seem to be, as in the first, hydro-climatic change and land use changes, but rather the last small regional fluctuations of sea level that came with the second part of the Holocene.

Introducción

La historia de Itálica está vinculada al río Guadalquivir incluso desde antes de convertirse en el primer asentamiento romano permanente del sur de Iberia, mientras era tan sólo uno más de los muchos poblados de época Turdetana que jalonaban su antigua desembocadura. Tanto la ciudad protohistórica como la mayor parte del posterior emplazamiento romano ocuparon uno de los cerros labrados sobre la formación geológica del Neógeno conocida localmente como las *Margas Azules* (Mioceno superior), la cual conforma el límite occidental de la llanura aluvial. Sólo a partir del principado de Augusto (finales del siglo I a.C.) y, sobre todo, con el auge de la época Imperial (siglos I-II d.C.), algunos de sus elementos urbanísticos, tales como el teatro, una de sus principales necrópolis (La Vegueta) o la zona portuaria imperial, ocuparon directamente la llanura aluvial, sobre cuya evolución centramos nuestro interés en el presente trabajo (Fig. 1).

A este respecto de la vinculación del yacimiento con la llanura aluvial, en el documento de avance del *Plan Director del Conjunto Arqueológico de Itálica* (2011) se reconoce, sin embargo, que la relación entre la ciudad y el Guadalquivir es uno de los aspectos más olvidados de la investigación sobre Itálica. En estos mismos términos se expresa también S. Rodríguez de Guzmán (2012:660), quien, como directora de dicho espacio patrimonial, manifiesta su pleno convencimiento acerca de que parte de lo que

aún no se sabe del sitio se debe a la “falta de información sobre la paleotopografía del enclave y/o sobre la relación entre el río y la ciudad”.

La consecuencia directa de este menester no es otra que la ausencia de certezas que nos permitan, por ejemplo, caracterizar y contextualizar adecuadamente las potenciales instalaciones portuarias de la ciudad en época romana (lo cual, a día de hoy, sigue siendo una incógnita sin despejar arqueológicamente), pero también la obscuridad en la que permanece nuestro conocimiento acerca de la evolución histórica de la red hidrográfica de este sector de la llanura aluvial. Extraña, pues, que un asunto tan sensible como este del trazado del *Baetis* y la localización del puerto de *Italica* no haya sido considerado adecuadamente en la delimitación de las 118 ha que abarca el actual Bien de Interés Cultural Zona Arqueológica de Itálica (Decreto 7/2001, de 9 de enero) (Fig. 1), cuyo límite oriental excluye el ámbito de la vega situado a levante de la ciudad romana, donde tradicionalmente se ha señalado la presencia de un “antiguo muelle” (e.g. García y Bellido, 1960).

Pero ni la localización de *Italica* ni la actividad desarrollada secularmente por sus habitantes se conciben sin la existencia de un puerto fluvial ni, consiguientemente, sin una corriente navegable de calado suficiente como para permitir el tráfico de las embarcaciones romanas del final de la época Republicana y, sobre todo, de la etapa Imperial (Caballos and León, 1997; Caballos et al., 1999) ¿Por qué, entonces, después del tiempo transcurrido entre que se fundara la

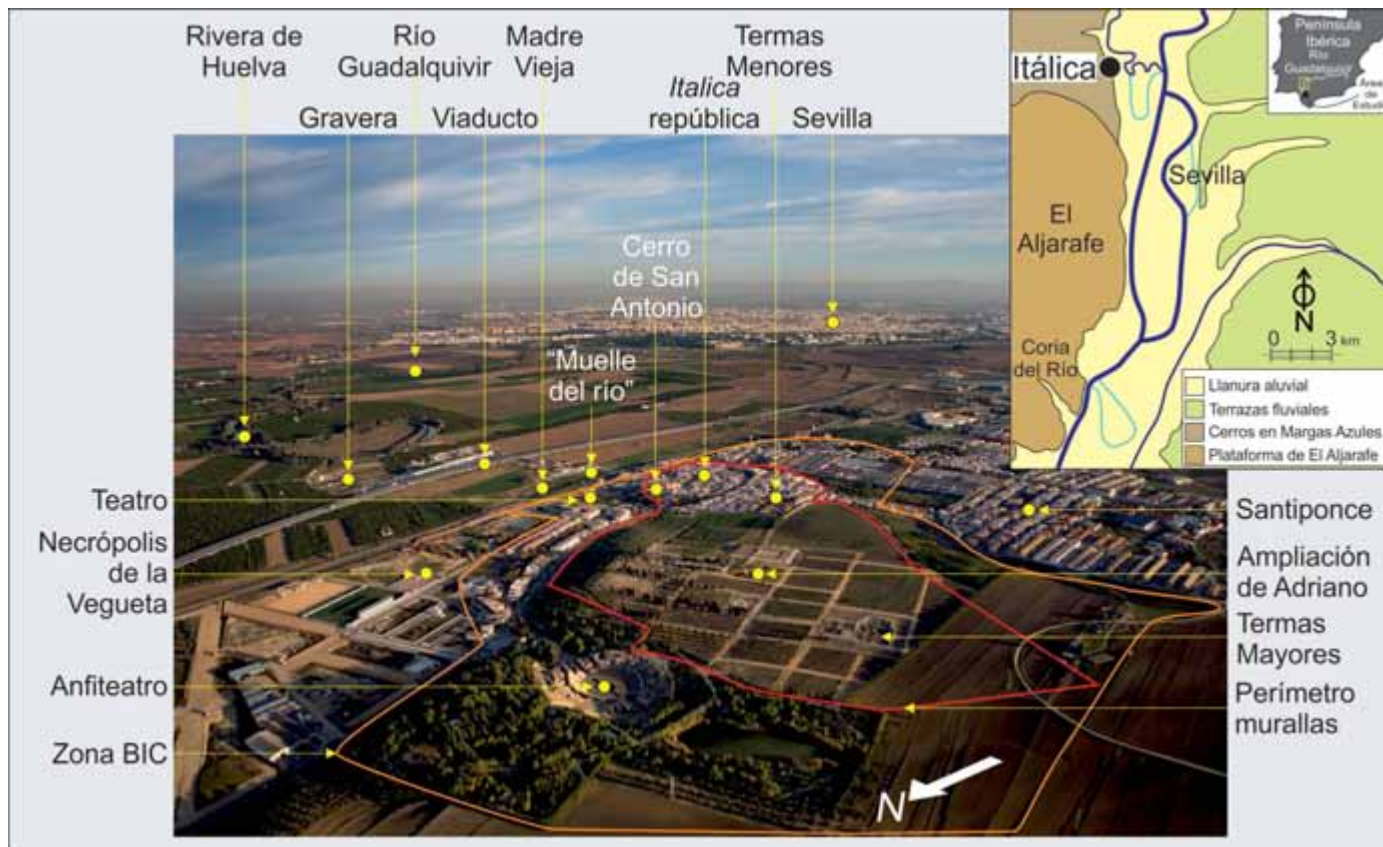


Figura 1. Localización de la llanura aluvial del bajo Guadalquivir al suroeste de Andalucía (España). Panorámica del yacimiento de Itálica visto desde el noroeste, con la ubicación de los elementos más importantes del paisaje y las ciudades principales (el anfiteatro de Adriano y la villa de Santiponce aparecen en primer plano, Sevilla al fondo).

Figure 1. Location of the lower Guadalquivir river floodplain in southwestern Andalusia (Spain). Overview of the Itálica site from the north-east, with setting of the most important landscape elements and main towns (Hadrian's amphitheatre and Santiponce village appear in the foreground, Seville at the back).

ciudad al final del siglo III a.C. y que ésta se convirtiera en el yacimiento arqueológico que hoy conocemos –del que, por lo demás, hay otros aspectos relacionados con el medio físico razonablemente conocidos (Jiménez, 2012; Izquierdo, 2012, Borja, *et al.*, 2012a; Jiménez and Borja, 2015)–, aún hoy seguimos sin tener constancia segura de dónde se situaba su puerto o, al menos, a orillas de qué cauce fluvial se habrían estibado las naves que viajaban a Roma cargadas del aceite y el vino de la *Betica* y, muy especialmente, del cobre y la plata de la Sierra Morena occidental?

A día de hoy cuesta dar una respuesta concluyente en este sentido, posiblemente debido a que existen planteamientos previos sin resolver en la historiografía italicense, cuestiones que quizá no hayan sido formuladas desde el punto de vista más adecuado. Puede que, como en tantas otras ocasiones, la identificación del cauce del Guadalquivir que dio cobijo al puerto de *Itálica* sea un aspecto más estrictamente

gearqueológico que arqueológico. Un asunto cuya solución pase por esclarecer con carácter previo cómo ha evolucionado la compleja trama de relaciones dinámicas que mantiene un determinado sitio con su entorno natural. Tal vez por ello, y además porque dicho sistema de interdependencias evoluciona con el paso del tiempo (Borja *et al.*, 2012), su análisis requiera de la adopción de una perspectiva paleogeográfica (diacrónica) desde la que se asuma que el contexto climato-antrópico (Jorda and Vaudour, 1980; Vaudour, 1986) vigente durante la etapa funcional de las infraestructuras que hoy catalogamos genéricamente como “restos arqueológicos”, no tiene por qué ser el mismo que opera en el presente (Mayoral *et al.*, 2012), dado que el clima, el nivel de base regional y los usos del suelo del bajo Guadalquivir han cambiado sensiblemente con el paso del tiempo. Así pues, a la vista del modelo meandriforme de tornos de gran curvatura que presenta el bajo Guadalquivir desde

hace siglos, de los abundantes vestigios morfotopográficos que proporcionan los antiguos canales abandonados, y de la rica toponimia/hidronimia que a este respecto salpica toda la llanura aluvial (*e.g.* madre vieja, río viejo, arenal, tornos, puntas, islas, pasadas, bajos, cortas, vados...), lo lógico es plantear, aun a riesgo de caer en la obviedad, que ni el cauce actual tiene por qué discurrir por donde lo hacía en época romana, ni la morfo-topografía de la llanura aluvial de entonces por qué coincidir con la superficie y el modelado de la vega contemporánea (Borja *et al.*, 2011; Borja *et al.*, 2012).

A pesar de ello, la existencia de un antiguo “muelle” o del “muelle del río” situado a levante del teatro romano de Itálica, a escasas decenas de metros de la fachada trasera del Pórtico, en las inmediaciones de un eje fluvial conocido secularmente como la Madre Vieja (Fig. 1), es, como ya hemos avanzado, una referencia recurrente desde mediados del siglo XIX, especialmente desde el 5 de octubre 1862. Fue entonces cuando, con ocasión de la visita de la reina Isabel II a las excavaciones de Itálica, Demetrio de los Ríos (en ese momento Director Facultativo de las excavaciones de Itálica) presentó su *Plano Topográfico de las Ruinas de Itálica*, el cual, litografiado por Enrique Utrera, aparece anotado de la mano del autor con una numeración romana donde el ítem XIV hace referencia a los “Muros y otras construcciones del antiguo muelle” (Fernández, 1998). Hay versiones posteriores de este plano en las que la numeración original, o bien se altera, como ocurre en la editada en 1876 (esta es, por ejemplo, la que reproduce la famosa obra de García y Bellido (1960), *Itálica*, donde los restos del “Muelle” ya no aparecen señalados con el número XIV sino con el XVIII); o bien desaparece, como ocurre en el caso de la representación titulada también por de los Ríos como “*Italica-Plano General*”, la cual se fecha en 1865 (Canto, 1999; Luzón, 2012).

Posteriores elaboraciones cartográficas del área de Itálica fueron incorporando nuevos elementos, o bien desprendiéndose de algunos de los recogidos en las versiones decimonónicas. La alusión gráfica al muelle de Itálica, en concreto, se mantiene hasta comienzos del siglo XX, apareciendo en el plano que realiza Pelayo Quintero Atauri en 1902 (*cf.* Beltrán and Rodríguez-Hidalgo, 2012). Un siglo después, el citado A. García y Bellido, basándose, según él mismo comenta, en los testimonios de “arqueólogos como Francisco de Torres y Ambrosio de Morales” (siglo XVI), o de A. Fernández Prieto y Sotelo (siglo XVIII), no alberga la menor duda al respecto de la existencia del famoso “muelle del río”, dando por sentado que la ciudad de “*Italica* era bañada por el *Baetis*” hasta que su curso cambió dejándola “en seco”. Sin embargo,

no queda claro a qué río alude realmente dicho historiador, pues al argumentar, en otro pasaje de su obra, que cuando el río se desborda vuelve a llenar su antiguo cauce, se refiere literalmente a la “Ribera de Buerba”, y no al Guadalquivir.

En lo que sigue, pues, nos centramos en la reconstrucción paleohidrográfica y en el estudio de la secuencia edafo-sedimentaria de la vega de Itálica, cifrando nuestros objetivos, por un lado, en esclarecer la relación histórica establecida entre la ciudad romana y los cauces fluviales de este sector de la llanura aluvial del bajo Guadalquivir, abundando en la eventual localización de la zona portuaria italicense; y, por otro, adoptando una perspectiva espacio-temporal mucho más amplia, en contextualizar la evolución paleogeográfica particular de este espacio en el devenir general de la llanura bética y su desembocadura durante la segunda mitad del Holoceno.

Área de estudio

La vega de Itálica forma parte de la llanura aluvial del bajo Guadalquivir, eje fluvial que articula la región andaluza cruzándola de Este a Oeste hasta alcanzar el océano Atlántico bajo un modelo de desembocadura del tipo playa-duna-humedal-llanura aluvial (flechas litorales de Doñana y la Algaida; dunas de Doñana; marismas del Guadalquivir; vega del bajo Guadalquivir) (Fig. 2). Localizado en el extremo suroccidental de la Península Ibérica (37,5°N-6°W), el tramo final de la llanura bética registra un clima de tipo mediterráneo con influencia atlántica, caracterizado por unas precipitaciones medias anuales cercanas a los 600 mm repartidos preferentemente entre el otoño y el invierno, así como por una temperatura media que ronda los 18°C. Geológicamente, este ámbito ocupa el sector pre-litoral de la cuenca cenozoica de antepaís de las Cordilleras Béticas, cuyo límite noroccidental está constituido por el Macizo Ibérico (Fig. 3). Descontando las facies del Tortoniense, que afloran únicamente en el borde del relieve paleozoico, los materiales que componen el relleno marino de este tramo inferior de la Depresión del Guadalquivir pertenecen exclusivamente al Neógeno, más concretamente a la serie del tránsito Mioceno superior-Plioceno inferior (Civis *et al.*, 1987; Sierro *et al.*, 1996), en cuya base afloran las mencionadas Margas Azules (Messiniense superior), una formación marina carbonatada de tonalidad gris azulada, rica en concreciones de yeso así como en óxido de hierro, la cual conforma, hacia al Este, en el labio hundido de la falla del bajo Guadalquivir, el muro de los materiales continentales de la vega bética, al tiempo que el nivel de

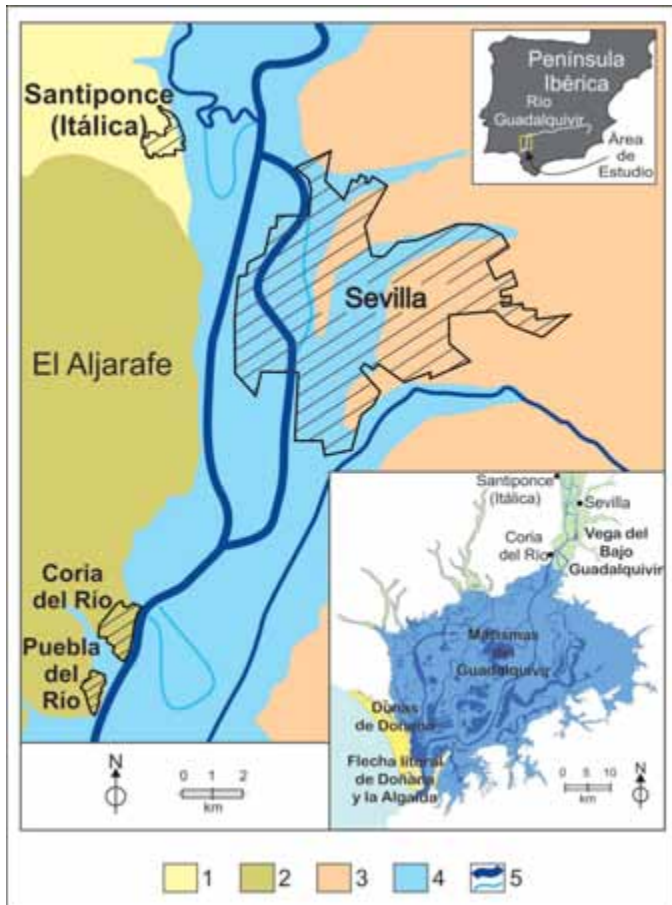


Figura 2. Principales unidades litológicas del bajo Guadalquivir en el tramo Santiponce-Puebla del Río. [Leyenda. 1: Arcillas marinas carbonatadas con yeso y óxidos de hierro, conocidas localmente como *Margas Azules* (Mioceno superior, Mesiniense); 2: “Facies de Transición” de arcillas y areniscas (Mioceno-superior), culminadas por la Unidad de arenas y limos amarillentos (Mioceno superior-Plioceno inferior); 3: Depósitos detríticos de terrazas fluviales (Pleistoceno medio-superior); 4: Materiales finos de llanura aluvial (Holoceno medio-superior); 5: Canales activos y canales abandonados].

Figure 2. Main lithological units of the lower Guadalquivir alluvial plain (Section Santiponce-Puebla del Río). [Key. 1: Marine, clayey, grey-bluish, carbonated materials with gypsum and iron oxides, locally named *Blue-Marl* (upper Miocene, Messinian); 2: Rhythmic alternating with clayey-silt and sandy-sandstone materials known as “Transition Facies”, topped by a final Unit of carbonated yellowish silty sands (upper Miocene-lower Pliocene); 3: Gravely-sandy-silty of fluvial terraces (mid-upper Pleistocene); 4: Fine sediments of alluvial plain (mid-upper Holocene); 5: Active and abandoned fluvial channels].

base del acuífero regional. Por encima de este potente banco arcilloso aflora una alternancia rítmica de capas arcillo-limosas entre las que se intercalan bancos de arenas, unas veces sueltas y otras cementadas (areniscas), correspondientes al Mioceno superior que, en su conjunto, se conocen como las “facies de

transición”, por encontrarse entre las *Margas Azules* y los términos superiores de la serie neógena (Mayoral and González, 1987). Por su parte, estos materiales culminantes están compuestos por limos arenosos amarillentos, también carbonatados, originados al comienzo del Plioceno, a cuyo techo evolucionan, ya durante el Pleistoceno, los típicos suelos ferruginosos mediterráneos (rojos-pardos) de la comarca de El Aljarafe, al tiempo que progresa una red no muy desarrollada de arroyos y cañadas que drenan directamente al Guadalquivir o a sus marismas (Pudio, Majaberraque...). En su conjunto, estas unidades del final del Terciario se presentan afectadas por una compleja malla tectónica, cuyas principales lineaciones prolongan su actividad, en ocasiones, hasta el Holoceno, influyendo así de manera decisiva en el modelado y la evolución reciente tanto del tramo final de las cuencas fluviales (Guadalquivir, Gudiamar, etc.), como de su frente litoral (Goy *et al.*, 1996; Zazo *et al.*, 2005; Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2014).

El Cuaternario de este tramo final de la Depresión del Guadalquivir está compuesto esencialmente por materiales detríticos pertenecientes a los niveles más bajos de su sistema de terrazas fluviales, los cuales, según Baena (1993), corresponderían al ciclo Tardiglacial-Holoceno. Sin embargo, la última de estas unidades morfotopográficas fluviales, sobre la que encaja la serie marino-continental correspondiente al último interglacial, ha sido datada recientemente en el subsuelo del actual casco urbano hispalense (en torno a -2,10 m de cota absoluta) a comienzos del *OIS 3* (*Oxygen Isotope Stages*), en concreto en 62 ka BP (Borja *et al.*, 2015a). En el entorno de Itálica, por encima de estos niveles de terraza –allí donde aparecen, o si no directamente sobre la formación de *Margas Azules*– se documenta la presencia de un espeso banco de arcillas grises (2,5Y / 5Y *Munsell Soil Color Chart*) de evidente laminación paralela (remarcada por pasadas milimétricas de arenas micáceas muy finas), cuya datación se ha establecido en ca. 30 ka cal BP a una cota absoluta en torno a -1 m (Borja *et al.*, 2012) (Tabla 3). Más al sur, también bajo el asfalto de la ciudad de Sevilla, en ambientes resguardados de la dinámica lateral del sistema de cauces del Guadalquivir, se han detectado restos de una formación arcillosa rica en materia orgánica (facies turbosas) (Borja *et al.*, 2008), la cual, entre -3,10 y -0,60 m de cota absoluta, ha arrojado unas fechas de 8740-8410 cal BP y 8010-7770 cal BP en la Puerta de Jerez (Fig. 14.14), de 7850-7610 cal BP en la calle San Fernando (Fig. 14.1), y de 7575-7433 cal BP en el Edificio La Florida (Fig. 14.10) (Tabla 3), siendo posible vincularla con el límite interno de la gran ensenada

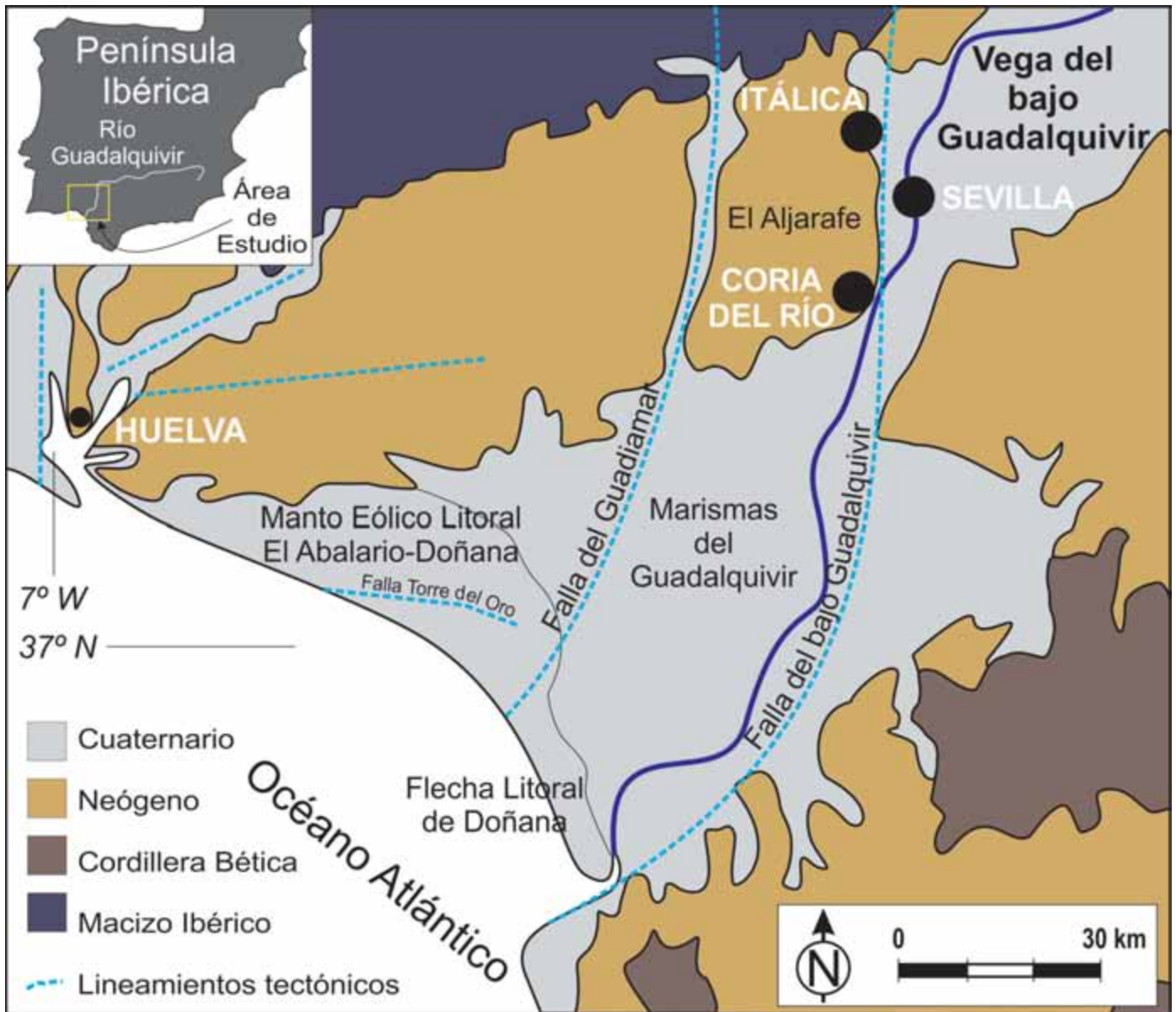


Figura 3. Marco geológico general del bajo Guadalquivir entre el Macizo Ibérico (Sierra Morena) al Noroeste y las cordilleras Béticas al Sureste, con localización del yacimiento de *Italica* (Santiponce) y otras ciudades referidas en el texto.
Figure 3. Geological framework of the lower Guadalquivir between the Iberian Massif and Betic mountain ranges, with location of the *Italica* archaeological site and other cities mentioned in the text.

que dominó la desembocadura del Guadalquivir a partir de máximo transgresivo del Holoceno. Con posterioridad a este episodio, el tramo inferior del valle bético recibe una compleja serie de aportes aluviales, sobre los que abundaremos en lo que sigue, y la ensenada litoral en la que desembocaba el Guadalquivir empieza a convertirse, poco a poco, en las marismas que hoy conocemos, separadas paulatinamente del mar abierto a consecuencia de la evolución de la flecha litoral de Doñana-La Algaida y de su sistema dunar asociado (Borja, 2013) (Fig. 4).

Materiales y métodos

El carácter multidisciplinar de la presente contribución hace que los materiales de los que se ha dispuesto y, especialmente, los métodos empleados en la investigación sean bastante heterogéneos. En términos generales, se parte de un estudio morfo-edafo-sedimentario basado tanto en la fotointerpretación del paleomodelado fluvial, como en el análisis en campo y laboratorio de las *formaciones superficiales* (Dewolf and Bourrié, 2008) presentes en la llanura

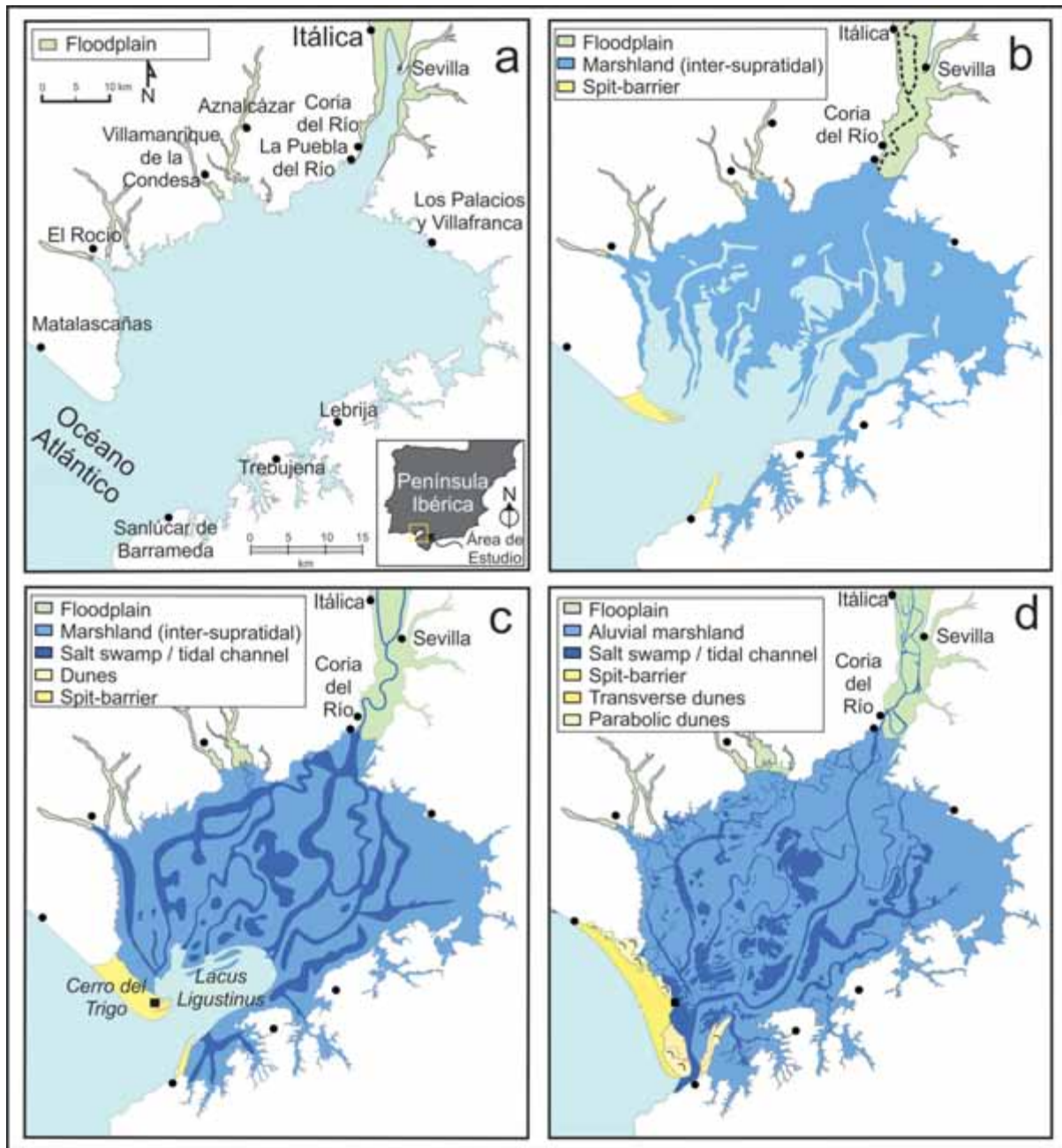


Figura 4. Reconstrucción tentativa de la evolución del conjunto de la desembocadura del Guadalquivir durante la segunda mitad del Holoceno [Leyenda. **a:** Periodo Neolítico, máximo transgresivo del Holoceno, ambiente marino que no parece alcanzar el entorno de Itálica (ca. 6500 BP); **b:** Periodo Bronce Final, gran expansión de planicies mareales y avance de la flecha litoral; llanura aluvial consolidándose a la altura de Coria del Río, (ca. 3300-2800 cal BP); **c:** Periodo Turdetano-Romano, consolidación de las marismas supramareales y la llanura aluvial, avance de la flecha litoral y el sistema dunar (ca. 2390-1600 cal BP); **d:** Últimos siglos, generalización de marismas aluviales, llanura aluvial desnaturalizada, cierre de la flecha litoral y nuevas fases de formación de dunas activas]. Cronologías tomadas de dataciones publicadas (ver referencias bibliográficas); delimitación cartográfica basada en regionalización ecológica de Montes *et al.* (1998; 2007); y restitución morfo-topográfica a partir de la cartografía de Menanteau (1982).

Figure 4. Hypothetical reconstruction of the Guadalquivir mouth evolution during the second half of the Holocene [Key: **a:** Neolithic period; post-glacial maximum flooding, marine-estuarine environments fully occupy the bay, without reaching close to Itálica (ca. 6500 BP); **b:** Late Bronze Age; accelerated expansion of the tidal flats and rapid growth of sand barriers, and floodplain consolidated near Coria del Río (ca. 3300-2800 cal BP); **c:** 2nd Iron Age to Roman times; consolidation of floodplain southern Seville; alluvial marshes and sandy barrier increasing, as well as dune system (ca. 2390-1600 cal BP); **d:** Latest centuries; widespread alluvial marshes, intense hydraulic management of floodplain and marshes, the beach barrier system shows two new prograding morph-sedimentary units]. Mapping based on ecological regionalization from C. Montes *et al.* (1998; 2007); morph-topographic restitution from Menanteau (1982); and chronologies come from the references.

aluvial del bajo Guadalquivir, en nuestro caso: sedimentos, suelos y *formaciones superficiales antrópicas* (utilizamos este último concepto en el sentido dado en Borja (1993), incluyendo en él cualquier formación superficial en cuya génesis y/o configuración haya intervenido directa o indirectamente la actividad humana).

En lo que atañe al análisis espacial se han empleado fotogramas aéreos de distintas fechas (vuelo americano B de 1956 a una escala aproximada de 1:33.000 y vuelo del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía de 2002 a escala 1:20.000, ambos en blanco y negro), así como series de ortofotografías correspondientes a las últimas décadas (Red REDIAM de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía). Esta diversificada aproximación al análisis espacial

de la llanura aluvial del bajo Guadalquivir nos ha proporcionado una idea bastante cabal de la tendencia de sus cambios morfo-hidrográficos seculares, así como de los efectos del manejo hidráulico de la misma durante los últimos tiempos, para lo que también nos hemos ayudado de cartografías antiguas, grabados históricos y referencias bibliográficas específicas (e.g. Vanney, 1970; Menanteau and Vanney, 1985; Zapata, 1985; Moral, 1991).

El levantamiento y la descripción de los perfiles (Figs. 5 y 6), así como el muestreo para los diversos tratamientos de laboratorio se han realizado, bien de forma directa, sobre la unidad sedimentaria seleccionada en caso de que ésta aflorara (perfiles localizados en graveras o abiertos durante el desarrollo de obras de canalización), o de ser accesible mediante catas manuales o excavaciones arqueológicas; o bien,

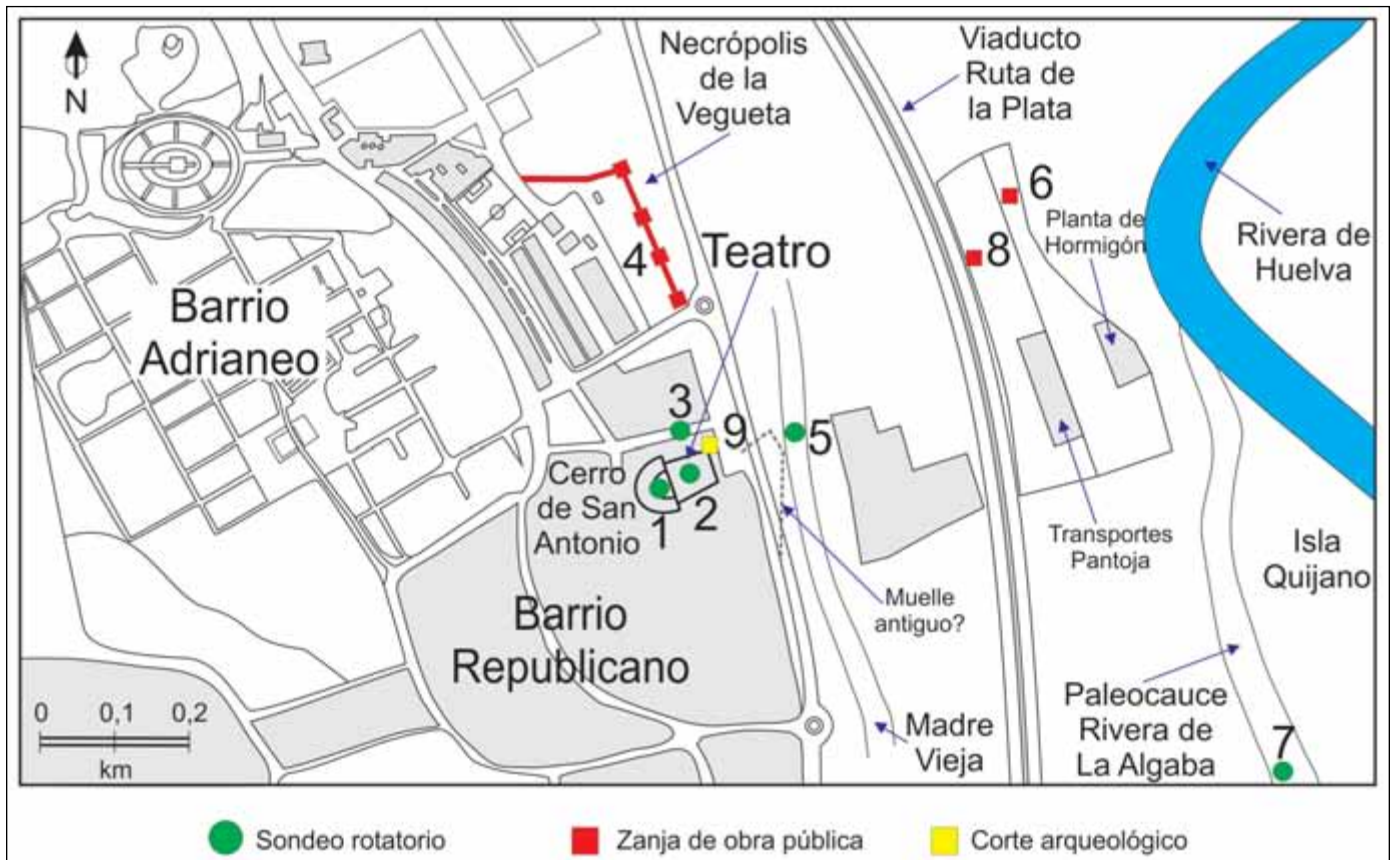


Figura 5. Localización de perfiles y otras referencias del entorno de Itálica, con indicación de los sectores urbanos (Barrio Republicano y Barrio Adrianeo) y el Cerro de San Antonio, emplazamiento originario de la ciudad, etc. [Leyenda. 1: Sondeo de la *orchestra* (Teatro, ref.: SVU12); 2: Sondeo de la *porticus post scaenam* (Teatro, ref.: SVU17); 3: Sondeo Cañada Honda (ref.: SVU4); 4: Zanja de acometida de aguas en la necrópolis de la Vegueta; 5: Sondeo sobre la Madre Vieja; 6: Zanja de la Gravera de la planta de hormigón; 7: Sondeo del meandro de la Isla Quijano; 8: Zanja de obras del Viaducto de la Ruta de la Plata en las instalaciones de la empresa Transporte Pantoja].

Figure 5. Location of profiles and other places of Itálica, with indication of the urban areas (Republican city and urban enlargement of Hadrian), the Cerro de San Antonio (original city emplacement), etc. [Key. 1: Orchestra core (Theatre ref.: SVU12); 2: porticus post scaenam core (Theatre ref.: SVU17); 3: Cañada Honda core (ref.: SVU4); 4: Necropolis of La Vegueta trench; 5: Madre Vieja core; 6: La Gravera profile; 7: Isla de Quijano meander core; 8: Ruta de la Plata viaduct trench (near truck company)].

mediante perforaciones mecánicas ejecutadas manualmente con equipos autónomos o, principalmente, realizando sondeos rotatorios con recuperación de testigo continuo mediante sondas auto-transportadas equipadas con coronas de *widia* o diamante y baterías de distintos diámetros. En el caso de tratarse de muestras destinadas a tratamientos particulares (¹⁴C, OSL, fauna...) se ha procedido de acuerdo a los protocolos básicos de cada especialidad.

Las pruebas de laboratorio se han practicado fundamentalmente sobre facies aluviales, aunque también se han tratado materiales procedentes de formaciones superficiales antrópicas, algunas de ellas de carácter ocupacional. En la Tabla 1 se detalla el tratamiento básico seguido en el común de las muestras estudiadas (color, análisis textural, contenidos en fosfatos, en carbonato cálcico y materia orgánica, así como niveles de pH y humedad), el cual nos ha permitido discriminar y caracterizar las diferentes unida-

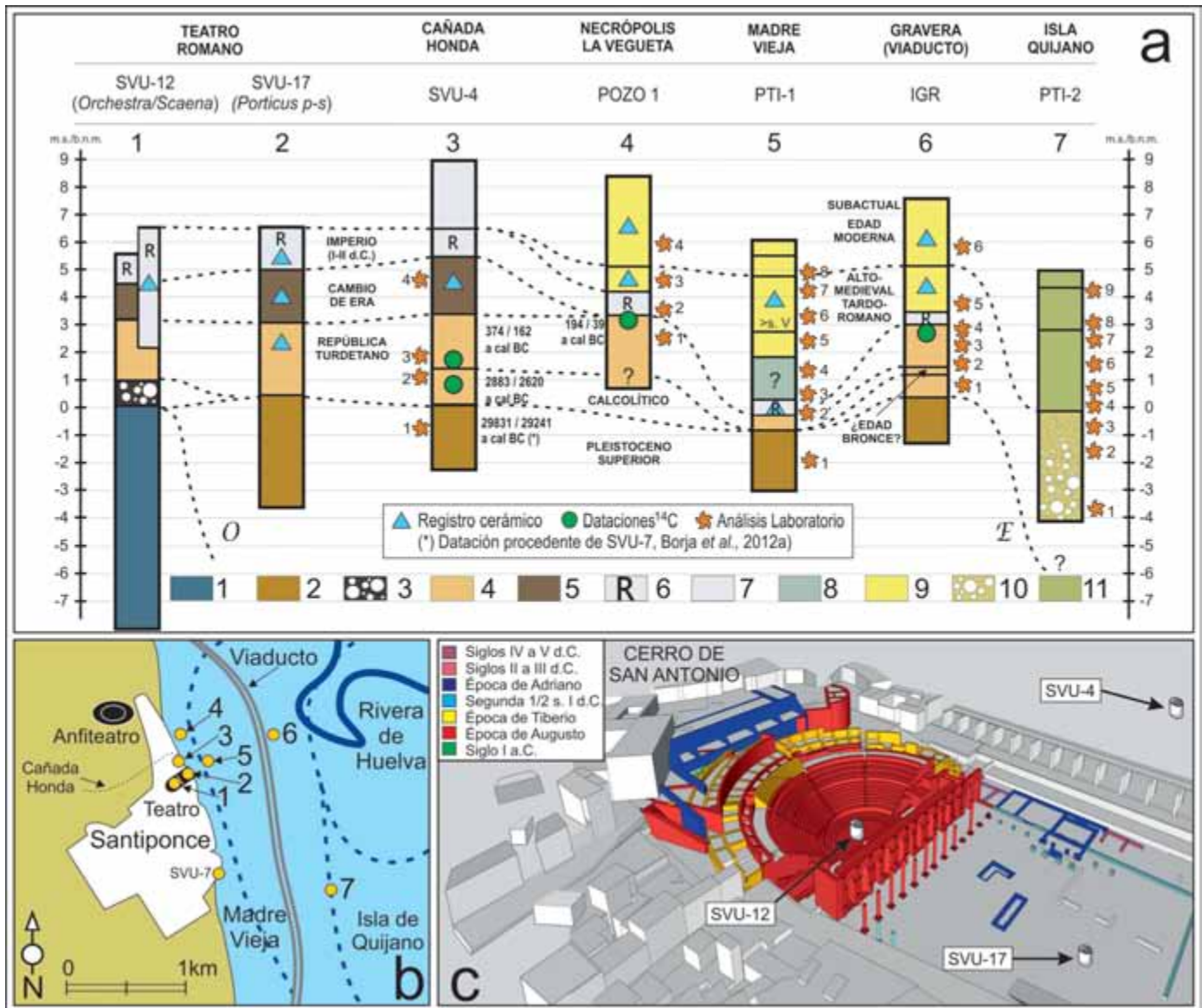
des edafo-sedimentarias en los registros considerados, así como sus discontinuidades y transiciones. De igual modo, en algunas de estas muestras se han obtenido datos relativos a la conductividad eléctrica, la mineralogía de arcillas o el contraste de densidades, así como a la susceptibilidad magnética (Verosub and Roberts, 1995), un indicador complejo que informa de manera integral acerca de las características minerales de los sedimentos, ofreciendo al mismo tiempo una razón de dependencia entre la proporción de materia orgánica y el grado de edafización, así como entre dichos parámetros y la intensidad de la ocupación humana, algo de gran interés desde el punto de vista geoarqueológico (Goldberg and Macphail, 2006), que también ha dado resultados consistentes en el establecimiento de los estándares de los suelos aluviales (Grimley *et al.*, 2004).

El análisis paleontológico se ha centrado en el reconocimiento *de visu*, la identificación de especies

COLOR	Color en seco y en húmedo	Munsell Soil-Color Charts (2009)
ANÁLISIS TEXTURAL	Granulometría (determinación de porcentajes por fracciones), análisis mineralógico, representación gráfica y tratamiento estadístico.	Köster (1966)
Tabernero et al. (1993)		
gravas	Medición de redondeamiento y aplanamiento, eje mayor y recuento de cantos.	Köster (1966)
arenas	Fraccionamiento: (-1-0)=2-1mm; (0-1)=1-0,5mm; (1-2)=0,5-0,25mm; (2-3)=0,25-0,125mm; (3-4)=0,125-0,0625mm. Determinación de minerales pesados, exoscopia de cuarzos.	Briggs (1977)
Torcal and Tello (1992)		
limos	Fraccionamiento: (4-5)=0,0625-0,031; (5-6)=0,031-0,015; (6-7)=15-7,8 ; (7-8)=7,7-3,9 ; (8-9)=3,9-1,95 ; (9->9)=1,95-0,97 .	Briggs (1977)
arcillas	Determinación de especies de arcillas.	Bryndley and Brown (1980)
Montealegre (1976)		
FÓSFORO	Proporción de fósforo en forma P2O5.	-
	Extracción con bicarbonato sódico (método de Olsen)	Primo and Carrasco (1973)
	Extracción con solución ácida (método de William and Steward)	Gutián and Carballas (1976)
CARBONATO CÁLCICO	Determinación en campo con solución de ácido clorhídrico	Köster (1966)
	Determinación con calcímetro de Bernard	Duchaufour (1975)
SUSCEPTIB. MAGNÉTICA	Determinación mediante el denominado	
Bartington MS2 system	Dearing (1999)	
PH	Determinación en pasta de suelo mediante pH-metro	Hernando and Sánchez (1954)
HUMEDAD	Determinación por variación de peso tras estufa a 60° C durante 12 h.	-
M.O. TOTAL	Determinación por variación de peso tras mufla a 500° C durante 2 h. con eliminación previa de la humedad.	Sims and Haby (1971)

Tabla 1. Determinaciones y referencias de los métodos utilizados en el análisis de formaciones superficiales (sedimentos, suelos y Formaciones Superficiales Antrópicas).

Table 1. Technical basis and references of the methods used in the analysis of sediments, soils and occupation sediments.



	Xerotrichia apicina	Cernuella /Xerosecta	Melanopsis praemorsa	Cochlicella barbara
Necrópolis Vegueta Pozo 1. U1			*	
Necrópolis Vegueta Pozo 1. U3		*		
Necrópolis Vegueta Pozo 1. U4	*	*		*
Sector Calzada adrianea (U. Superior)		*		*

Tabla 2. Relación de especies malacológicas según unidades sedimentarias y perfiles de referencia. Localización en figuras 5 y 6.

Table 2. *Gastropod taxa according to sedimentary units and reference profiles. For the location see Figures 5 and 6.*

malacológicas (Gastropoda) y la determinación de sus condiciones de hábitats concernientes principalmente al contexto post-sedimentario. Este estudio se ha llevado a cabo a partir de la recolección de especímenes aparecidos, en concreto, en la zanja abierta para la canalización de aguas en el sector de la necrópolis de La Vegueta (Fig. 5.4), así como en el corte arqueológico levantado por A. Romo (1999), localizado en el flanco NE del pórtico del teatro sobre la calzada adrianea (Fig. 5.9). En el primer caso se han muestreado las unidades geoarqueológicas marcadas con los nº 1, 3 y 4 en el perfil Pozo 1 (Fig. 6.4), y en el segundo, las correspondientes a la unidad superior del citado corte arqueológico (las cuales equivalen a las unidades 3 y 4 del perfil de La Vegueta) (Tabla 2). La determinación de individuos se ha llevado a cabo mediante el empleo de una lupa con doble lente, de 3 y 10 aumentos respectivamente, así como por comparación con las guías de campo al uso para el sur peninsular (Fechter and Falkner, 1993; Ruiz *et al.*, 2006). Identificar las diferentes especies del material recolectado en posición de vida y concretar las exigencias ecológicas de cada una de ellas, nos ha proporcionado una información complementaria acerca de las condiciones edafogenéticas registradas en la evolución reciente de la llanura aluvial.

Por otra parte, la cronosecuencia del relleno de la vega de Santiponce y de la llanura aluvial del bajo Guadalquivir en su conjunto, se ha establecido tanto a partir del análisis del registro arqueológico obtenido en excavaciones y sondeos rotatorios, como por medio de dataciones numéricas. En este último apartado se han obtenido fechas absolutas a través de la técnica de la luminiscencia estimulada ópticamente (OSL) aplicada sobre facies de arenas ricas en cuarzo, cuyos resultados no fueron suficientemente satisfactorios, así como mediante pruebas radiocarbónicas (¹⁴C) efectuadas preferentemente sobre fragmentos de carbón (Tabla 3). Estas últimas se han llevado a cabo en el Centro Nacional de Aceleradores (Sevilla),

en el *Geochron Laboratories* (Massachusetts, USA), y en el *Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory* (Florida, USA). Desde el punto de vista del cálculo de edades, la referencia habitual ha sido la base de datos IntCcal13 (Reimer *et al.*, 2013) y los sistemas de calibración de edades propuestos por Stuiver and Reimer (1993) y Stuiver and Braziunas (1993), o bien por Talma and Vogel (1993).

Finalmente, y de manera particular en aquellos casos donde ha sido factible por tratarse de contextos ocupacionales que cuentan con documentación histórica y/o estudios arqueológicos de suficiente detalle, se ha valorado la tipología de hábitats humanos, la modalidad de uso y abandono de los emplazamientos, la cronología de eventos históricos, etc., relativas particularmente al sitio de *Italica* (*e.g.* Keay, 1997; Caballos *et al.*, 1999; Corzo and Toscano, 2003; Jiménez and Pecero, 2011; Jiménez, 2012). Ello ha servido para abundar no sólo en las características particulares de cada ámbito de ocupación urbana de la vega, sino también y fundamentalmente en las relaciones establecidas por cada una de las modalidades de uso con su entorno natural en cada época.

Resultados

Evolución paleohidrográfica

Entre la escasa documentación gráfica concerniente a la paleohidrografía de la vega de *Italica* se cuenta con un esquema cartográfico que Cortés (1998) atribuye al arqueólogo Ramón Corzo (1992), en el que se plantea un posible trazado del Guadalquivir correspondiente al siglo I d.C. (Fig. 7.1). Este último autor dibuja un cauce que cruza en diagonal NO-SE la llanura aluvial, desde las inmediaciones de *Italica* hasta el costado occidental de *Hispalis* (Sevilla), para luego incurvarse hacia el Oeste y alejarse nuevamente de esta última ciudad en su camino hacia el Atlántico. Aguas arriba

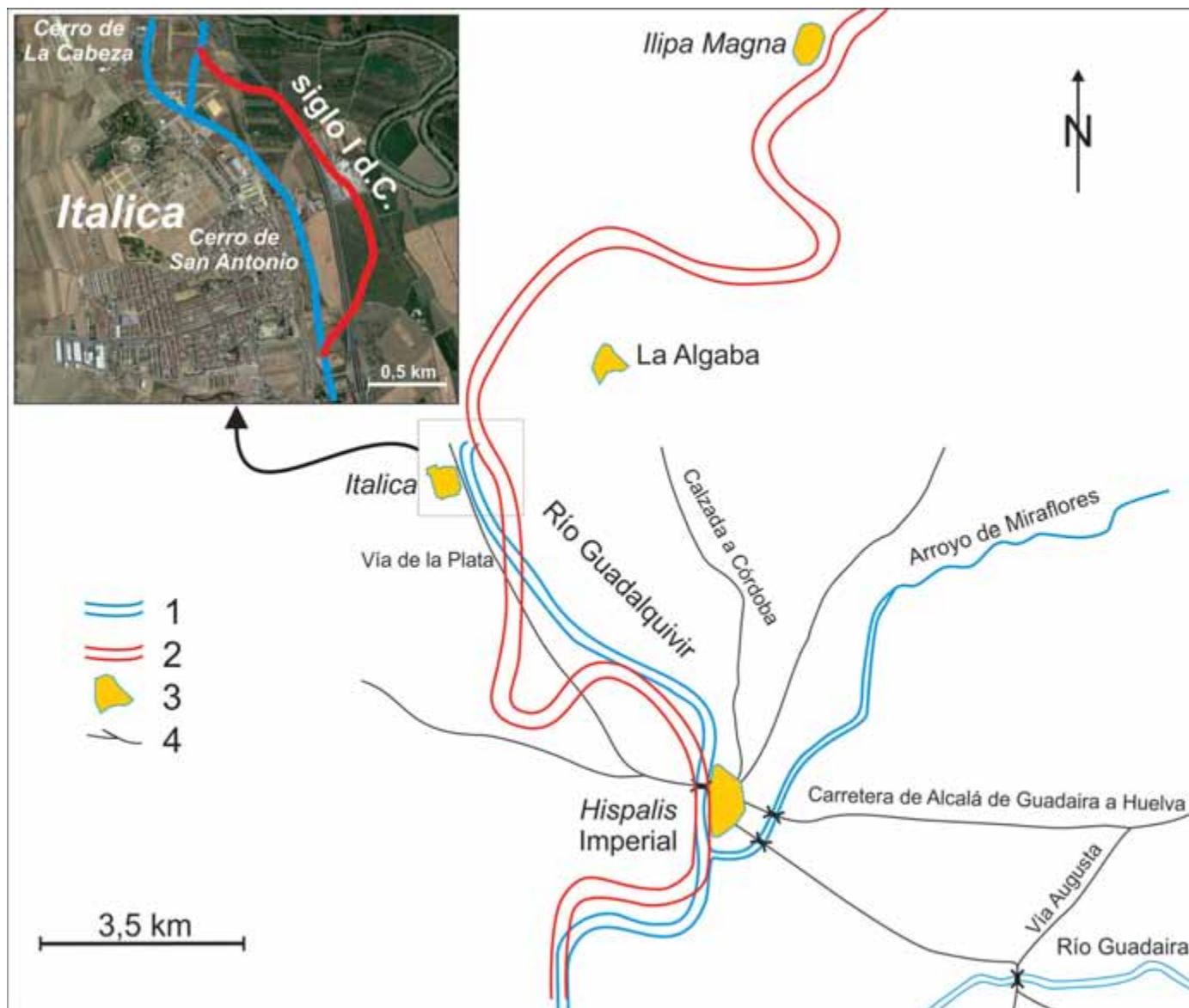


Figura 7. Interpretación de los cambios del cauce del Guadalquivir entre los siglos VIII a.C. y II d.C. [Leyenda. 1: trazado del Guadalquivir correspondiente al siglo I d.C.; 2: Cauce del Guadalquivir correspondiente al periodo comprendido entre los siglos VIII a.C.-II d.C.; 3: Núcleos urbanos; 4: Vías romanas]. Composición realizada a partir de Corzo, 1992 y 2002, y referencias de Cortés, 1998.
Figure 7. Interpretation of lower Guadalquivir shifting between centuries VIII B.C. and II A.D. [Key. 1: Guadalquivir course in the I A.D. century; 2: Guadalquivir riverbed between centuries VIII B.C. and II A.D. 3: Towns; 4: Roman roads]. Made according Corzo, 1992 y 2002, and references of Cortés, 1998.

de *Itálica* dicha imagen insinúa un giro del canal hacia el NE, el cual daría paso al tramo fluvial del Guadalquivir que más tarde se conocerá como la Rivera de La Algaba (*vid. infra*), por ser éste el nombre del municipio que encontramos inmediatamente en esa misma dirección. Con posterioridad, Corzo (2002) aporta una nueva reconstrucción paleohidrográfica de la zona, planteando que el recorrido fluvial entre las mencionadas ciudades romanas se resuelve

mediante un pronunciado meandro (Fig. 7.2), proponiendo la existencia de dos episodios de desplazamiento del cauce en los alrededores de *Itálica*: uno en el siglo IV a.C. y otro en el I d.C. Lo que no concreta este investigador en ningún caso es sobre qué registros sedimentarios y crono-secuencias se fundamentan dichos cambios paleohidrográficos ni, lógicamente, cuáles son las causas que los originan. Su argumentación apela más bien –y en esto coincide en gran

Perfil	Unidad	(+/-) Cota absoluta m	Laboratorio	Material	¹⁴ C a BP	¹⁴ C a cal BC/AD	¹⁴ C a cal BP
S05/SF	D1	+2,5	Beta 32036	M.O.	2850±50	1180-860 BC	3130-2810 BP
S05/SF	D2	+0,30	Beta 32037	M.O.	4750±50	3720-3320 BC	5670-5270 BP
S05/SF	D3	-0,80	Beta 32038	Carbón	5230±40	4200-3920 BC	6150-5870 BP
S05/SF	D4	-2,60	Beta 32039	M.O.	6880±60	5900-5660 BC	7850-7610 BP
NFL4	UG-6	-0,6	CNA958	Carbón	6620±50	5625-5483 BC	7575-7433 BP
SPJ	3	-2,70	Beta 32049	M.O.	7060±60	6060-5820 BC	8010-7770 BP
SPJ	4	-3,10	Beta 32048	M.O.	7800±60	6790-6460 BC	8740-8410 BP
SVU	7	-0,50	CNA959	Carbón	27313±170	29831-28241 BC	31781-30191 BP
SVU	4	+1,20	CNA960	Carbón	4160±40	2883-2620 BC	4833-4570 BP
SVU	4	+1,40	CNA961	Carbón	2180±35	374-162 BC	2324-2112 BP
Vegueta	P2	+3,50	CNA962	Carbón	2085±30	194-39 BC	2144-1989 BP
CAT-CA	2	+5,37	Beta403099	Carbón	2170±30	360-170 BC	2310-2120 BP
CAT-CM	1	-1,63	Beta401544	Carbón	2130±30	345-55 BC	2295-2005 BP
CI	UG.IV	+5,8	Beta s/ref.	Carbón	1615±40	330-570 AD	1620-1380 BP
AR*	UE-I	+0,5	s/ref.	Carbón	3176±98	1685-1256 BC	3635-3206 BP

Tabla 3. Muestras y resultados de las dataciones ¹⁴C de la llanura aluvial del Guadalquivir. Vega de Sevilla: S05 (calle San Fernando), SPJ (Puerta de Jerez), CAT (Catedral de Sevilla), AR (Avenida de Roma), NFL (Edificio La Florida) y CI (Calle Conde Ibarra). Vega de Itálica: SVU-4 (Cañada Honda), SVU-7 (casco urbano) y Vegueta (Necrópolis). Localización en las figuras 5 y 14. (*) Baena and Guerrero, 2009.

Table 3. Radiocarbon dating samples and results, including calibrated ages, from the lower Guadalquivir River floodplain. For the profile setting see Figures 5 and 14. (*) Baena and Guerrero, 2009.

parte con las conjeturas realizadas por García y Bellido (1960)– al hecho de que tales desplazamientos debieron existir dado que ello explicaría el proceso de auge y decadencia experimentado por asentamientos rivereños tales como el Cerro Macareno o el Cerro de la Cabeza (Fernández *et al.*, 1979; Pellicer *et al.*, 1983; Domínguez *et al.*, 1988), la propia *Italica* (Cerro de San Antonio) o *Ilipa Magna*, enclave de origen protohistórico situado aguas arriba, entendiendo que tales circunstancias habrían favorecido o perjudicado sensiblemente la accesibilidad de estas ciudades a la vía fluvial, condicionando así su devenir.

Con estos antecedentes y al objeto de profundizar en los pormenores de la evolución paleohidrográfica de la vega de *Italica*, en la figura 8 se ha reconstruido una sucesión tentativa de los grandes cambios registrados durante los últimos miles de años por el trazado de los tres ejes fluviales presentes en este sector de la llanura aluvial bética, a saber: la Madre Vieja, la Rivera de Huelva y el propio Guadalquivir. Las imágenes recogidas en dicha figura se han elaborado a partir del análisis de los cambios del trazado de los antiguos canales, en la medida en que los restos de su modelado son reconocibles actualmente en la llanura. En la fotointerpretación llevada a cabo a tal efecto se ha procurado encontrar qué paleoformas se agrupan coherentemente entre ellas y cómo se super-

ponen o se ven cortadas por elementos pertenecientes a otros grupos, hasta establecer una secuencia ordenada de las mismas siguiendo las pautas ya establecidas en trabajos anteriores (Díaz del Olmo *et al.*, 1989; Borja, 1992). Aun habiendo obtenido resultados consistentes, la identificación del modelado fluvial de las etapas más antiguas presentó bastantes dificultades, por lo que la reconstrucción de su trazado no pasa, por el momento, de ser una propuesta de tanteo (Fig. 8.a). De cualquier modo, se aprecia claramente cómo desde esta remota época son dos las corrientes principales que debieron recorrer de Norte a Sur este sector de la planicie inundable aguas arriba de Sevilla. A levante discurre el canal principal del Guadalquivir, el cual debió describir ya un meandro de amplio radio de curvatura. Por su parte, el flujo de poniente, alimentado principalmente por la Rivera de Huelva, discurre pegado al límite oriental de la llanura aluvial, cerca del contacto de la misma con la formación de las Margas Azules, sobre una de cuyas colinas se asentó la antigua *Italica*. Sin embargo, no puede discernirse si en este tiempo ambas corrientes fluían, en lo que respecta a este sector de la llanura aluvial, de manera totalmente independiente la una de la otra, o sea, si las aguas de la Rivera de Huelva progresaban por el cauce de la Madre Vieja hasta unirse al Guadalquivir aguas abajo de la actual ciu-

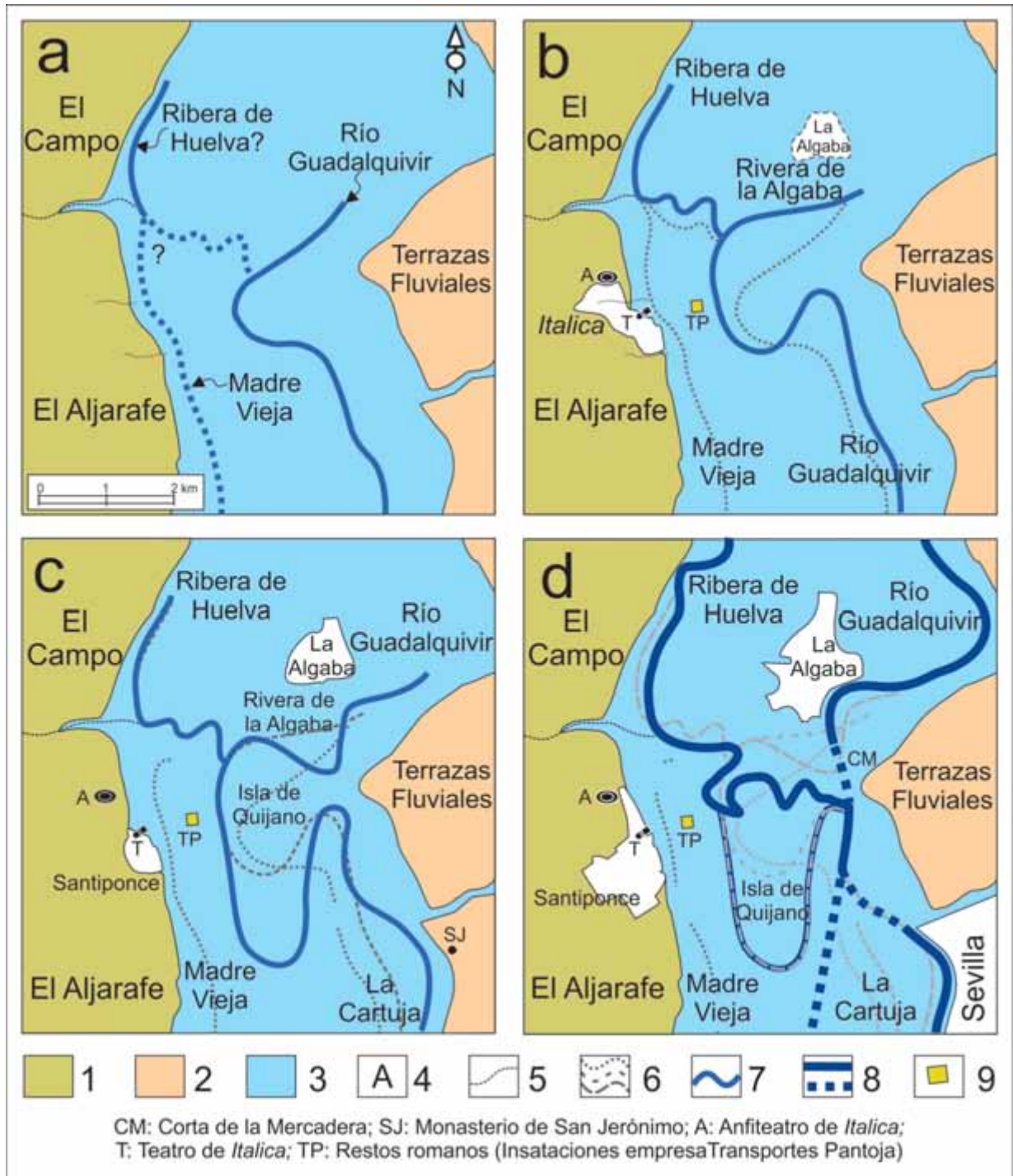


Figura 8. Síntesis de la evolución paleohidrográfica de la llanura aluvial del Guadalquivir en el entorno de *Itálica* [Clave: **a**: ca. I Milenio A.C.; **b**: ca. Época Romana; **c**: ca. Plena Edad Media; **d**: últimos siglos. 1: Plataforma de El Aljarafe y comarca de El Campo (serie marina del Mioceno superior-Plioceno inferior); 2: Terrazas fluviales (Pleistoceno superior); 3: Llanura aluvial (Holoceno medio-superior); 4: Núcleos de población; 5: Arroyos procedentes del escarpe de El Aljarafe; 6: Serie secuenciada de paleocanales; 7: Canales funcionales; 8: Canal actual del Guadalquivir y cortas; 9: Localización de restos arqueológicos de la posible zona portuaria, Viaducto de la Ruta de la Plata].

Figure 8. Synthesis of the paleo-hydrographic evolution of the Guadalquivir floodplain close to *Itálica* [Key: **a**: ca. 1 Millennium B.C.; **b**: ca. Roman times; **c**: ca. Mid-medieval times; **d**: last centuries. 1: El Aljarafe platform and El Campo region (upper Miocene-lower Pliocene marine series); 2: fluvial terraces (upper Pleistocene); 3: alluvial plain (mid-upper Holocene); 4: towns; 5: streams coming from the El Aljarafe platform; 6: temporarily sequenced palaeochannels; 7: active channels; 8: current network of natural and man-made waterways; 9: location of port activities remains close to the Ruta de la Plata viaduct].

dad de Sevilla; o si, en cambio, aquella arteria desagaba en el Guadalquivir frente al futuro emplazamiento de *Italica* y, en consecuencia, la Madre Vieja sólo era una especie de rebosadero de las crecidas tanto de la Rivera de Huelva como del propio Guadalquivir, funcionando, fuera del periodo de avenidas, exclusivamente como un tributario lateral del sistema a escala local.

A tenor de los primeros datos obtenidos de un sondeo rotatorio realizado recientemente sobre el antiguo cauce de la Madre Vieja (Figs. 5.5 y 6.5), sobre el que volveremos más adelante, este dilema comienza a resolverse a favor de la segunda de las opciones planteadas (*vid. infra*). Dada la ausencia en su registro sedimentario de los típicos depósitos de gravas y arenas conformando barras de fondo de canal (*channel lag*), la Madre Vieja no debió constituir nunca un verdadero cauce fluvial de estructura jerarquizada, un álveo en sentido estricto, sino más bien una vía de desagüe del sistema activada principalmente durante las crecidas, después de las cuales se mantendría encharcada, siquiera parcialmente, a modo de pequeño tributario *yazoo*, gracias a la alimentación proveniente de los arroyos que drenan el escarpe NE de El Aljarafe (*e.g.* San Nicolás, Cañada Honda, El Cernícalo, de las Hayeras, Caño Ronco, etc.). Tal interpretación paleohidrográfica gana en consistencia si se tiene en cuenta que, el mencionado sondeo, entre +0,40 y +4,00 m de cota absoluta, muestra una compleja sucesión de bancos arcillo-limosos pardo-grisáceos de rasgos hidromorfos (10YR 5-4/3-2), así como un abundante registro arqueológico tardoantiguo. Dicho material se concentra especialmente entre +2,70 y +4,00 m y en él se incluyen restos de cerámica común, algún trozo de material *latericio* antiguo, y un fragmento de plato de *ARSW* (*African Red Slip Ware*) de la variante D, el cual nos permite concretar la cronología del relleno, pues se trata de una importación procedente de los alfares de la costa del nordeste tunecino, donde esta clase de cerámica barnizada de mesa se fabricó entre los siglos IV y VII d.C. Dicho fragmento no presenta borde, fondo o decoración de los que obtener criterios para una datación más precisa, pero el aspecto del barniz de la pieza remite a ejemplares relativamente iniciales de la producción de la mencionada serie D de las *ARSW*, esto es, a los utensilios fabricados durante los siglos IV o V d.C. Una datación que, por otra parte, es perfectamente coherente con el resto de las cerámicas comunes que completan el registro. Así pues, el hecho de que la fase activa del canal de la Madre Vieja no esté representada por barras de fondo de material grueso, sino por facies limo-arcillosas hidromorfas con discontinuidades afectadas por grietas de retracción (y,

posiblemente, por pequeñas estructuras de carga), a las que se incorporan restos de vegetación acuática (*Thypha* sp.), las cuales se ven sepultadas por un tapón arcilloso conformado durante la segunda mitad del I Milenio d.C., sugiere, por una parte, que este tributario difícilmente pudo recibir el flujo encauzado de la Rivera de Huelva durante la época romana, para juntos encontrarse aguas abajo con el Guadalquivir; y, por otra, que su desempeño como canal de desagüe del sistema fue decayendo conforme la dominación romana tocaba a su fin, llegando a funcionar de manera muy residual con la entrada de la Edad Media. Siendo así, queda descartada cualquier propuesta de conectar la Rivera de Huelva con el Guadalquivir a través de la Madre Vieja, y, con ello, cualquier posibilidad de vincular el puerto de *Italica* a este último eje fluvial, según ha venido planteándose, al menos de manera indirecta, al asignar la categoría de "muelle" fluvial a los restos constructivos situados tradicionalmente al sureste del pórtico del teatro romano (Fig. 5).

Este extremo queda corroborado durante la segunda etapa de la evolución paleohidrográfica de la vega de *Italica* (Fig. 8.b), constatándose cómo el meandro de la Rivera de la Algaba (al que ahora sí parecen llegar claramente las aguas del Rivera de Huelva) rota en dirección Sur y se extiende hacia poniente lo suficiente como para emplazar su orilla derecha a unos 500 m del altozano que ocupó *Italica*, el conocido como Cerro de San Antonio. Sólo desde la perspectiva de este nuevo dispositivo hidrográfico del Guadalquivir cobra sentido el hallazgo que tuvo lugar en 2002, con ocasión de las obras del viaducto de la Ruta de la Plata, junto a las instalaciones de la empresa Transportes Pantoja (Fig. 5.8; Fig. 8.b TP), donde, a varios metros de profundidad, asociados a una discontinuidad edáfica situada en torno a +3 m, aparecieron muros de ladrillo y de mampuestos, sillares, ánforas dispuestas en posición de uso, etc., interpretados en su conjunto como parte de algún tipo de infraestructura de época romana vinculada a un contexto portuario.

Con posterioridad, según se muestra en la figura 8.c, se reconoce un nuevo esquema hidrográfico cuyos cauces abandonan o cortan claramente en varios puntos el trazado de la red perteneciente a las etapas anteriores. Ahora la Rivera de la Algaba tiende claramente a su estrangulamiento al Sur de dicha población, mientras que el lóbulo principal del meandro registra un llamativo crecimiento, llegando casi a doblar las dimensiones de su recorrido en la fase precedente. No sabemos si esta ampliación del cauce se debió a una mera extensión del meandro como tal, o si fue un proceso de avulsión y desdoble del canal lo

que la provocó, lo que parece lo más probable dado que el modelado correspondiente al meandro de la etapa anterior es perfectamente reconocible aún en la actualidad. Sea como fuere, aguas abajo, a la altura del Monasterio de San Jerónimo (Fig. 8.c SJ), el tramo que comparten Guadalquivir y Rivera de Huelva se incurva hacia el Norte, contorneando definitivamente lo que, al menos desde principios del siglo XVII se conoce como la Isla del Hierro (Palomo, 1878), o de Quijano. Para estos momentos, el canal de la Madre Vieja habría quedado prácticamente desdibujado, dando muestras de un funcionamiento residual y de haber perdido casi por completo su funcionalidad y su capacidad de desagüe.

Las transformaciones registradas por el cauce del Guadalquivir durante los últimos siglos responden, principalmente, al intenso manejo hidráulico al que ha sido sometido por parte del ser humano. Presas, cortas, muros, encauzamientos, desagües, dársenas, esclusas... jalonan la vega, desde Alcalá del Río hasta su desembocadura, al objeto de mejorar la navegabilidad, la defensa de la ciudad de Sevilla frente a las riadas, y los rendimientos agrícolas (Vannev, 1970; Cruz, 1988). En la figura 8.d.CM se aprecia cómo la Rivera de La Algaba deja de funcionar a causa de la corta de La Mercadera (o de *La Algava*), y cómo el meandro de la Isla de Quijano queda, primero, privado de los caudales del Guadalquivir y, luego, definitivamente abandonado. Dicha corta parece que fue una obra hidráulica que, aun habiendo sido proyectada en 1746 por el Marqués de Pozoblanco y habiendo sido dotada económicamente la intervención por Real Provisión de Carlos III, de 18 de marzo de 1760, nunca llegó a ejecutarse, ya que fue el propio río el que “de manera natural” produjo el corte (Del Moral, 1991; Zapata, 1985). Este fenómeno pudo sobrevenir con ocasión de alguna de las cinco grandes crecidas acaecidas entre el final del siglo XVIII y principios del XIX (Palomo, 1878), pues en el *Plano de la Ría del Guadalquivir desde la Algava hasta Sanlúcar de Barrameda...* (Archivos Estatales, Ministerio de Cultura, Madrid), fechado en 1788, el Guadalquivir, todavía como Rivera de la Algaba, aún fluye por el meandro que rodea la Isla de Quijano; mientras que en el *Plano del Río Guadalquivir desde Guadajocillo hasta Sanlúcar de Barrameda* (Cartoteca Histórica del Ejército, Madrid), obra de Felipe de Losada (1804), el citado meandro ya se dibuja como un torno abandonado por el Guadalquivir, y el tramo de la Mercadera ya funciona como parte del cauce principal, refiriéndose a él como el “Corte de la Mercadera que el río hizo de por sí”. A este respecto, cabe recordar que entre ambas fechas (1788-1804) se produjo una de las crecidas más caudalosas de las que se tiene constan-

cia histórica en el entorno de Sevilla, con la cual podríamos asociar, siquiera como hipótesis, el proceso de estrangulamiento de dicho meandro. Identificada en las fuentes como “la más grande”, esta riada aconteció a finales de 1796, tras un otoño muy seco, según relata Francisco de Borja Palomo y Rubio en su *Historia crítica de las riadas o grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla...* (1878), quien asimismo añade que ésta fue “sin duda superior a todas las precedentes del mismo siglo”, y que acabó llevándose “lo que restaba del gran islote [situado] frente a Cartuja” (Díaz del Olmo, 2015:37).

Fuera a causa de “la más grande” de las riadas sevillanas o de otra de las ocurridas en el tránsito del siglo XVIII al XIX –eventos registrados, por ejemplo, en 1789 ó 1792, o asimismo durante los tres primeros años de la siguiente centuria–, el caso es que el estrangulamiento del meandro de la Isla de Quijano provocaría el taponamiento definitivo del tramo de cauce por el que las naves romanas habrían viajado durante siglos de *Hispalis* a *Italica* y viceversa. El eje del Guadalquivir, ahora acortado y rectificado entre las localidades de La Algaba y Sevilla, recibe las aguas de la Rivera de Huelva, primero, durante buena parte del siglo XIX, a través del meandro de la Isla de Quijano (cf. Mapa de la vega italicense incluido en *Anfiteatro de Itálica* de Demetrio de los Ríos, de 1862; Mapa Topográfico del Servicio Geográfico del Ejército, de 1918), y, posteriormente, abriéndose paso por el norte de la mencionada “isla”, siendo éste el momento de abandono definitivo del citado torno. Durante esta etapa, la Madre Vieja llega casi a desaparecer de una llanura cada vez más desnaturalizada, siendo posible intuir su antiguo trazado sólo gracias al encharcamiento producido tras los episodios de lluvias intensas.

Secuencia edafo-sedimentaria

Con ser bastante ilustrativo, sin contrastar este análisis espacial de la evolución del paleomodelado fluvial de la vega italicense con los datos de su secuencia edafo-sedimentaria, difícilmente pueden determinarse las fases paleogeográficas por las que ha pasado la llanura aluvial del bajo Guadalquivir, ni aclarar qué papel juega este ámbito sedimentario en relación al conjunto de su desembocadura. A tal efecto hemos recuperado y actualizado algunos de los perfiles ya utilizados en publicaciones anteriores (Borja et al., 2011 y 2012a; Borja, 2014) –en concreto los procedentes de la *orchestra* y la *porticus post scaenam* del teatro romano (SVU-12 y SVU-17, respectivamente) (Fig. 5.1 y 5.2); de la desembocadura del arroyo Cañada

Honda (SVU-4) (Fig. 5.3); y de la zanja para canalización de aguas realizada algo más al Norte del teatro, en la necrópolis de La Vegueta (Fig. 5.4)–, y hemos montado una nueva sección transversal junto con otros tres levantamientos estratigráficos realizados en 2015. Dos de ellos proceden de sendos sondeos mecánicos situados, uno sobre el eje de la Madre Vieja (PTI-1) (Fig. 5.5) (del que ya hemos avanzado algunos datos), y otro sobre el cauce abandonado del meandro que rodeaba la Isla de Quijano (PTI-2) (Fig. 5.7); mientras que la tercera de estas nuevas columnas se ha levantado a partir del corte expuesto en una gravera situada al Oeste del viaducto de la Ruta de la Plata (IGR) (Fig. 5.6), en las instalaciones de una planta de hormigón aledaña a las ya citadas naves de la empresa Transportes Pantoja.

La sección transversal formada por estas siete columnas (Fig. 6) muestra la existencia de unas primeras unidades sedimentarias situadas aproximadamente por debajo de la cota absoluta de 0 m, cuyo comentario obviarnos aquí habida cuenta de que, o bien se trata de la formación de Margas Azules, o bien de un depósito de arcillas grises laminadas con pasadas de arenas finas de más de 17 m de espesor, cuya datación, realizada a techo de un sondeo cercano (SVU-7), arrojó edades entre 31781 y 30191 cal BP. Ambas formaciones pueden considerarse, así pues, como el muro de la secuencia aluvial del Holoceno medio-superior objeto de nuestro estudio. Hacia techo, y antes de encontrar ninguna discontinuidad de carácter ocupacional, la secuencia de Itálica se continúa con una unidad limo-arcillosa con pasadas de arena, de carácter aluvial, en la que se distinguen hasta tres cuerpos diferentes. El más antiguo de ellos ha sido fechado en el Calcolítico (4833-4570 cal BP)

(Fig. 6.3) y el más moderno en época Turdetana a Romano-republicana (2324-2112 cal BP y 2144-1989 cal BP) (Figs. 6.3 y 6.4) (Tabla 3), habiéndose detectado en él la presencia de *Melanopsis praemorsa*, taxón dulceacuícola vinculado a importantes cuerpos de aguas lentas (Tabla 2). El cuerpo intermedio, reconocido fehacientemente sólo en el perfil de la gravera del viaducto de la Ruta de la Plata (Fig. 6.6), no ha sido objeto de datación numérica en el área de Itálica. Sin embargo, materiales de composición muy parecida y ubicados a cotas y en posiciones estratigráficas muy similares (Fig. 14. 1 y 14.2), aguas abajo, en la vega de Sevilla, han sido asociados al final de la Edad del Bronce (3130-2810 cal BP) (Borja, 2014).

Estos tres cuerpos sedimentarios se ven separados por sendas discontinuidades de carácter edáfico, que dan lugar a perfiles clasificables genéricamente dentro del grupo de los suelos aluviales (fluvisoles). En general se trata de formaciones muy poco evolucionadas, especialmente en el caso de la interrupción situada en la posición intermedia, y caracterizadas habitualmente por estructuras del tipo $A_1/C - A_1/(B)/Cg - A_1/A_1Ca/G$ que, como hemos indicado, progresan a partir de depósitos aluviales relativamente recientes. Su presencia estaría indicando la existencia de periodos de cierta estabilidad hidro-geomorfológica motivados, por regla general, por la ausencia de flujos sedimentarios, hecho que podría depender, en primera instancia (*vid. infra*), de factores climáticos, pero que también puede estar relacionado con el manejo antrópico de las cuencas o, asimismo, en el caso de ámbitos pre-litorales, con los cambios de la rasante marina (Duchaufour, 1988). En climas templados y contrastados estacionalmente como el del bajo Guadalquivir, y siempre en las zonas aireadas de la

Gravera (Viaducto) MUESTRA	pH	S.M. $\times 10^{-3} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$	CO ₃ ²⁻ (%)	M.O. (%)	C.E. (mhs/cm)	Arenas (%)						Finos	Poros (%)	Color		Hum. (%)	P ppm
						2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125	0,125-0,063	Total			S	H		
IGR 6	7,9	775	16	2,67	1,75	0	0,22	1,34	8,53	89,88	22,45	77,55	44,07	10YR 6/3	10YR 4/4	2,63	-
IGR 5	8,1	440	20	0,58	1,23	0	0	1,08	32,02	66,97	59,85	40,15	47,84	10YR 6/3	10YR 5/4	1,74	23,0
IGR 4	8,2	600	17	2,64	0,39	0	0	7,16	56,69	36,13	16,6	83,4	42,78	10YR 6/3	10YR 5/4	4,78	30,4
IGR 3	8,4	360	18	1,39	0,33	0	0,12	3,37	56,05	40,44	83,95	16,05	46,69	10YR 6/4	10YR 5/4	1,15	23,3
IGR 2	8,6	375	12	1,01	0,27	0	0,36	23,23	68,13	8,25	35,65	64,35	46,24	10YR 6/3	10YR 4/3	0,57	32,1
IGR 1	8,5	315	25	1,29	0,27	2,85	5,08	5,08	22,99	63,99	57,15	42,85	45,74	10YR 5/1	10YR 3/2	2,17	14,7

Tabla 4. Datos analíticos de las formaciones superficiales del perfil Gravera (viaducto). Para localizar el perfil véase las figuras 5 y 6.
Table 4. Analytical data of the soil sediment along the Gravera (Viaducto) profile. For the location see Figures 5 and 6.

Llanura aluvial, estos perfiles edáficos aparecen empardecidos (10YR) (eutric fluvisol) y a veces claramente hidratados (10YR 6/3), lo cual viene favorecido por un material de partida rico en hierro libre y arcillas, como se constata, por ejemplo, en el perfil de la gravera del viaducto (Fig. 6.6) (Tabla 4). En sectores peor drenados, en cambio, predominan las facies hidromorfos (2,5Y), tanto si están relacionadas con flujos subsuperficiales provenientes del reborde margoso de los cerros que en este punto flanquean la llanura aluvial –tal es el caso, por ejemplo, del perfil vinculado a la salida de la Cañada Honda a la llanura aluvial (Fig. 6.3) (Tabla 5)–, como si dependen de las fluctuaciones del acuífero aluvial, tal como ocurre en el entorno de la necrópolis de La Vegueta (Fig. 6.4) (Tabla 6) (Borja et al., 2012).

La discontinuidad edáfica situada en torno +3 m es la más marcada en cualquiera de los perfiles de la vega de Itálica, si se exceptúan, claro está, los que se han levantado sobre el antiguo rebosadero de la Madre Vieja (Fig. 6.5) y sobre el paleocauce del meandro abandonado de la Isla de Quijano (Fig. 6.7). Su textura, con más del 80% de finos, así como sus altos niveles relativos de susceptibilidad magnética ($600 \times 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$), materia orgánica (2,64%) y carbonatos –los cuales disminuyen conforme nos acercamos al centro de la llanura (48%, 44% y 17%)– permiten caracterizarlo, según se ha dicho, como suelos aluviales empardecidos con ocasionales rasgos vérticos, que pasan del hue 2,5Y de Cañada Honda y la necrópolis de La Vegueta, al hue 10YR de la gravera del viaducto, dependiendo asimismo de su posición en el contexto hidrogeomorfológico general de la llanura aluvial. Según las dataciones obtenidas a partir de restos de carbón incluidos en el sedimento sobre el que se desarrolla este perfil edáfico (2324-1989 cal BP), en cuyo seno también encuentran acomodo restos cerámicos correspondientes a los siglos II-I a.C.

(fragmentos de cerámica *campaniense*), dichos fluvisoles podrían haber estado desarrollándose, dependiendo de la posición geomorfológica, desde el final de la época Turdetana, pero sobre todo a partir del tránsito a la época Romana-republicana. De un modo u otro, su amortización comienza pronto, como así lo demuestra el hecho de que estos suelos aparezcan sellados por formaciones superficiales antrópicas fechadas en torno a la entrada de la era cristiana. En concreto, en el perfil de la necrópolis de La Vegueta (Fig. 6.4), dicha formación ocupacional se caracteriza por unos niveles relativamente altos de materia orgánica (1,58 %) y conductividad eléctrica (0,63 mhs/cm), así como por una elevada proporción de partículas de tamaño arena gruesa (15,12%). En general, la abundante presencia de fragmentos cerámicos, fragmentos de carbón, así como de varias tumbas de incineración selladas por *tegulae* correspondientes al final del siglo I a.C. y al I d.C. (Jiménez and Borja, 2008), vendría a confirmar que los fluvisoles desarrollados en la vega en torno a la cota de +3 m marcan, a partir del tránsito de la República al Imperio, la superficie ocupacional de referencia de los italicenses, constituyendo el nivel de uso sobre el que incineraron a sus difuntos y sobre el que, al parecer, desarrollaron su actividad portuaria (Jiménez and Borja, 2015). Este último hecho no queda confirmado sólo por los restos hallados en 2002 durante las obras del viaducto de la Ruta de La Plata, como ya vimos, (Fig. 5.8), sino asimismo por el registro arqueológico del perfil de la gravera de la planta de hormigón aledaña al viaducto (Figs. 5.6 y 6.6), donde, asociada a dicha discontinuidad edáfica (+3 m), aparece una gran variedad de restos cerámicos, material *latericio* y restos de ánforas. La datación principal que ofrecen estos fragmentos puede establecerse entre la primera mitad del siglo I y el siglo II d.C., gracias a la presencia, en el primer caso, de un resto de TSG (*Terra Sigillata Galica*) y, en

Cañada Honda MUESTRA	pH	C.E. (mhs/cm)	CO ₃ ⁻² (%)	C (%)	M.O. (%)	M.O. lg (%)	Arenas (%)						Finos	Poros (%)	Color		Hum.
							2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125	0,125-0,063	Total			S	H	
SVU 4.4	7,58	2,53	48,00	-	-	4,66	16,96	24,49	20,43	12,61	25,51	34,50	65,50	23,10	2,5Y 7/3	2,5Y 5/3	1,42
SVU 4.3	8,04	0,52	48,00	0,42	0,73	5,69	11,97	18,38	14,10	16,24	39,32	11,70	88,30	20,02	2,5Y 7/2	2,5Y 5/3	2,31
SVU 4.2	7,92	0,49	50,67	-	-	4,02	3,33	10,67	12,00	16,67	57,33	7,50	92,50	21,56	2,5Y 7/3	2,5Y 5/4	0,08
SVU 4.1	7,62	2,28	53,33	-	-	5,62	0,00	0,00	0,00	2,38	97,62	4,20	95,80	23,10	2,5Y 7/2	2,5Y 5/4	1,68

Tabla 5. Datos analíticos de las formaciones superficiales del perfil Cañada Honda. Para localizar el perfil véase las figuras 5 y 6.
Table 5. Analytical data of the soil sediment along the Cañada Honda profile. For the location see Figures 5 and 6.

Necrópolis Vegueta MUESTRA	pH	C.E. (mhs/cm)	CO3-2 (%)	C (%)	M.O. (%)	M.O. Ig. %	Arenas (%)						Finos	Poros (%)	Color		Hum.
							2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125	0,125-0,063	Total			S	H	
POZO 1.4	8,27	0,21	27,56	-	-	5,49	1,30	1,30	2,60	5,19	89,61	3,85	96,15	23,10	10YR 6/4	10YR 4/4	2,27
POZO 1.3	8,00	0,37	36,44	0,56	0,97	5,73	0,00	0,75	3,01	7,52	88,72	6,65	93,35	20,02	2,5Y 7/3	2,5Y 6/4	2,42
POZO 1.2	8,00	0,63	40,00	0,91	1,58	7,81	15,12	11,63	5,81	6,98	60,47	4,30	95,7	21,56	2,5Y 6/3	2,5Y 5/4	3,10
POZO 1.1	7,97	0,61	44,44	0,42	0,73	7,45	0,00	5,13	7,69	10,26	76,92	1,95	98,05	21,56	2,5Y 6/3	2,5Y 5/4	5,03

Tabla 6. Datos analíticos de las formaciones superficiales del perfil Necrópolis Vegueta. Para localizar el perfil véase las figuras 5 y 6.
Table 6. Analytical data of the soil sediment along the Necrópolis Vegueta profile. For the location see Figures 5 and 6.

el segundo, de fragmentos de imitación de fábrica africana de cocina. No obstante, esta horquilla cronológica podría alargarse incluso hasta el siglo III d.C., habida cuenta de la presencia en el lote cerámico revisado de un fragmento de ánfora lusitana y un borde de cerámica de cocina del tipo Lamboglia 10 (o Hayes 23).

Como cabía esperar, los sondeos realizados en el eje fluvial de la Madre Vieja y el paleocauce del Guadalquivir (meandro abandonado de la Isla de Quijano) muestran una secuencia muy distinta a las del resto de los perfiles, detectándose notables diferencias incluso entre las exhibidas por cada uno de ellos (Figs. 6.5 y 6.7). Del primero de estos rellenos ya hemos hablado más arriba, cuando hubo que explicar que la Madre Vieja no constituía un verdadero cauce fluvial sino que funcionaba, más bien, como un aliviadero de la llanura aluvial durante los picos de crecida, una función que fue perdiendo con el final de la dominación romana en la zona. En la Tabla 7 puede apreciarse la marcada discontinuidad existente entre el muro de la serie (muestras PTI-1.1 y PTI-1.2) y el resto de la misma, tanto en lo que concierne a la C.E. (pará-

metro en el que como mínimo dichas muestras doblan a la mayoría de las medidas obtenidas por el resto de ellas), como a la susceptibilidad magnética (la más baja con diferencia del conjunto), o a los contenidos en fosfato (con cifras siempre por debajo de la mitad de las contenidas en el resto de la tabla). Desde el punto de vista sedimentológico, este contraste entre los parámetros físico-químicos queda reforzado por la presencia de una discontinuidad erosiva, la cual se localiza a una cota absoluta de -0,4 m. Por debajo de dicho contacto, un depósito limo-arcilloso al 87,6 % muestra grietas de retracción y posibles estructuras de carga, y sirve de lecho a varias pasadas de gravillas también embaladas en una matriz fina, a las que se incorporan restos de vegetación acuática (*Thypha* sp.), algunas semillas (posiblemente de *Vitis* sp.), así como restos cerámicos entre los que se aprecia un fragmento de ánfora romana. Este arranque de lo que podría ser la fase de colmatación y funcionamiento residual de la Madre Vieja al final de la época romana, culmina, como también dijimos, en torno a una cota de +4 m, asociada a un depósito muy heterogéneo (Tabla 7. PTI-1.6) de abundantes partículas gruesas

Madre Vieja MUESTRA	Color (S)	Color (H)	Hum. (%)	M.O. (%)	pH	C.E. (mhs/cm)	CO3 (%)	S.M. x10 ⁹	P2O5/100 g	Arenas (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	L + A
PTI 1.8	2,5Y 6/2	2,5Y4/3	4,85	11,05	7,9	0,62	24	390,00	7,6	5,35	34,65	60	94,65
PTI 1.7	2,5Y 5/2	2,5Y 3/2	2,95	8,35	8,1	1,39	16	665,00	5,2	14,75	-	-	85,25
PTI 1.6	2,5Y 7/2	2,5Y 4/4	2,9	7,7	8,1	0,59	27	470,00	9,1	28,5	31,5	40	71,5
PTI 1.5	5Y 6/2	5Y 4/2	3,6	7,45	8,3	0,45	25	215,00	9,5	15,1	-	-	84,9
PTI 1.4	2,5Y 7/2	2,5Y 5/2	3,95	7,30	8	0,18	28	140,00	10,1	3,8	38,7	57,5	96,2
PTI 1.3	10YR 6/3	10YR 4/3	3,25	7,65	8,1	0,6	27	155,00	11,4	8	-	-	92
PTI 1.2	2,5Y 7/3	2,5Y 4/3	2,90	7,90	8	1,1	31	80,00	2	12,4	50,1	37,5	87,6
PTI 1.1	10YR 7/1	10YR 4/1	2,84	7,98	7,9	1,5	32	65,00	3,9	15,25	-	-	84,75

Tabla 7. Datos analíticos de las formaciones superficiales del perfil Madre Vieja. Para localizar el perfil véase las figuras 5 y 6.
Table 7. Analytical data of the soil sediment along the Madre Vieja profile. For the location see Figures 5 and 6.

Isla Quijano MUESTRA	Color (S)	Color (H)	Hum. (%)	M.O. (%)	pH	C.E. (mhs/cm)	CO3 (%)	S.M. x10 ⁻⁹	P2O5/100 g	Arenas (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	L + A
PTI 2.9	10YR 6/4	10YR 3/4	2,70	7,35	7,9	1,27	20	650,00	1,3	9,6	55,4	35	90,4
PTI 2.8	7,5YR 6/3	7,5YR 3/3	2,99	6,74	8	0,55	18	770,00	1,1	5,35	-	-	94,65
PTI 2.7	10YR 5/3	10YR 3/4	2,15	5,55	7,9	0,56	6	1475,00	4	37,15	42,85	20	62,85
PTI 2.6	10YR 6/4	10YR 3/6	3,05	7,65	8	0,64	13	860,00	2,4	10,2	-	-	89,8
PTI 2.5	10YR 6/4	10YR 3/6	2,00	5,40	7,9	0,85	5	1430,00	3,7	48,75	31,25	20	51,25
PTI 2.4	10YR 6/3	10YR 4/2	3,74	8,64	7,9	0,55	9	325,00	1	8,2	-	-	91,8
PTI 2-3	2,5Y 6/8	10YR 4/6	0,5	1,2	8,2	0,49	18	305,00	2,6	90,8	1,7	7,5	9,2
PTI 2-2	2,5Y 7/4	2,5Y 5/6	0,4	1,45	8,3	0,88	8	280,00	inap.	71,6	-	-	28,4
PTI 2-1	2,5Y 7/3	2,5Y 5/4	0,3	1,05	8,3	0,7	10	310,00	1,1	80,9	9,1	10	19,1

Tabla 8. Datos analíticos de las formaciones superficiales del perfil Isla Quijano. Para localizar el perfil véase las figuras 5 y 6.

Table 8. Analytical data of the soil sediment along the Isla Quijano profile. For the location see Figures 5 and 6.

embaladas en una matriz limo-arcillosa. En él abundan rasgos hidromorfos así como raíces finas y restos de gasterópodos sin diferenciar que sugieren una cierta estabilidad edáfica. Pero lo más llamativo quizás sea la abundante presencia de elementos relacionados con la actividad humana, tales como restos de carbón, esquirlas de huesos, restos de ladrillos y argamasa o fragmentos cerámicos. Entre estos últimos destaca la presencia de un resto de plato de la variedad D del tipo *ARSW* (*African Red Slip Ware*) de producción temprana, el cual proporciona, como ya hemos avanzado, una edad tardoantigua al conjunto superior de la secuencia (siglos IV-V d.C.).

El perfil levantado en el paleocauce del meandro del Guadalquivir que contornea la Isla de Quijano, a diferencia de lo que ocurre con el correspondiente a la Madre Vieja, sí muestra la secuencia propia de un antiguo cauce abandonado en el seno de la llanura aluvial por estrangulamiento de meandro (Fig. 6.7). La base del perfil está constituida por depósitos de canal, compuestos a base de gravas, gravillas y arenas gruesas dispuestas en una clara sucesión granodecreciente, de cuya laminación poco podemos decir dado que sólo se ha dispuesto del testigo obtenido mediante un sondeo rotatorio. Según se recoge en la Tabla 8, sus diferencias de color (2,5Y frente al 10YR del resto de la tabla), sus mínimos valores proporcionales de humedad (0,4 %) y materia orgánica (1,2 %), su escasa proporción de finos (< 10 % en algún caso), etc., contrastan radicalmente con los valores ofrecidos por el resto del registro, el cual se compone de varios metros de depósitos de relleno por abandono de canal. En este tramo superior del perfil se aprecia una tanda de, al menos, una decena de capas de orden decimétrico separadas por contactos donde se contienen restos de vegetación acuática y raíces

finas. Cada uno de estos niveles arranca con una base de arenas (48,75 %) y limos (31,25 %), y culmina con un abundante material limo-arcilloso (91,8 %) muy rico en materia orgánica. No por carecer de datos cronológicos de este sondeo es menos evidente que la solución de continuidad que muestra en torno a la cota de 0 m, debe corresponderse con el momento de abandono del canal, hecho que, según se señaló con anterioridad, debió ocurrir definitivamente como consecuencia del estrangulamiento provocado por el propio Rivera de Huelva (*vid. supra*). Siendo así, la decena de capas superpuestas que componen el cierre de la columna, caracterizadas, además de por su textura fina, por una estructura granodecreciente, unos abundantes rasgos hidromorfos y una profusión de restos vegetales, podría corresponderse con las grandes crecidas ocurridas a partir del tránsito de los siglos XIX al XX, preferentemente antes de que llegaran las primeras presas, y con ellas la regulación hídrica del Guadalquivir y el déficit de sólidos en suspensión en su tramo final.

Por su parte, la secuencia del sector de la vega de Itálica afectado por la expansión urbana muestra una dinámica particular, conteniendo, como rasgo distintivo, una importante formación superficial antrópica ubicada por encima de la discontinuidad edáfica de +3 m. Como se aprecia, en concreto en las perforaciones realizadas en el área del teatro (Figs. 6.1 y 6.2), la construcción de este edificio demandó de un importante acarreo de materiales con el fin de elevar las cotas de la llanura, primero, de la zona dedicada a la *orchestra* (a +5,5 m) y, posteriormente, del sector ocupado por la *scaena* y la *porticus post scaenam* (a +6,5 m) (Borja et al., 2012). Este nuevo depósito de ocupación, ligado genéticamente más al manejo humano de la ladera del Cerro de San Antonio que a

la morfodinámica de la llanura aluvial, incorpora materiales muy heterogéneos procedentes tanto de la decapitación del substrato neógeno, como del desmantelamiento de las construcciones de época Turdetana y Romana republicana localizadas en la parte alta de la citada colina. El registro arqueológico (Jiménez and Pecero, 2011) y la documentación histórica (Caballos, 2010) permiten fechar dicha operación en época de Augusto, y vincularla con la reurbanización de la ciudad llevada a cabo durante su Principado (Jiménez and Borja, 2015).

Finalmente, mientras que en el ámbito del teatro no encontramos ningún elemento más de la secuencia de relleno de la vega a partir de época romana, como consecuencia de las intervenciones arqueológicas realizadas en el área desde 1937 (Collantes de Terán, 1941), así como de las posteriores tareas de excavación, limpieza y acondicionamiento para su puesta en valor (Jiménez Martín, 1982; Corzo y Toscano, 2003), fuera de este área de influencia urbana (Figs. 6.4 y 6.6), los *fluvisoles* de época romana quedan sepultados posteriormente al menos por otros dos cuerpos aluviales más, cuyo registro paleomalacológico incorpora especímenes de *Xerotrichia apicina*, *Cernuella/Xerosecta* y *Cochlicella barbara*, taxones edafófilos propios de ambientes relacionados con una cierta humedad del suelo y presencia de vegetación, sometidos a escasa presión antrópica (Tabla 2). Atendiendo al registro arqueológico que presentan estas dos unidades (restos de la típica cerámica vidriada melada en la primera de ellas, y fragmentos de menaje doméstico del tipo “azul sobre blanco” en la segunda), la más antigua podría adscribirse a una época Tardoantigua-Medieval (posterior al siglo V d.C. en cualquier caso) y la más reciente a la Edad Moderna, sin mayor determinación. En ambos casos se trata de sedimentos de textura limosa, estructura masiva y tonalidad parda, siendo la última de estas formaciones sedimentarias la que recibe (en mayor o menor medida dependiendo de a qué distancia nos situemos con respecto al reborde urbano) los rellenos de origen específicamente antrópico con los que culminan la serie edafo-sedimentaria de la vega de Itálica.

Discusión

Contexto paleogeográfico general

En términos generales y en tanto que periodo interglacial (Walker *et al.*, 2009), el Holoceno se caracteriza por una recuperación sistemática de las tempera-

turas globales, una expansión de la flora termófila y un ascenso relativo del nivel del mar. Sin embargo, desde un punto de vista estrictamente paleogeográfico, es necesario añadir que se trata también de la etapa geológica en la que la incidencia de la actividad humana sobre el funcionamiento del sistema natural terrestre se convierte, sobre todo durante su segunda mitad, en un factor morfogenético de primer orden (*e.g.* Neboit-Gilhot, 1983; Brückner, 1986; Casana, 2008; Martini and Chesworth, 2010). Las variaciones climáticas, la redistribución de la cubierta vegetal, los cambios del nivel del mar y la incidencia humana sobre el medio natural son, así pues, circunstancias a tener necesariamente en cuenta a la hora de analizar la evolución paleogeográfica de cualquier ámbito de la superficie terrestre durante los últimos miles de años, muy especialmente si el área de estudio concierne, como en el presente caso, a la vega prelitoral de una cuenca fluvial intensamente poblada desde el Neolítico (Macklin *et al.*, 1995) (Fig. 9).

En lo que atañe a la evolución paleoclimática, según resume Zazo (2015), la elevación térmica de la superficie planetaria que trae consigo la última gran deglaciación y la entrada del Holoceno, se cifra en torno a unos 10 ± 4 °C con respecto a las frías temperaturas del Último Máximo Glacial (LGM, GS-2.1b, 21-17,5 b2k) (Rasmussen *et al.*, 2014), cuyo final coincide con el episodio conocido como *Heinrich event 1* (Heinrich, 1988; Hemming, 2004), datado en *ca.* 18-15 ka BP. Este recalentamiento global tuvo su origen en los cambios registrados por la órbita terrestre y la actividad solar, cuyos efectos combinados provocaron un brusco desplazamiento del Frente Polar hacia las altas latitudes del hemisferio norte y un reajuste de la insolación estacional, lo que trajo consigo en poco tiempo un aumento generalizado de la humedad y la proliferación de coníferas y caducifolios. No obstante, no cabe referirse a esta transición climática en términos de un proceso paulatino y mantenido en el tiempo, ni mucho menos en el espacio. Por el contrario, lo que verdaderamente caracteriza al Holoceno es la sucesión de cambios climáticos rápidos y contrastados (*Abrut Climate Change*, según W.S. Broecker, 2000), cambios que, por lo demás, no tienen por qué ser ni del mismo signo ni simultáneos en todos los sectores de la superficie del Planeta. La reciente investigación coincide en señalar que, por ejemplo, en lo tocante a las temperaturas, no hay registros en el medio terrestre que permitan argumentar de manera categórica sobre la existencia de un “óptimo climático” durante el Holoceno. No así en lo que concierne al punto de vista pluviométrico, desde el que parece claro que la primera parte del actual interglacial fue bastante más húmeda que su

segunda mitad. En el caso del sur de Iberia, el periodo más húmedo fue el comprendido aproximadamente entre hace 8000 y 6000 años, el cual dio paso a unas condiciones generales mucho más áridas (Pérez and Boscolo, 2010).

Trabajando sobre sondeos marinos del Atlántico Norte, fueron Bond *et al.* (1997 y 1999) quienes inicialmente formalizaron la existencia de ocho eventos climáticos rápidos, en general de carácter frío, intercalados entre las temperaturas relativamente cálidas del Holoceno. Aun así, de acuerdo con Ibáñez *et al.*, 1995, en determinadas regiones dichos eventos también podrían indicar picos de aridez, habida cuenta de que, aunque el incremento de la misma suele deberse a la disminución de las precipitaciones totales, también hay que tener en cuenta el papel que juegan a este respecto la subida de los niveles de evapotranspiración, los cambios en la frecuencia e intensidad en los episodios lluviosos, o el afianzamiento de procesos de degradación del suelo, todo lo cual redundaría en una merma de las tasas de infiltración y un aumento de la escorrentía (Lavee *et al.*, 1998). La denominación más extendida de estos cortos periodos fríos es, pues, la de *Eventos Bond*, los cuales se nombran y se fechan en cal BP como sigue: *EB8* (11100), *EB7* (10300), *EB6* (9400), *EB5* (8100), *EB4* (5900), *EB3* (4200), *EB2* (2800), *EB1* (1400). En la figura 9.a se han incluido los tres últimos de estos eventos, al efecto de contrastarlos con otros datos climáticos de la segunda mitad del Holoceno, en relación con nuestro ámbito de estudio. Así se ha hecho también, por ejemplo, con la curva de las temperaturas de las aguas superficiales del mar de Alborán (Fig. 9.b), estimadas en el testigo MD95-2043 por Cacho *et al.* (2001), comprobándose que la mejor correlación entre ambas series se produce en torno al *EB1* (ca. 1400 cal BP), y que, dependiendo de los lugares concretos y/o de los indicadores utilizados por los diferentes investigadores, este abatimiento térmico puede coincidir con condiciones bien de carácter árido (Martín-Puertas *et al.*, 2010) o bien húmedo (Nieto-Moreno *et al.*, 2013). Por su parte Jalut *et al.* (2000), comparando registros polínicos repartidos en este caso por la fachada mediterránea franco-española, encuentran que los principales intervalos de aridez de la segunda mitad del Holoceno se registran en este sector entre: 5300-4200, 4300-3400, 2850-1730 y 1300-750 cal BP (Fig. 9.c). Cortos periodos áridos relacionados con enfriamientos de la superficie marina tanto del mar de Alborán (Cacho *et al.*, 2001) como del Atlántico Norte (Fletcher *et al.*, 2007), han sido descritos por estos últimos autores en torno a 4800, 3100 y 1700 cal BP en el valle portugués del Guadiana. Entretanto, en 2004, Mayewsky *et al.*, tras estudiar

medio centenar de registros paleoclimáticos repartidos por todo el globo, llegan a la conclusión de que son seis los "periodos de acusado cambio climático rápido" (*rapid climate change*) que interrumpen la tendencia térmica general del Holoceno. Medidos también en años cal BP, dichos periodos se corresponderían con los intervalos: 9000-8000, 6000-5000, 4200-3800, 3500-2500, 1200-1000 y 600-150. Sin embargo, mientras que para estos últimos autores tales episodios comportan (salvo en el último caso) un enfriamiento en las zonas polares y un incremento de la aridez en los trópicos, Wanner *et al.* (2008) creen aconsejable separar dos tipos de comportamientos entre ellos: de manera que los episodios anteriores a 4200 cal BP (*EB3*) mantendrían la dicotomía general polo-trópico antes indicada, mientras que los posteriores a dicha edad, en los trópicos podrían ser de rasgos húmedos o secos, dependiendo de si se localizan o no en las fachadas orientales de las grandes masas continentales (Fig. 9.a). En cualquier caso, para ambos equipos de investigadores, el episodio final siempre presenta un carácter húmedo en las bajas latitudes, correspondiéndose a grandes rasgos con el periodo frío conocido como la Pequeña Edad del Hielo (*LIA*, por sus siglas en inglés). Así parece que ocurre, por ejemplo, en la campiña andaluza, donde, a partir de los registros palustres de la laguna de Zóñar (Córdoba), Martín-Puertas *et al.* (2008 y 2011) han documentado, además, la existencia de tres episodios de marcada aridez durante el Holoceno reciente (Fig. 9.d). El más antiguo de estos periodos es el conocido como la Fase Árida Calcolítico-Edad del Bronce (FACB), mientras que de los dos episodios más recientes, el primero de ellos (Fase Árida República-Altoimperio, FARA), se fecha entre 190 a.C. y 150 d.C. y, en cierto modo, supone una anomalía hídrica negativa dentro del denominado Periodo Húmedo Ibero-Romano (2600-1600 cal BP) (PHIR); en tanto que el segundo de ellos (Periodo Árido Frío Altomedieval, PAFAM) se ha datado después de 1600 cal BP, justo al acabar la mencionada fase húmeda, abarcando el tránsito Tardorromano-Altomedieval.

Una de las principales consecuencias paleoambientales del incremento térmico y de la humedad registrados durante la primera mitad del Holoceno en el sur de Iberia, y en particular en la cuenca baja del Guadalquivir, fue la expansión de los ecosistemas mediterráneos. Este proceso alcanza su máxima expresión, aproximadamente, durante el Neolítico y comporta, en términos generales, un auge del género *Quercus* (acompañado de mesófitos como *Betula*, *Corylus*, *Ulmus*, etc.), así como un reacondicionamiento de *Pinus*, que se refugia, según las especies,

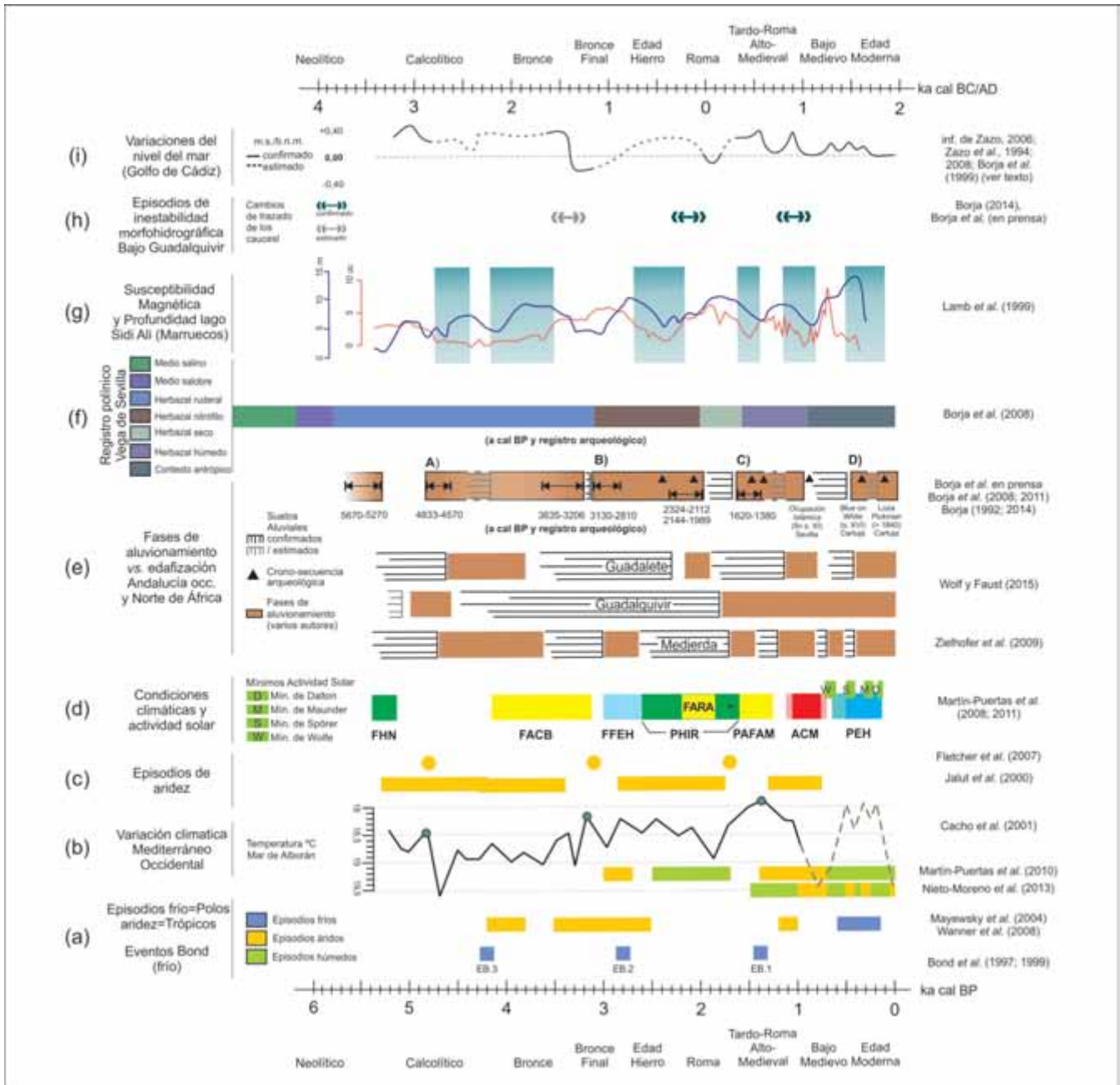


Figura 9. Síntesis paleogeográfica de la segunda mitad del Holoceno relativa al SO de Iberia, según diversos autores (ver referencias): datos paleoclimáticos globales y regionales (a), (b), (c) y (d); fases de aluvionamiento vs. edafización en diversas llanuras aluviales, incluida la del Guadalquivir (en este trabajo) (e); síntesis del registro polínico de la vega del Guadalquivir (f); susceptibilidad magnética y nivel de aguas del lago Sidi Ali de Marruecos (g); episodios de inestabilidad morfo-hidrográfica del bajo Guadalquivir (en este trabajo) (h); variaciones del nivel del mar en el Golfo de Cádiz durante la segunda mitad del Holoceno (i). Siglas: FHN: Fase Húmeda del Neolítico; FACB: Fase Árida del Calcolítico-Bronce; FFEH: Fase Fría de la Edad del Hierro; PHIR: Periodo Húmedo Ibero-Romano; FARA: Fase Árida de la República-Altoimperio; PAFAM: Periodo Árido Frío Alto-Medieval. ACM: Anomalía Cálida Medieval (límites según autores); PEH: Pequeña Edad del Hielo (límites según autores).

Figure 9. Palaeogeographic summary of the mid-upper Holocene, with a particular focus on SW Iberia, according to diverse authors (see references). Data: paleoclimatic global and regional data (a), (b), (c) and (d); sedimentary vs. soil formation phases in several floodplains close to the Guadalquivir (this one in this work) (e); pollen record synthesis of the lower Guadalquivir floodplain (f); curves of magnetic susceptibility and lake level variations provided by Sidi Ali lake in North Morocco (g); Episodes of morpho-hydrographic instability of the lower Guadalquivir (in this work) (h); sea level fluctuations during mid-upper Holocene of the Gulf of Cadiz (i). In Spanish initials: FHN: Neolithic Humid Phase; FACB: Chalcolithic-Bronze Age Arid Phase; FFEH: Iron Age Cold Phase; PHIR: Iberian-Roman Humid Period; FARA: Republic-Early Roman Empire Arid Phase; PAFAM: High-Medieval Arid Cold Period. ACM: Medieval Warm Anomaly (limits according to authors); PEH: Little Ice Age (limits according to authors).

en los litorales o en determinados ámbitos montanos (Fierro *et al.*, 2011). A partir de este momento, conforme avanza la Edad del Cobre, la aridez climática se generaliza (*e.g.* Pantaleón-Cano *et al.*, 1996; Porras and Díaz del Olmo 1997; Santos *et al.*, 2003; Yll *et al.*, 2003; Goy *et al.*, 2003; Zazo *et al.*, 2008; Oliva *et al.*, 2010; Jiménez-Moreno *et al.*, 2015), aunque a veces sea extremadamente dificultoso separar sus efectos de los provocados por el incremento de la actividad humana sobre el medio natural (Llargo *et al.*, 2013; Lillios *et al.*, 2016), los cuales se agudizan como consecuencia de la expansión del modo de producción agropecuario y las prácticas minero-metalúrgicas, una vez se pasa del Calcolítico a la Edad del Bronce (López *et al.*, 2011; Waterman, *et al.*, 2016). Como norma general, a partir del Calcolítico se aprecia un retraimiento del alcornoque, cuyos antiguos dominios empiezan a ser ocupados por carrascales y brezales, lo cual ha llegado a interpretarse como el arranque de las primitivas dehesas de la Baja Andalucía (*e.g.* Stevenson and Harrison, 1992; Díaz del Olmo *et al.*, 1993). Este fenómeno también puede comprobarse en los registros de las marismas del Guadalquivir (Yll *et al.*, 2003; Ortiz *et al.*, 2007), donde se constata que la retirada del alcornoque coincide plenamente con el mencionado incremento de la aridez. En la cuenca del bajo Guadalquivir, los primeros efectos de la incidencia humana sobre la vegetación se aprecian igualmente con la llegada del Calcolítico, como demuestra el hecho de la proliferación de herbazales ruderales, tanto en la vega (Borja *et al.*, 2008) (Fig. 9.f) como en el cercano enclave funerario del sector de Valencina-Castilleja de Guzmán, en El Aljarafe sevillano (Llargo *et al.*, 2013), haciéndose mucho más evidentes con la Edad del Hierro y el inicio de la dominación romana (herbazales nitrófilos), cuando la mayoría de los registros exhiben una importante caída del polen arbóreo en favor no sólo de herbáceas, sino asimismo de plantas cultivadas como olivos, castaños, avellanos, etc.

De manera correlativa con este doble proceso, climático y antrópico a la vez, tiene lugar un incremento de la erosión de suelos en las campiñas y las terrazas fluviales de la baja Andalucía (Borja, 1989) y, consecuentemente, el realojo de una gran cantidad de materiales finos tanto en la vega fluvial del Guadalquivir (Díaz del Olmo and Borja, 1991; Borja and Díaz del Olmo, 1994) como en su desembocadura, donde, *ca.* 2400 cal BP, se detecta una expansión acelerada de las planicies mareales que dará paso al paisaje de marismas que hoy conocemos (Dabrio *et al.*, 2000; Zazo *et al.*, 2008). No obstante, este acomodo de materiales finos en la llanura aluvial no es un proceso uniforme, sino todo lo contrario. Independientemente de que factores como el clima,

la tectónica, los cambios del nivel de base y el impacto antrópico suelen imprimir un sesgo particular al registro edafo-sedimentario de cada sistema fluvial, lo habitual es que se conformen secuencias en las que alternan fases de aluvionamiento, con un saldo positivo a favor de la acumulación sedimentaria, y fases de estabilidad en las que impera la formación de suelos. En el establecimiento de este tipo de secuencias aluviales, los tradicionales análisis morfo-sedimentarios se han visto enriquecidos en las últimas décadas por el uso de una gran variedad de indicadores geoquímicos, entre los cuales, la variación en los contenidos de materia orgánica, hierro, fosfato, etc., así como la susceptibilidad magnética de baja frecuencia en masa específica (χ_{LF}), quizá sean los más extendidos (Verosub and Roberts, 1995), especialmente en lo que atañe a los contextos intervenidos por la acción humana (Goldberg and Macphail, 2006). La comparación de este último indicador paleoambiental con la secuencia de relleno de las llanuras aluviales de Andalucía occidental y del norte de África permite extraer conclusiones clarificadoras acerca de la evolución del paisaje aluvial del bajo Guadalquivir y su entorno.

Fuertes incrementos en la susceptibilidad magnética en depósitos aluviales del río Guadalete han sido relacionados, por ejemplo, con episodios de estabilidad y desarrollo de procesos de edafización *in situ*, así como, indirectamente, con la sedimentación de materiales previamente edafizados, erosionados y transportados hasta la llanura aluvial (*soil sediment*) (Wolf *et al.*, 2014). Curvas continuas de susceptibilidad magnética sobre sedimentos lacustres se han levantado, por ejemplo, en Sidi Alí (Lamb *et al.*, 1999), un lago situado en el Atlas medio marroquí, cerca de Mequinez, en un ámbito climático de rasgos termopluiométricos similares a los del bajo Guadalquivir (media pluviométrica de 500 mm/año; temperaturas del mes más cálido entre 29°C y 38°C, y del mes más frío entre 2°C y 7°C), aunque con algo más de continentalidad debido a su mayor altitud. La comparación de las curvas de susceptibilidad magnética y de profundidad del lago aporta una secuencia contrastada a la que, como veremos más adelante, se le puede conceder un cierto alcance regional (Fig. 9.g). Siguiendo la citada investigación, se entiende que la primera de estas curvas permite hacer una lectura indirecta de los procesos de edafización-erosión de la cuenca, incluyendo como causa fundamental de los procesos desencadenantes únicamente las variaciones climáticas, ya que el impacto humano sobre la cuenca de Sidi Alí sólo es reconocible a partir del siglo XX (Barker *et al.*, 1994); mientras que la segunda de aquellas curvas informa expresamente sobre la dis-

ponibilidad hídrica (humedad). De modo que las fases de baja susceptibilidad magnética coinciden, en términos generales, con el abatimiento de la superficie del lago, lo que cabría relacionar con episodios de aridez (sombreadas en azul en la Fig. 9.g). Sin embargo, la correspondencia más clara que puede establecerse entre ambas curvas es la que vincula los episodios de mayor profundidad del lago, y por tanto de mayor humedad, con las fases de incremento de la susceptibilidad magnética, una norma que se cumple a lo largo de toda la secuencia, salvo en tres momentos concretos: a mediados del IV milenio a.C., durante la segunda mitad del II milenio a.C. y, finalmente, a comienzos de la Pequeña Edad del Hielo. No obstante, en este último caso, dicha correlación cambia radicalmente de signo, ya que, en torno a 1400-1500 d.C., el comportamiento de las curvas es exactamente el opuesto al registrado en los otros dos casos señalados, exhibiéndose aquí el mayor antagonismo entre ambas, o sea, la mayor elevación de las aguas del lago coincide con los menores niveles de susceptibilidad magnética. Curiosamente, estos tres periodos "anómalos" concuerdan plenamente con las cronologías de los cambios climáticos rápidos (RCC) detectados por Fletcher *and* Zielhofer (2013) en el Mediterráneo occidental, quienes, basándose en los trabajos de Mayewski *et al.* (1997), Bond *et al.* (2001), Meeker *and* Mayewski (2002) y Steinhilber *et al.* (2009) entienden que se trata de tres situaciones fuertemente contrastadas desde el punto de vista hidrológico, caracterizando como eventos de aridez los dos primeros intervalos (6000-5000 y 3500-2500 cal BP) y como evento húmedo el último de ellos, al que vinculan con la Pequeña Edad del Hielo. Por otra parte, sin salir de la rivera meridional del Mediterráneo, resulta de gran interés comprobar cómo, al comparar los datos marroquíes de susceptibilidad magnética de Lamb *et al.* (1999) con la secuencia alternante entre fases de aluvionamiento y formación de suelos establecida por Zielhofer *et al.* (2009) en la llanura aluvial de la Medjerda (Túnez), las etapas edafogenéticas coinciden aceptablemente con las etapas de altos niveles relativos del citado parámetro magnético (Fig. 9.e). Lo que, por otra parte, resulta bastante lógico si se tiene en cuenta que, como ya se indicó, una elevada susceptibilidad magnética suele coincidir con un incremento de la humedad y, por tanto, con una mayor posibilidad de desarrollo de la edafogénesis. Esta correlación cobra mucho más alcance si se considera que, como han planteado Martín-Puertas *et al.* (2010), la evolución del clima en la región suroeste del Mediterráneo durante el Holoceno tardío se correlaciona bastante bien con la del Norte de África, mucho mejor que con la del Mediterráneo oriental.

Profundizar en las causas últimas de la evolución del paisaje aluvial del bajo Guadalquivir y su desembocadura obliga, por lo demás, a considerar –junto a lo ocurrido durante el Holoceno en términos de evolución paleoclimática, redistribución de biotopos mediterráneos o impacto antrópico sobre la vegetación y los suelos– que se trata de un ámbito afectado por los cambios de la posición relativa del nivel del mar, particularmente por la culminación de la más grande remontada marina registrada durante los últimos cien mil años de la evolución del Planeta (Hernández *et al.*, 1994; Lobo *et al.*, 2002). Tras el último máximo glacial (Lambeck *et al.*, 2002), esta irrupción del océano sobre el continente, conocida tradicionalmente en el ámbito atlántico europeo como la Transgresión Flandriense, sumergió los tramos inferiores de los actuales valles fluviales del Golfo de Cádiz entre hace, aproximadamente, de 13000 a 10000 años (Guadiana: Boski *et al.*, 2002, 2008; Delgado *et al.*, 2012. Tinto, Odiel, Piedras: Dabrio *et al.*, 1999, 2000; Lario *et al.*, 2015; 2016. Guadalquivir: Dabrio *et al.*, 1999; 2000; Zazo *et al.*, 1996; 2008), culminando hace unos 7000-6500 años (Zazo *et al.* 1994; 2008; Goy *et al.* 1996; Borja *et al.* 2008), tras situar la rasante del océano Atlántico a unos 120 m por encima de los niveles del Último Máximo Glacial (Hernández *et al.*, 2002), y retranquear la antigua orilla varias decenas de km tierra adentro, lo cual indujo la aparición de importantes tramos acantilados como los de El Asperillo, en la costa oriental de Huelva (Borja *and* Díaz del Olmo, 1992; Dabrio *et al.*, 1996; Borja *et al.*, 1997).

Al margen de las variaciones temporales de la señal isotópica del oxígeno u otros indicadores contenidos en los sedimentos oceánicos (Lambeck *et al.*, 2014), no es fácil concretar los cambios de escasa magnitud y corto rango temporal registrados por el nivel del mar, como debieron ser los acaecidos con posterioridad a la finalización del máximo transgresivo del Holoceno, una vez desactivado el factor glacioisostático (Zazo, 2006; Vacchi *et al.*, 2016). En el caso de la fachada atlántica andaluza (Fig. 9.i), estas fluctuaciones se dedujeron a partir de la observación de la dinámica geomorfológica de la línea de costa, asumiendo que la sucesión de fases de erosión y progradación del conjunto de las flechas litorales del Golfo de Cádiz debían corresponderse con una alternancia de ascensos y descensos del nivel de base local (Zazo *et al.*, 1994; Lario, 1996; Rodríguez *et al.*, 1996; Borja *et al.*, 1999; Zazo *et al.*, 2008). En general, estas variaciones recientes del nivel del mar habrían sido de orden decimétrico y, en el caso concreto de la desembocadura del Guadalquivir, no sólo habrían influido en la configuración de la flecha litoral de Doñana-La

Algaida, sino asimismo en el proceso de colmatación de la ensenada (Dabrio *et al.*, 2000; Borja *et al.*, 2015b), y en la configuración morfo-sedimentaria del tramo inferior de su llanura aluvial (Borja, 2014), sobre lo que abundaremos en el apartado siguiente. Antes de ello, cabe insistir algo más en el alcance de este último aspecto, en particular en el determinante papel que juegan los cambios de posición del nivel del mar, por escasas que sean sus magnitudes, en la migración lateral de los cauces de las vegas pre-litorales (Leigh and Feeney 1995), como así lo han puesto de manifiesto, por ejemplo, Stouthamer and Berendsen (2007), quienes sostienen que los mecanismos que controlan el desarrollo de los meandros y los fenómenos de avulsión se intensifican preferentemente durante los episodios de alto nivel del mar; o, asimismo, Blum and Törnqvist (2000), quienes entienden que los episodios de altas posiciones relativas del nivel del mar serían favorables a la agradación sedimentaria en las llanuras aluviales, mientras que las etapas coincidentes con un abatimiento de la rasante marina serían, por el contrario, proclives al encajamiento de la red fluvial, así como a una cierta estabilidad hidrodinámica y al consiguiente desarrollo de suelos aluviales. En nuestro caso, como veremos a continuación, serían tres los episodios menores de caída del nivel de base (Fig. 9.h): uno de ellos (el más antiguo y más difícil de contrastar) habría tenido lugar próximo al Bronce final (*ca.* 3350 cal BP), otro avanzada la época Romana imperial (*ca.* 1870 cal BP) y el tercero al comienzo de la Baja Edad Media. Dos de ellos, el primero y el último, encuentran una correlación bastante ajustada con las posiciones obtenidas, por ejemplo, en el litoral Valenciano, donde el nivel del mar, después de alcanzar las posiciones actuales hace unos 6000 años, se ha medido en torno a -0,9 m en 3400 BP y en torno a -0,3 m en 1100 BP (Vacchi *et al.*, 2016).

Desplazamiento lateral de cauces

Los datos disponibles acerca de las migraciones laterales del cauce del bajo Guadalquivir durante los últimos miles de años proceden, en concreto, de las vegas de Sevilla (Borja, 2014) y Coria del Río/Puebla del Río (Menanteau, 1982), ambas situadas al sur de Itálica a unos 5 y 15 km respectivamente (Fig. 2). La interpretación paleohidrográfica de estos sectores aluviales permite establecer la existencia contrastada de dos episodios en los que el cauce del Guadalquivir registró cambios importantes en su trazado: uno ocurrió poco antes del cambio de era y otro durante la Plena Edad Media (Borja 2014; Borja *et al.*, en prensa).

Según se recoge en la figura 9.h, un tercer episodio de esta misma naturaleza, anterior a los dos mencionados, podría haber tenido lugar en los momentos previos al final de la Edad del Bronce, si bien, de él sólo disponemos de datos indirectos, ya que el análisis del paleomodelado de la llanura no ha permitido obtener una señal incuestionable de su existencia, ni tampoco ha podido establecerse una correlación del todo consistente con la secuencia edafo-sedimentaria general.

Concretamente, en la vega urbana de Sevilla (Fig. 14) (Borja, 2014), el primero de aquéllos dos episodios que damos por confirmados se registra entre el final de la época Turdetana (Fig. 10.a) y la Romana-republicana (Fig. 10.b), periodo en cuyo transcurso el Guadalquivir se aproxima al flanco occidental de la terraza fluvial sobre la que se asentó la ciudad protohistórica (*Spal*), hasta que, tras alcanzar su posición más oriental, conforma un depósito de *levée* en su margen izquierda, sobre el talud de la terraza (Fig. 11.1), cambia de dirección (Fig. 11.2), y se aleja un centenar de metros hacia el Oeste para terminar instalándose, en torno al cambio de era (Figs. 10.c y 11.3), en la posición en la que dio cobijo al puerto de *Hispalis* desde los tiempos de César hasta la Plena Edad Media (Jiménez *et al.* 2008; Borja, 2014). En este preciso momento, en torno a los siglos X-XI d.C. aproximadamente, es cuando se registra el segundo de los episodios de grandes cambios en el trazado del Guadalquivir. Se constata por entonces un proceso de avulsión que induce, primero, la bifurcación del cauce (Figs. 10.d y 11.4) e, inmediatamente después, el desplazamiento de la nueva corriente fluvial hacia el Oeste (Figs. 10.e y 11.5). Este episodio, durante el cual el Guadalquivir mantuvo un canal desdoblado al Oeste del antiguo eje romano-medieval, debió ser relativamente corto, habida cuenta de que el cauce tradicional se colmató enseguida, entre los siglos XI y XII, siendo absorbido rápidamente por el tejido urbano bajo la expansión almohade (Cabrera, 2013); mientras que el cauce abierto a poniente ocupó, justo desde finales del siglo XI, la posición que conservará prácticamente hasta nuestros días (Figs. 10.f y 11.6) (Borja, 2014).

Del primero no, pero de este segundo episodio de grandes cambios de trazado del cauce de Guadalquivir sí existen testimonios aguas abajo de la vega de Sevilla, entre las localidades rivereñas de Coria del Río y La Puebla del Río (Figs. 2 y 12), gracias a los estudios realizados por Loïc Menanteau (1982) de resultados de la aparición de un pecio islámico en dicho sector. Según el autor francés, los restos hallados en 1970 tras una importante avenida cerca de La Puebla, en la orilla derecha del Guadalquivir, pertene-

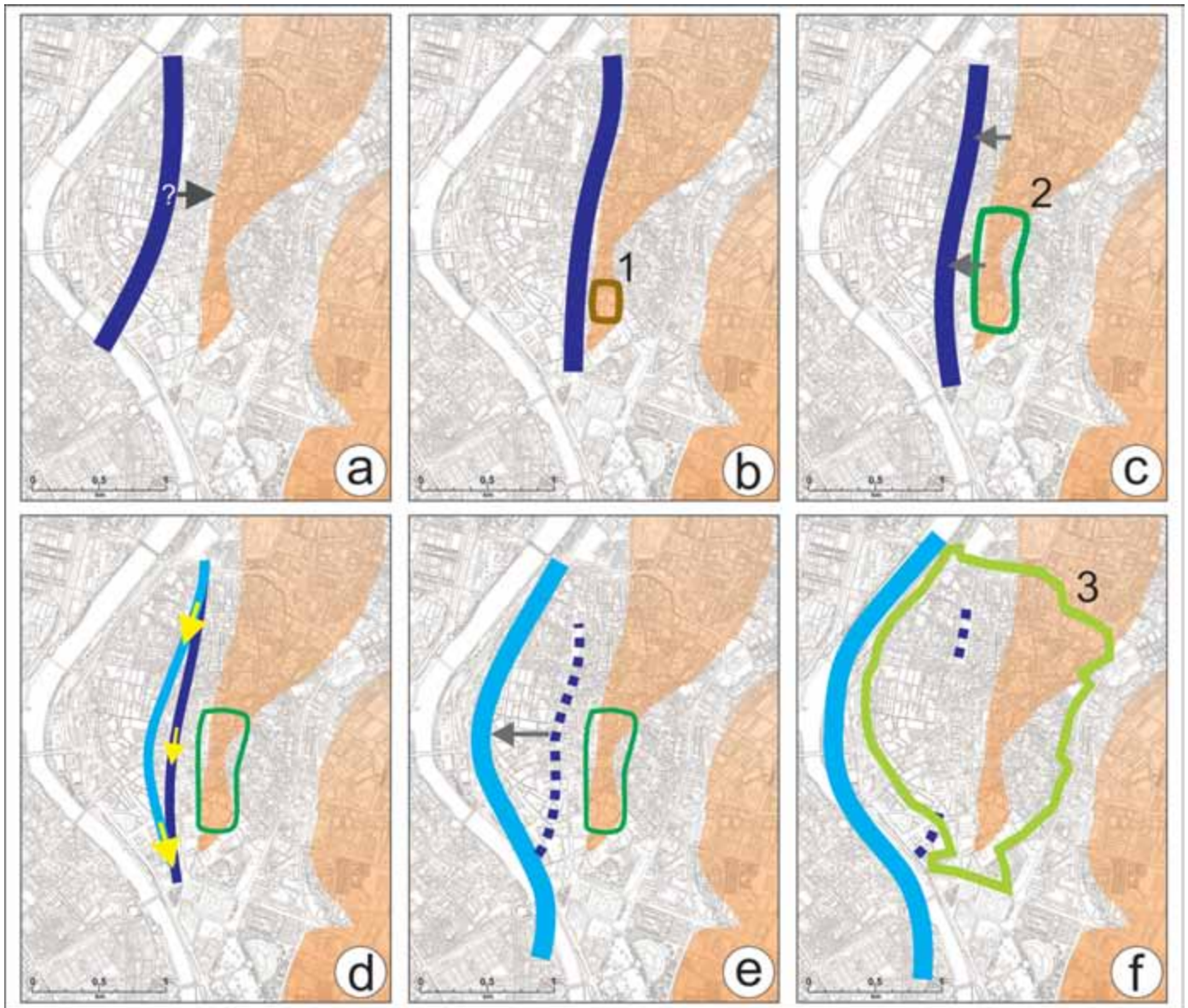


Figura 10. Evolución paleohidrográfica de la llanura aluvial del Guadalquivir en el ámbito de la ciudad de Sevilla. En época Turdetana el Guadalquivir se acerca al flanco occidental de la terraza fluvial sobre la que se desarrolla la ciudad antigua (a), hasta que, tras alcanzar su posición más oriental en época republicana (siglos II-I AC) (b), se separa del talud en los momentos inmediatos al cambio de Era (c). Después de unos diez siglos en la misma posición, en plena Edad Media (siglos X-XI), el cauce sufre un proceso de avulsión que provoca su bifurcación (d), siendo el nuevo canal, el que discurre a poniente, el que se beneficia del flujo hídrico (siglo XI) en detrimento del cauce tradicional (e), el cual queda absorbido por el tejido urbano definitivamente tras la construcción de la muralla almohade (siglos XII-XIII) (f).

Figure 10. Recent hydrographic shifts of the Guadalquivir course around Seville. During the end of the Iron Age, the Guadalquivir moves to the western flank of the fluvial terrace on which the pre-Roman city develops (a), until, after reaching its easternmost position in Roman republican era (b), moving away from the ledge in 1 century BC (c). Ten centuries later, in the Middle Age, the Guadalquivir remains more or less in the same position, but avulsion processes occur causing the channel bifurcation (d). Henceforth, the new western channel receives the largest share of water flow (XI century) at the expense of the traditional course (e), which is absorbed by the urban fabric definitively after walls built by the Almohads (XII-XIII centuries) (f).

cían a una embarcación de unos 10 m de eslora, la cual fue fechada en torno a 1100 d.C., a partir de una datación por ^{14}C cuyos pormenores desconocemos. El perfil estratigráfico de la orilla donde aparecieron

empotrados dichos restos muestra una secuencia que arranca con un depósito de arcillas de tono gris-azulado, el cual incluye fragmentos de cerámica hecha a mano "d' époque protohistorique" junto a otros de

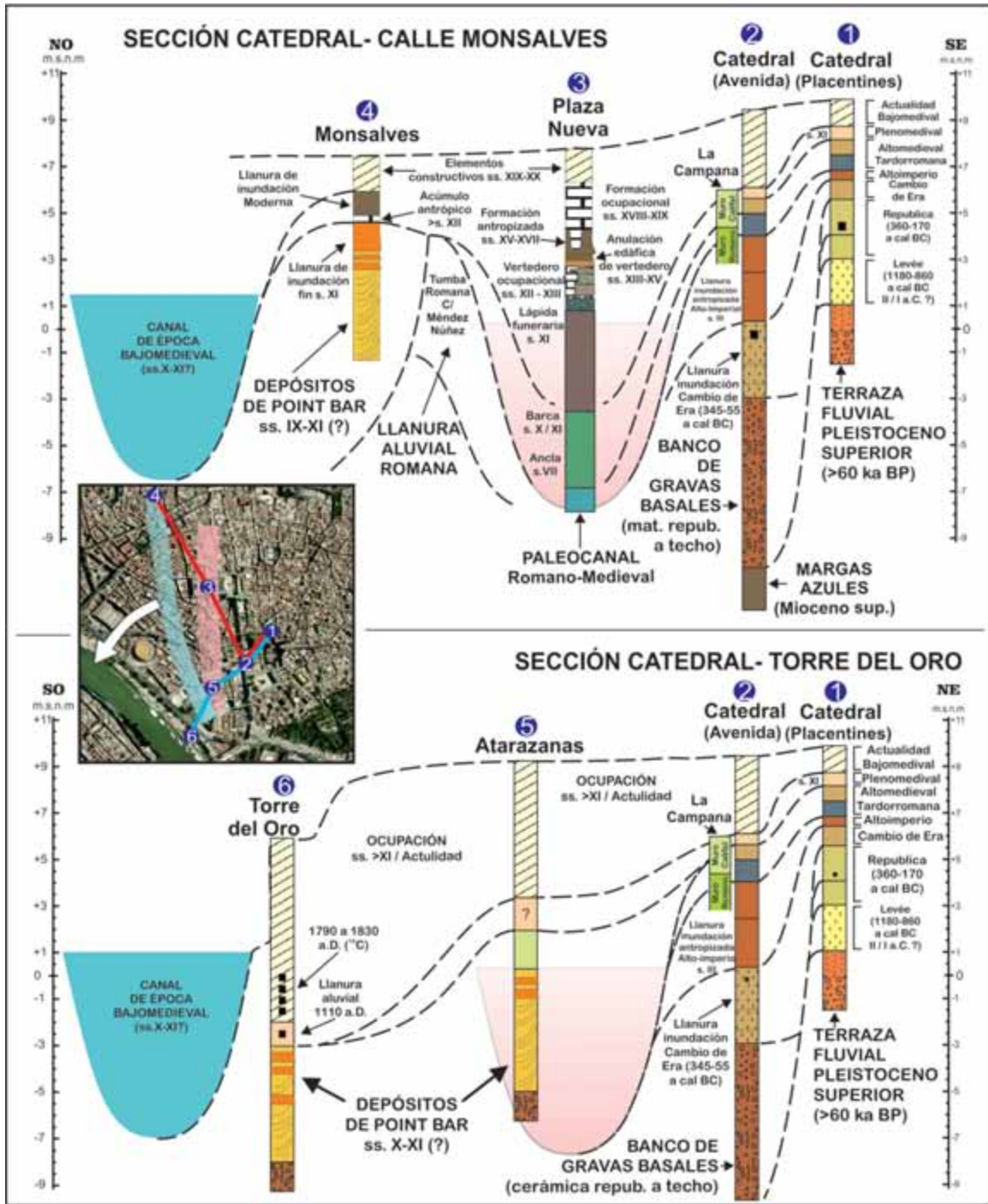


Figura 11. Secciones transversales de la llanura aluvial del Guadalquivir en el entorno de Sevilla, levantadas a partir de la información procedente de varios sondeos rotatorios realizados en el entorno de la Catedral hispalense. De Este a Oeste, se aprecia cómo ambas transversales comparten los dos primeros sondeos (1 y 2), pero luego, una se traza hacia el Noroeste hasta la calle Monsalves (sondeos 3 y 4), y la otra hacia el Suroeste, hasta la Torre del Oro (sondeos 5 y 6). La comparación entre ellas nos permite comprobar cómo el cauce tradicional (romano-medieval) terminó colmatándose en la posición que mantuvo desde el siglo I a.C., y cómo fue el canal abierto a levante el que completa rápidamente su traslado hacia el Oeste (siglos X-XI), hasta dibujar un trazado muy similar al actual.

Figure 11. Cross-section from Guadalquivir floodplain around Seville. From E to W, the figure shows how both one and the other cross section starts with the first two cores (1 and 2), but then, one of them is drawn to the northwest, until the Monsalves street (cores 3 and 4), and the other one to the southwest, until the Torre del Oro (cores 5 and 6). The comparison between them allows us to see how the traditional channel (Roman-medieval) ended up in the same position held from the first century BC, and also how the new channel was, open by the right bank at northern of the town, which rapidly completes the relocation of the Guadalquivir toward the west (centuries X XI), flowing ever since in a very similar position to the current path.

tipo "campanien" (época Romana-republicana). Esta unidad sedimentaria se encuentra cubierta por una capa de unos 0,2 m de gravas contenidas en una matriz arcillosa, a cuya génesis se vincula el naufragio de la embarcación. Culmina la serie con un nuevo depósito de unos 2,80 m de espesor máximo, compuesto de limos arcillosos de color beige que incorporan abundantes "céramiques modernes" (?). Desde el punto de vista morfohidrográfico,

Menanteau identifica un antiguo trazado del Guadalquivir, el cual fluiría a poniente del cauce actual, justo al pié de las elevaciones que acogen los antiguos asentamientos de Coria (Cerro de San Juan) y La Puebla, como puede observarse en la figura 12.a, en la que, ya por nuestra cuenta (Borja *et al.*, en prensa), hemos interpretado los diferentes estadios de la evolución paleogeográfica de este sector de la llanura aluvial bética. El canal antiguo debió verse afecta-

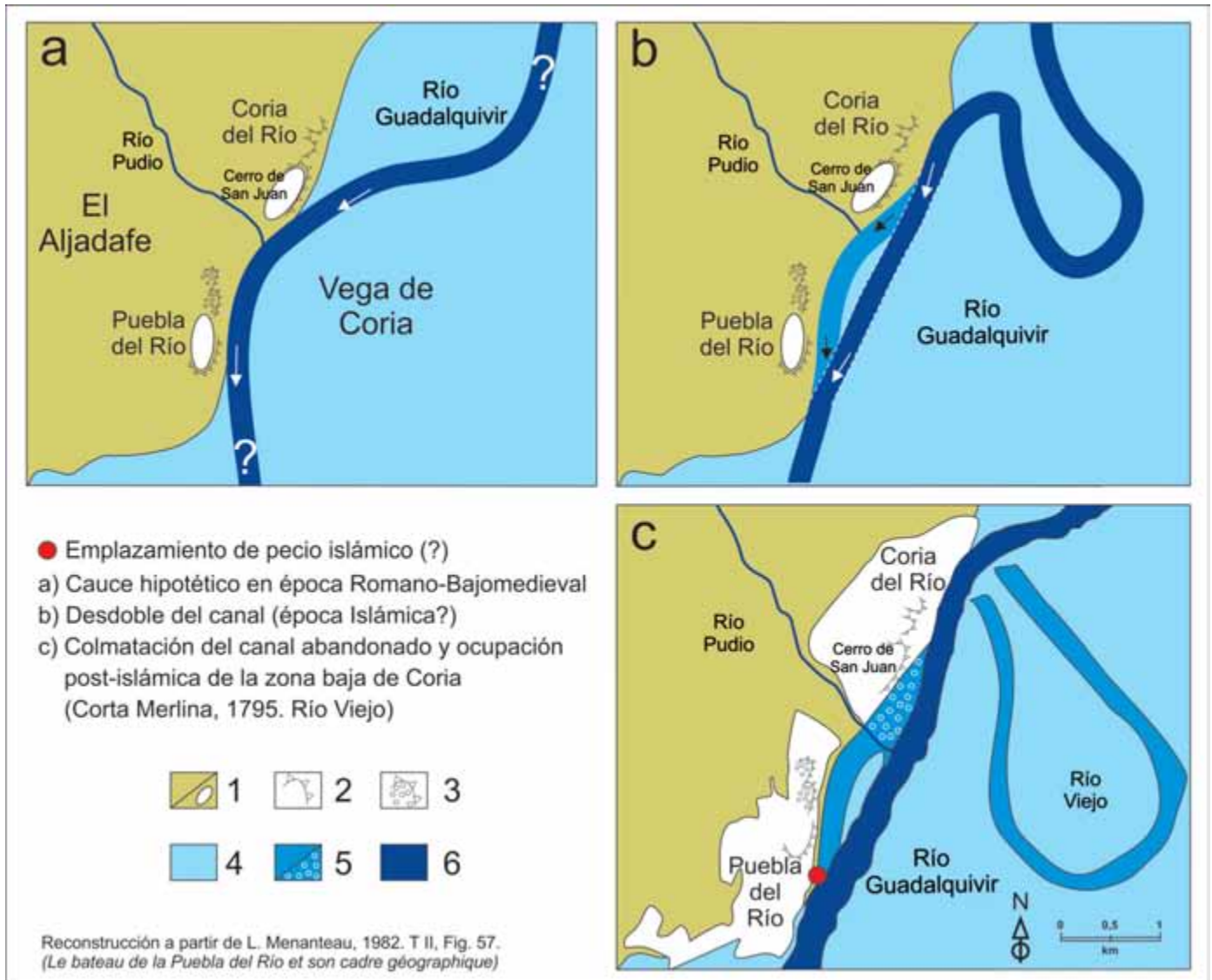


Figura 12. Evolución paleohidrográfica de la llanura aluvial del Guadalquivir en el entorno de Coria del Río-Puebla del Río (modificada y ampliada de Menanteau, 1982). [Leyenda: 1: Substrato Plioceno de arenas y limos, con indicación de emplazamientos humanos; 2: Relieves residuales sobre materiales del Plioceno; 3: Relieves residuales con material detrítico (antiguas terrazas fluviales); 4: Llanura aluvial del Holoceno superior; 5: Canales abandonados / ocupación humana posterior a la época almohade; 6: canal actual del Guadalquivir]. **Figure 12.** Recent hydrographic shifts of the Guadalquivir course around Coria del Río-Puebla del Río riverine localities (modified and broadened from Menanteau, 1982). [Key: 1: Substrate Pliocene of sands and silts, with human emplacements; 2: Residual landform on Pliocene materials; 3: Residual landform with detritic material (old fluvial terraces); 4: Holocene floodplain; 5: Abandoned channels / human occupation after the Almohads period; 6: Current Guadalquivir channel].

do, a nuestro juicio, por un proceso de avulsión que habría dado origen a la aparición, por su margen izquierda, de un nuevo curso de agua, quedando entre ambos "*une ile*" de reducidas dimensiones. En estos momentos también debió producirse la extensión-rotación del meandro que, artificialmente abandonado gracias a la Corta Merlina (1795), hoy conocemos como el Río Viejo (Fig. 12.b). El cauce de época Romana, ya colmatado, junto con la parte de la isla interfluvial situada al Norte de la desembocadura del río Pudio sólo se ven ocupados por el caserío coriano "*depuis l'époque arabe*", aprovechando así el espacio habilitado entre el escarpe oriental del cerro de San Juan (núcleo fundacional de la villa) y la orilla derecha del nuevo cauce del Guadalquivir (Fig. 12.c).

A la vista de lo que ocurre en el entorno de Coria del Río, cabe pensar que la reactivación hidrodinámica que provocó el naufragio de la barca islámica de La Puebla, así como el reajuste del trazado del Guadalquivir en este sector, debió ser también la responsable de los procesos de este mismo tenor ocurridos en el entorno de la ciudad de Sevilla entre el final del periodo Califal y la primera mitad de la dominación Almorávide, según se vio más arriba y se recrea en la figura 13. Recordemos a este respecto que en 1981, asociado al paleocauce romano-medieval de Sevilla, en las inmediaciones de la Plaza Nueva (Fig. 14.4), aparecieron asimismo restos de una embarcación islámica, cuya datación (ORAU de la Universidad de Oxford) arrojó una edad entre 947 y 1023 a cal A.D. (Cabrera, 2013; 2014). Así pues, el tránsito de la Plena a la Baja Edad Media coincidiría con un episodio en el que, como asimismo ocurriera antes de la llegada del cambio de era (y, posiblemente, también poco antes del Bronce final), la llanura aluvial del bajo Guadalquivir en su conjunto se habría visto afectada por una tendencia a la modificación del trazado de su cauce, la cual se habría materializado de manera directa en una serie de procesos de avulsión y de extensión-rotación de los meandros.

Tal como se comprueba en la figura 9.h, estos tres episodios morfodinámicos propensos a los desplazamientos en la horizontal y al desdoble de los canales concuerdan, en términos generales, con periodos de marcada aridez ambiental, pero sobre todo con el final de sendas fases de predominio de la acumulación sedimentaria que ahora describiremos, justo cuando éstas dejan paso a otras etapas de conformación de suelos (Fig. 9.e). No obstante, la correlación más ajustada en este sentido es la que se produce entre dichos episodios morfodinámicos y las variaciones del nivel de base regional (Fig. 9.i). La comparación entre ambas secuencias sugiere que los eventos de desplazamiento lateral de los canales

sobrevienen coincidiendo con los momentos finales de las fases de alta posición del nivel del mar que anteceden a pronunciadas caídas de la misma. Así pues, y habida cuenta del importante control que parece ejercer las variaciones regionales de la rasante marina sobre el diseño hidrográfico y morfosedimentario de las bajas llanuras aluviales, tal relación de dependencia constituye un hecho clave si se quiere dar una explicación integral de la evolución paleogeográfica de las mismas. De modo que, junto a la sucesión intermitente de fases de aluvionamiento motivada por causas climáticas y/o antrópicas, es necesario tener presente el acaecimiento de cortos periodos dominados por la migración lateral de los cauces, pues también éstos últimos procesos geomorfológicos determinan la posibilidad de que se desarrollen o se destruyan suelos aluviales, dado que, si bien el traslado en la horizontal de los cauces no presupone necesariamente la entrada de nuevos sedimentos en la llanura, ni la amortización en sí de las superficies sobre las que se desarrollan los perfiles edáficos, sí conlleva una importante remoción de sedimentos y, en consecuencia, una redistribución de los ámbitos de estabilidad de la planicie en los que prevalece la edafización (Macklin *et al.*, 2006)

Aluvionamiento vs. formación de suelos

Establecer qué tipo de vínculos mantienen la sucesión de episodios climáticos rápidos y contrastados, la creciente incidencia humana sobre la cubierta vegetal y los suelos, y los cambios menores del nivel base post-Flandriense, con la tendencia a la estabilidad o al desplazamiento de los cauces, con los procesos de acumulación sedimentaria o de formación de sus suelos y, en definitiva, con los cambios de las condiciones naturales para la ocupación humana de las vegas requiere de una valoración integral de los archivos aluviales (Díaz del Olmo and Faust, 2015). Desafortunadamente este enfoque apenas comienza a plantearse en el caso del Guadalquivir, a pesar de que tanto para la vega de este sistema fluvial (Borja *et al.*, 2008; Uribe Larrea and Benito, 2008; Borja, 2013; Borja, 2014; Wolf and Faust, 2015; Borja *et al.*, en prensa), como para otros ámbitos aluviales del suroeste andaluz (*e.g.* ríos Piedras, Dehesilla, Rivera de la Nicoba y Candón en la provincia de Huelva; ríos Guadiamar y Corbones en la provincia de Sevilla; o ríos Salado de Conil y Barbate en la provincia de Cádiz) hace ya varias décadas que se conocen secuencias edafo-sedimentarias (Borja, 1989 y 1992; Baena, 1993; Borja and Díaz del Olmo, 1994; Díaz del Olmo and Borja, 1991) que, aunque bien contrasta-

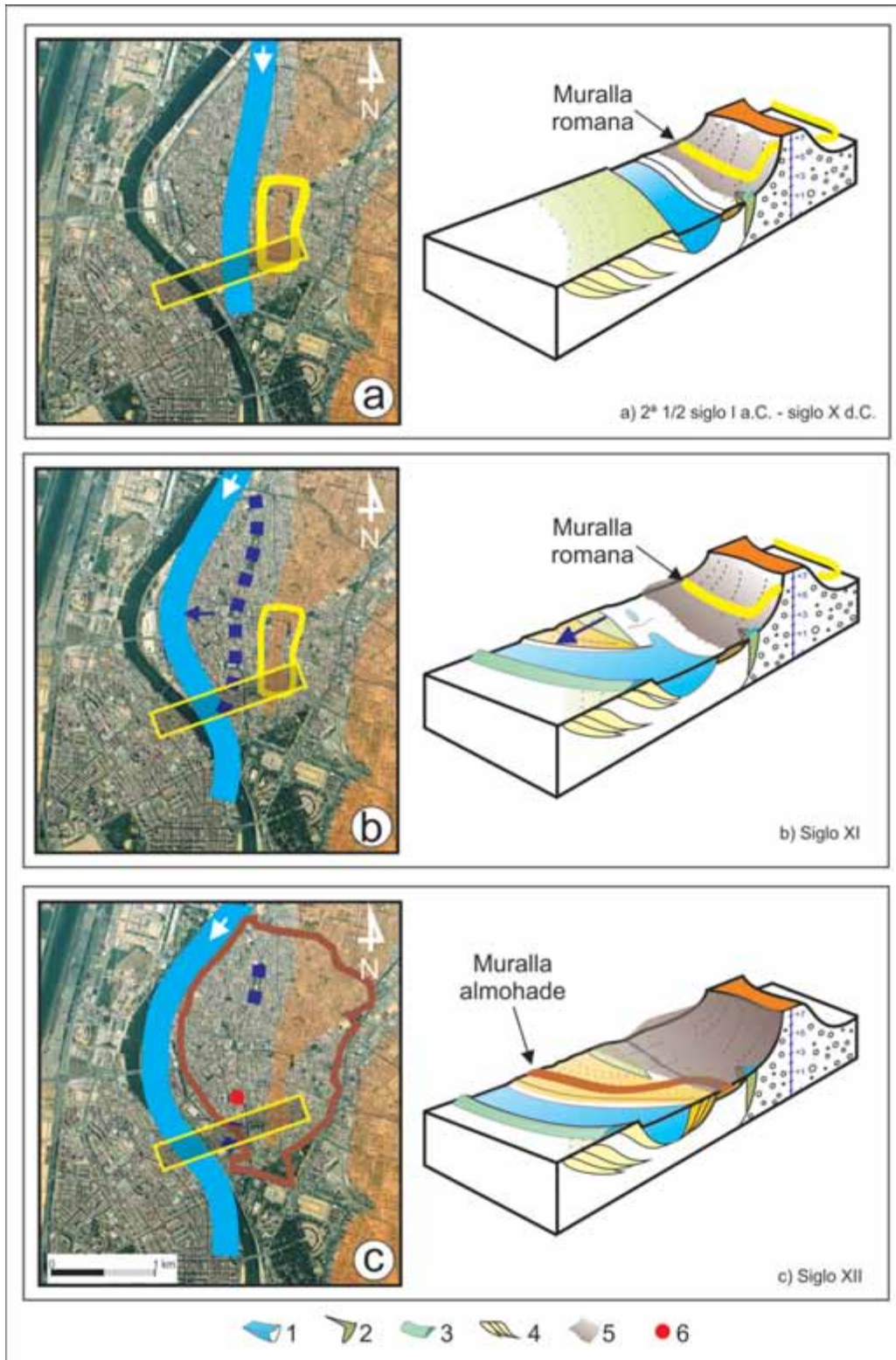


Figura 13. Evolución paleohidrográfica de la llanura aluvial del Guadalquivir en el entorno de Sevilla durante el periodo romano-medieval [Leyenda: 1: Cauce; 2: Depósito estuarino (máximo transgresivo del Holoceno medio); 3: Depósitos de *levée*; 4: Depósitos de *point bar*; 5: Coluvión urbano; 6: Localización de la Plaza Nueva].

Figure 13. Hydrographic shifts of the Guadalquivir course around Seville during the roman-medieval times [Key: 1: Fluvial channel; 2: Estuarine deposits (middle Holocene maximum flooding); 3: Levee deposits; 4: Point bar deposits; 5: Occupation colluvial deposits; 6: Plaza Nueva location].

das, posiblemente no hayan sido valoradas desde la óptica adecuada.

Contextualizado en el marco de la evolución de la llanura aluvial del bajo Guadalquivir, el análisis de la secuencia edafo-sedimentaria de la vega de Itálica aquí realizado permite establecer la existencia, durante la segunda mitad del Holoceno, de cuatro fases de acumulación (4833-3206 cal BP; 3130-1989 cal BP; 1620 cal BP-siglo XI AD; y últimos 500 años), separadas por otras tantas etapas de estabilidad que propician el desarrollo de suelos aluviales (Fig. 9.e). No obstante, un episodio más antiguo aún podría haber tenido lugar a mediados del III milenio a.C. (> 5270 cal BP), si bien, dado que no hemos detectado en ningún registro señal alguna de perfil edáfico que lo separe de la siguiente entrada de sedimentos (< 4833 cal BP), no podemos precisar su existencia como tal fase de aluvionamiento. Por otra parte, las fases marcadas como A, C y D en la citada figura, podrían, tentativa-

mente, subdividirse cada una de ellas en otras dos subfases de sedimentación, entre las que igualmente quedarían intercaladas sendas etapas de estabilidad con tiempo suficiente como para propiciar un cierto desarrollo edáfico (Zielhofer *et al.*, 2008).

Según las dataciones de las que disponemos, la más antigua de las fases de intensificación de la dinámica aluvial de la vega de Itálica (Fig. 9.e.A) habría tenido lugar entre el Calcolítico y la Edad del Bronce (*ca.* 4833-3206 cal BP), tras la etapa húmeda del Neolítico que Martín-Puertas *et al.* (2008 y 2011) alargan hasta poco antes del comienzo del III milenio a.C. (Fig. 9.d. FHN). Según lo expuesto más arriba, dicha fase de agradación concuerda con los dos periodos de aridez más antiguos detectados en el occidente mediterráneo por Jalut *et al.* (2000), los cuales se extienden, respectivamente, entre 5300-4200 y 4300-3400 cal BP, e incluye el episodio frío *EB3*. Fases de aluvionamiento relacionadas igualmente con este periodo de aridez han sido señaladas, para el conjunto peninsular, por Benito *et al.* (2008), en 4820-4440 cal BP, y más concretamente para el río Jarama, por Wolf *et al.* (2013) en 5100-3300 cal BP. De igual modo, este primer tramo sedimentario de la secuencia itálico-hispalense es coherente con lo planteado en el valle tunecino de la Medjerda por Zielhofer *et al.* (2004; 2009), quienes fechan entre 4700 y 3600 cal BP una de sus fases de aluvionamiento, así como, al menos en su tramo inicial, con la detectada por Wolf and Faust (2015) para al valle medio del Guadalquivir en torno a 5000 y 4600 cal BP (Fig. 9.e). No ocurre así, sin embargo, con la larga etapa favorable a la estabilidad y a la formación de suelos que estos últimos autores identifican, también en el Guadalquivir, entre 4600 y 1800 a cal BP, algo para lo que no hemos encontrado correlato en ninguna otra secuencia disponible a nivel regional, ya concierna a la evolución paleoclimática o a cualquier otro indicador de los que se manejan habitualmente.

Asociado al final de un más que probable episodio de migración lateral del cauce, así como a una importante caída del nivel de base regional –quizá la más profunda de las registradas durante la segunda mitad del Holoceno en el Golfo de Cádiz (Luque, 2002)–, el hiato que separa esta primera fase de acumulación sedimentaria de la siguiente (Fig. 9.e.B) viene a coincidir con el Bronce final (hace, aproximadamente, entre 3250 y 3180 años). Durante este periodo se ha documentado el desarrollo de horizontes edáficos empardecidos de estructura A(B)/Bg (o aún más simple), cuyos vestigios se localizan a cotas en torno +1,50 m tanto en la vega de Itálica (Fig. 6.3 y 6.6) como en la calle San Fernando de Sevilla (Fig. 14.1) (Borja, 2014), según vimos con anterioridad.



Figura 14. Localización de hitos de la vega de Sevilla referidos en el texto.

Figure 14. Location of sites referred in the text concerning the urban valley of Sevilla.

Contrastando este tramo de la secuencia de Itálica con la curva obtenida por Lamb *et al.*, (1999) en el entorno de Mequínez (Marruecos), la fase de sedimentación concuerda con una baja relativa de los niveles de la susceptibilidad magnética, mientras que el episodio durante el cual se elaboran los suelos coincidiría, en torno al Bronce final, con un importante repunte de dicho indicador.

Sin embargo, esta primera fase aluvial con la que arranca la secuencia estudiada en la vega de Itálica parece mostrar en su seno un momento de relajación de los procesos de aluvionamiento, como puede apreciarse en el caso concreto del perfil de la Gravera del Viaducto (Fig. 6.6) donde, en torno a una cota de + 1 m, dicho hiato sedimentario divide dicha fase aluvial en dos etapas diferentes separadas por una leve edafización de rasgos hidromorfos (10YR5/1). Este episodio de formación de suelos habría tenido lugar entre el final del Calcolítico y el paso a la temprana Edad del Bronce, y su existencia vendría apoyada, en primer lugar, por el pequeño realce de la susceptibilidad magnética que muestran tanto la curva de Lamb *et al.* (1999) (*ca.* 4300 cal BP) como la elaborada por Boski *et al.*, (2008) a partir del relleno del cercano estuario del Guadiana (4408 cal BP), así como por el hecho de que su inicio casa con el arranque de la gran fase de formación de suelos detectada en el tramo medio del Guadalquivir por esas mismas fechas (4600 cal BP) por Wolf and Faust (2015); en segundo término, porque es coetáneo con el tránsito entre las dos fases de aridez establecidas por Jalut *et al.* (2000) (*ca.* 4300-4200 cal BP); y, finalmente, porque, a diferencia de cómo se comporta la fase general en relación al nivel del mar, que empieza y acaba coincidiendo con altas posiciones del mismo, la discontinuidad edáfica de la que hablamos se ajustaría más que probablemente a la situación contraria, de acuerdo con el posible descenso del nivel de base detectado en la desembocadura del Guadalquivir por Borja *et al.* (1999) entre 4700 y 4400 cal BP. Además, tanto el suelo con el que hemos hecho coincidir el final de esta fase de aluvionamiento (Fig. 9.e.A), como el que detectamos en su interior, coinciden con sendos episodios relativamente cálidos de la curva de Cacho *et al.* (2001), lo cual se convertirá en una constante a lo largo de la secuencia, exceptuando su tramo final.

La segunda de las fases de sedimentación de la secuencia aquí estudiada ocuparía, en su horquilla máxima, toda la Edad del Hierro y el final de la época Romana republicana, entre *ca.* 3130-1989 cal BP (Fig. 9.e.B). Ésta también habría tenido lugar, de acuerdo con Jalut *et al.* (2000) y Cacho *et al.* (2001) y, en parte, con Mayewsky *et al.* (2004), bajo condiciones áridas y

frescas, como asimismo refuerza el hecho de que sus inicios coincidan con el EB2 (2800 cal BP), justamente a partir del momento cuando en el conjunto peninsular se registra un incremento de la frecuencia de grandes inundaciones (Thorndycraft and Benito, 2006). Mientras que si, en cambio, seguimos a Martín-Puertas *et al.* (2008 y 2011), esta nueva fase de agradación de la llanura aluvial habría arrancado con la denominada Fase Fría de la Edad del Hierro (FFEH), pero se habría visto afectada por condiciones algo más húmedas entre *ca.* 2600 y 2200 cal BP (primera parte del Periodo Húmedo Ibero-Romano –PHIR– que abarca de 2600 a 1600 cal BP, en el cual las condiciones de aridez habrían reaparecido entre los inicios de la dominación romana en Andalucía y el reinado de Antonino Pio, o sea, entre el 190 a.C. y el 150 d.C. o, lo que es lo mismo, la Fase Árida República-Altoimperio –FARA–). Sea como fuere, el caso es que el final de esta fase de aluvionamiento coincide, como ocurriera con la primera, con una alta posición del nivel del mar y con una reactivación de la migración lateral del canal del Guadalquivir. El paso siguiente, caracterizado por un desplome del nivel de base induce un cierto encajamiento del cauce y el desarrollo de suelos aluviales, lo cual pudo verse beneficiado además por la decadencia en la que se sume la ocupación romana de la *Baetica* en esos momentos. Los perfiles edáficos representativos de esta época (situados ahora en torno a +3 m de cota absoluta) exhiben unas características similares a las descritas para el caso anterior, pero algo más evolucionadas al haberse visto favorecidos por el repunte cálido y húmedo del final del citado PHIR (siglos II a IV d.C.). También como en el caso anterior, se trata de un evento asociado a un ascenso de la susceptibilidad magnética según la curva de Lamb *et al.* (1999), y, en comparación con otros periodos de formación de suelos en llanuras aluviales cercanas, podría hacerse coincidir, al menos parcialmente, tanto con los registrados en el Guadalquivir medio y el Guadalete por Wolf and Faust (2015), como con el que Zielhofer *et al.* (2009) encuentran en el norte de África (río Medjerda).

Entre el periodo Tardorromano y el final de la Alta Edad Media, la llanura aluvial registra una nueva fase de acumulación sedimentaria (Fig. 9.e.C), cuyos aportes elevan la topografía de referencia de la llanura aluvial italicense hasta enrasar en torno a +5 m (salvo en el área ocupada por el Teatro, cuyo realce de cotas corresponde a una formación superficial antrópica aportada de manera intencionada, como ya vimos, en el momento de su construcción al final del s. I a.C.). Estos nuevos acúmulos aluviales sotieran los suelos aluviales de época Romana, como puede apreciarse,

por ejemplo, en los perfiles de la necrópolis de La Vegueta o la gravera del Viaducto (Fig. 6.4 y 6.6), e incorporan, según se documentó también para el tramo superior del perfil de la Madre Vieja (Fig. 6.5) abundantes restos arqueológicos correspondientes al periodo tardoantiguo. En estos mismos términos cabe leer la cronología de 1620-1380 cal BP (siglos IV-VI d.C.) obtenida en la vega de Sevilla, en esta ocasión en la vaguada del Tagarete (Fig. 14.5), relativa a los primeros sedimentos aluviales que sellan allí los suelos y los materiales aportados por la ocupación romana (Borja, 2014). Es por ello que ésta es la edad que hemos tomado para fechar el inicio de esta tercera fase aluvionamiento. Su final es algo más dificultoso de establecer, pues aunque tenemos una ocupación medieval sellando estos depósitos a finales del siglo XI, el hecho de que el perfil de referencia pertenezca al antiguo barrio de San Juan de Acre (Fig. 14.7) (Borja and Barral, 2007; Rodríguez and Aycart, 2007), el cual quedará poco después incluido dentro de la cerca islámica (siglo XII), nos impide asegurar que en el resto de la llanura aluvial, fuera de la cápsula amurallada, la sedimentación cesara antes de la llegada de los almohades en 1150 d.C.

Desde el punto de vista paleoclimático, esta tercera fase aluvial del bajo Guadalquivir coincide de forma plena con un periodo de carácter frío que abarca, aproximadamente los siglos IV a X (Cacho *et al.*, 2001), en el que también se incluye el primero de los eventos Bond (*EB1*). Sin embargo, dependiendo de los autores y los indicadores utilizados en cada caso, dicha etapa se describe como más árida (*e.g.* Martín-Puertas *et al.*, 2010; Jalut *et al.*, 2000) o como más húmeda (Nieto-Moreno *et al.*, 2013). Menos controversia plantea su correlación con las variaciones del nivel del mar y los episodios de reactivación hidrodinámica de la llanura favorables al desplazamiento lateral de los cauces. En este sentido, puede constatar cómo los aluvionamientos comienzan y terminan (Fig. 9.e) con altas posiciones de la rasante marina (Fig. 9.i), y cómo su final (en torno al cambio de los siglos X-XI) concuerda con un momento de cambios en el trazado del Guadalquivir (Fig. 9.h).

Pese a ello, y al igual que ya vimos para la primera de las fases de aluvionamiento descritas (Fig. 9.e.A), en esta nueva ocasión se detecta también una cierta variabilidad interna, causada por la existencia de una posible discontinuidad edáfica que separaría dos fases menores de acumulación de sedimentos. Este gap se habría producido entre el final del Periodo Árido-Frío Altomedieval de Martín-Puertas *et al.* (2008 y 2011), y el comienzo de la última de las fases áridas establecidas por Martín-Puertas *et al.* (2010), Jalut *et al.* (2000), Mayewsky *et al.* (2004) y Wanner *et al.*

(2008). Sólo Nieto-Moreno *et al.* (2013) otorgan a este periodo un carácter húmedo, lo cual sería más adecuado de cara al desarrollo de procesos edafogenéticos. No obstante la existencia de este corto episodio de formación de suelos en la llanura bética en torno al siglo VII no sólo es coherente, como se vio para los casos anteriores, con un rebaje de la rasante marina (Fig. 9.i) y un repunte de la susceptibilidad magnética (Fig. 9.g), sino que, además, concuerda plenamente con otros periodos de esta misma índole detectados tanto en el curso medio del río Guadalete, en la provincia de Cádiz (Wolf and Faust, 2015), como en la vega de la Medjerda, en Túnez (Zielhofer *et al.*, 2009), donde ha sido datado entre 1400 y 1200 cal BP. Estas cronologías son perfectamente compatibles con las obtenidas en una de las excavaciones arqueológicas realizadas en el ámbito aluvial de la ciudad de Sevilla (Fig. 14.6), donde, después del siglo V d.C. se detecta una importante discontinuidad sedimentaria, aprovechada por sus habitantes para retomar el uso funerario que ya tenía la zona en la época Romana (Rodríguez and Rodríguez, 2003; Borja, 2014). Se trataría, así pues, de un episodio favorable a la edafización inducido tanto por unas condiciones climáticas favorables, como por el abatimiento del nivel de base, y muy probablemente por una merma de la incidencia humana sobre la cuenca.

El tramo final y el cierre definitivo de esta tercera fase aluvial de la vega de Itálica, situado en torno al cambio del I al II milenio d.C. coincide, como hemos indicado, con un alto nivel del mar y con una variación del trazado del cauce. Climáticamente se relaciona ya con una nueva etapa caracterizada en el sur de Iberia por un declive de las precipitaciones y unas condiciones generales más secas (Martín-Puertas *et al.*, 2010). A nivel internacional este episodio climático es conocido como el Pequeño Óptimo Climático, la Anomalía Climática Medieval (*Medieval Climatic Anomaly*) o el Periodo Cálido Medieval (*Medieval Warm Period*). Abarca, según los autores o la región que se considere (*e.g.* Nieto-Moreno *et al.*, 2013; Bradley *et al.*, 2003), desde el 600/700/900 al 1250/1300 d.C. o desde el 1150 al 1300 d.C., y sus efectos se han relacionado, por ejemplo, con las sequías registradas entre el 800 y el 1000 d.C. en la península de Yucatán y el colapso del Imperio Maya (Gill, 2000). En nuestra área de estudio el tránsito de la Baja Edad Media a la Edad Moderna coincide con un nuevo mínimo relativo del nivel del mar y, consecuentemente, con una fase gobernada por la estabilidad hidro-geomorfológica y la formación de suelos. Esta etapa comprende aproximadamente desde los siglos XI-XII hasta los inicios de la Pequeña Edad del Hielo, justo antes de que dé comienzo el periodo de reduc-

ción de la actividad solar conocido como el Mínimo de Spörer (Eddy, 1976) (Fig. 9.d). Coincidiendo con el tránsito de la Anomalía Climática Medieval (ACM) a la Pequeña Edad del Hielo (PEH), fuera del valle del Guadalquivir, también se ha detectado una tendencia a la formación de suelos en las vegas de otros colectores fluviales cercanos, como así ocurre, por ejemplo, en las ya citadas secuencias del Guadalete (Cádiz) o de la Medjerda (Túnez). No obstante, tanto en un caso como en otro, las condiciones que favorecen la edafogénesis no parecen darse hasta la llegada del siglo XIII, coincidiendo nuevamente con un incremento (el mayor de toda la serie) de la susceptibilidad magnética de la curva norteafricana de Lamb *et al.*, una vez que, desde el punto de vista ambiental, la Anomalía Climática Medieval toca a su fin y se recupera una cierta humedad climática (Martínez-Puertas *et al.*, 2010; Nieto-Moreno *et al.*, 2013).

Finalmente, la última de las fases de acreción sedimentaria reconocidas en la llanura aluvial bética se corresponde plenamente con la entrada de la Edad Moderna (Fig. 9.e.D), sin que sepamos, por el momento y, posiblemente, por carecer de una perspectiva temporal suficiente, si podría haber tocado a su fin con el cierre de la Pequeña Edad del Hielo o a mediados del siglo XX, como consecuencia del cambio climático inducido y la entrada del Antropoceno (Stephen *et al.*, 2007; 2011; Zalasiewicz *et al.*, 2015). Según se adelantó, el arranque de esta etapa coincide con el inicio de la Pequeña Edad del Hielo, periodo caracterizado en términos generales por una caída de las temperaturas y por un incremento de la humedad, especialmente en lo que atañe al tramo comprendido entre 1540 y 1700 AD (Martín-Puertas *et al.*, 2008). Conocido por *Little Ice Age*, no es éste un periodo paleoclimático sobre el que reine el consenso entre los investigadores, ni acerca de cuándo empieza ni de cuándo termina, ni en relación a que deba considerarse como un cambio climático global, sincrónico y homogéneo (Bradley and Jones, 1993). De cualquier forma, durante estos últimos siglos de la evolución de la llanura aluvial del bajo Guadalquivir, sí ha quedado constatado que las grandes inundaciones crecen tanto en frecuencia como en intensidad, sobre todo a partir de finales del siglo XVI (Vanney, 1972; Díaz del Olmo, 2015). No obstante, es difícil saber si este hecho se corresponde con una respuesta directa al estímulo climático que supone la LIA (Benito *et al.*, 1996) o si, ampliando los términos de la interpretación, nos encontramos ante un incremento de la sensibilidad de una cuenca fuertemente transformada desde el punto de vista de los usos del suelo y, consiguientemente, frente a un incremento de la esorrentía y una concentración de los flujos (Macklin and

Lewin, 2003). De una forma o de otra, en el transcurso de esta última fase, en concreto desde mediados del siglo XVII hasta el último tercio del siglo XVIII, también se percibe en la llanura aluvial del Guadalquivir una atenuación de los procesos de sedimentación, como parece indicar la presencia de horizontes levemente edafizados en los perfiles del sector de la Cartuja de Santa María de las Cuevas (Fig. 14.8). Aquí los suelos se labran sobre depósitos que incorporan material cerámico del tipo *Blue on White* (siglo XVI) y se ven decapitados y sepultados por nuevos depósitos de llanura de inundación, en este caso repletos de restos de la porcelana producida por la factoría Pickman tras la instalación de sus hornos en el antiguo monasterio cartujo en 1840 (Borja, 1992). Fases de sedimentación de fechas similares a la que acabamos de describir también se detectan en otras vegas cercanas a la del Guadalquivir, tanto a un lado como al otro del Estrecho de Gibraltar (Fig. 9.e).

Aluvionamientos, suelos aluviales y eventos hidrológicos extremos

A excepción de la más antigua de las grandes fases de sedimentación (4833-3206 cal BP), vinculada fehacientemente a una etapa climática árida, el resto de ellas no muestra una filiación tan clara en tal sentido. Por el contrario, puede ocurrir, como en los casos de la segunda (3130-1989 cal BP) y la tercera de ellas (1620 cal BP-siglo XI d.C.), bien que se relacionen con etapas áridas o húmedas, y también frías, dependiendo de la proximidad de los registros paleoclimáticos que sirvan de referencia y/o del tipo y detalle de los indicadores utilizados por los distintos autores; o bien que una parte de la fase sedimentaria en cuestión se vincule a condiciones áridas y otra parte de ella lo haga a condiciones húmedas. O también puede suceder, como en el caso de la fase más reciente (últimos 500 años, aproximadamente), que ésta coincida con un periodo húmedo y frío. Dicho de otra forma: el hecho de que las fases de aluvionamiento se vinculen con etapas frías (Benito *et al.*, 2008), caracterizadas por una importante indigencia de lluvia total, una alta variabilidad pluviométrica y una elevada frecuencia de aguaceros (Wolf and Faust, 2015), es tanto más factible cuanto más antiguas sean. También se constata que no todos los periodos proclives a la formación de suelos coinciden con periodos húmedos, como cabría pensar en un principio. Por consiguiente, es necesario considerar que, si bien la ausencia de una vegetación que retenga el agua de lluvia y la falta de suelos que activen los procesos de infiltración constituyen el principal mecanismo de concentración

de la escorrentía, capaz, en consecuencia, de provocar el arrastre de importantes cantidades de sedimentos así como su acumulación en las vegas aluviales (Lavee *et al.*, 1998), tales procesos naturales no tiene por qué sujetarse como causa única a un condicionamiento climático de carácter árido y frío, sino que, asimismo, puede asociarse a la dinámica particular de los medios intensamente transformados por la actividad humana (Pope and van Andel, 1984; Wilkinson, 2003).

La substitución de las especies vegetales originarias por otras mejor adaptadas al estrés que provocan el hacha, el fuego, la presión de los herbívoros, etc., está documentada en Andalucía con la entrada del Neolítico (*ca.* <5.300 cal BC) pero, sobre todo, con la generalización de la extracción y el beneficio de los metales (*ca.* 4400-3500 cal BP) (Fierro *et al.*, 2011). También está probado que dicho proceso condujo pronto a una xerofitización del paisaje y a una exacerbación de la erosión de los suelos, rasgos que se agudizaron con posterioridad, durante la expansión de la cultura Ibérica y, de manera definitiva, con la consolidación del régimen frumentario implantado en *Hispania* por la metrópolis romana. Un intenso manejo agrícola, ganadero, forestal y minero que, sin duda, amplificó los efectos morfo-sedimentarios de las avenidas tanto en el medio (Uribelarrea and Benito, 2008) como en el bajo Guadalquivir (Borja and Barral, 2005; Díaz del Olmo, 2015), poniendo a disposición de los flujos desbordados una considerable cantidad de material fino procedente de la erosión de los suelos de la cuenca. Así pues, al menos en cuanto al ámbito mediterráneo, el funcionamiento del sistema natural bajo una intensa y prolongada presión antrópica termina atenuando el papel rector que, en términos morfogénesis *vs.* edafogénesis, pudiera atribuirse en primera instancia a la alternancia climática (periodos áridos-periodos húmedos). Bajo estas circunstancias, la componente climática cede parte de su protagonismo a la dinámica hidrogeomorfológica de las cuencas, especialmente en lo que se refiere al desencadenamiento de episodios de grandes inundaciones, asumiéndose por nuestra parte que estos "eventos hidrológicos extremos" (Benito *et al.*, 2015) deben ser los responsables últimos, en tanto que componentes inherentes a la hidrología mediterránea, de la forma y el momento en que se sustancian las secuencias edafo-sedimentarias de unas llanuras aluviales, cuyas cuencas llevan, como hemos indicado para el caso de la del Guadalquivir, toda la segunda mitad del Holoceno sometidas, además de al incremento de la aridez climática, a una progresiva antropización (Macklin and Lewin, 2008).

Desde el punto de vista genético, así pues (Fig. 15),

los depósitos fluviales pertenecientes a la primera de las fases de agradación consideradas en la vega italiense (4833-3206 cal BP) podrían interpretarse como la aportación sedimentaria proveniente de los eventos hidrológicos extremos (EHE) acaecidos en el ámbito del mediterráneo occidental, según Benito *et al.* (2015), entre 4800-4600, 4100-3700, 3300-3200 cal BP, y asimismo en la península Ibérica (*slackwater flood deposits*), entre 4820 y 4440 cal BP (Fig. 15.c). Ello sería coherente con que, durante el periodo que va de 4440 a 4100 cal BP, se hubieran dado unas condiciones de estabilidad que favorecieran la formación de los suelos aluviales descritos por nosotros en el seno de la citada fase sedimentaria, entre el Calcolítico y la Edad del Bronce. Esta circunstancia vendría corroborada, además, por el pequeño repunte de la susceptibilidad magnética registrado en la curva levantada para este indicador en el norte de Marruecos (Lamb *et al.*, 1999) (Fig. 15.b). El tramo final de esta primera fase sedimentaria de la vega de Itálica habría estado alimentado por nuevos eventos hidrológicos (4100-3700 y 3300-3200 cal BP), los cuales podrían haber coincidido, por ejemplo, con las grandes inundaciones detectadas en el bajo Guadiana (3160±40 a BP) por Ortega and Garzón (2009). El cierre de esta fase vino marcado por una alta posición del nivel del mar, a la que posiblemente se asoció un episodio de reorganización del trazado de los cauces fluviales, poco antes de 3200 a cal BP, el cual daría paso, con la ayuda del subsiguiente abatimiento de la rasante marina, a una nueva etapa de estabilidad –esta vez nítidamente reflejada en la mencionada curva magnética norteafricana–, así como a la formación de los suelos aluviales del Bronce final (3206-3130 cal BP).

Siguiendo con esta misma argumentación, los eventos hidrológicos de alta energía fechados, en general para el Mediterráneo occidental, entre 2850-2750 y 2300-2100 cal BP, junto con los datos relativos a las dataciones realizadas tanto sobre *slackwater flood deposits* (2865–2350 cal BP) como sobre *aggraded floodplain sediments* (2710–2320 cal BP) (Fig. 15.c) para el ámbito peninsular (Benito *et al.*, 2008), podrían estar igualmente en el origen de la segunda fase de aluvionamiento reconocida en el entorno de Itálica, la cual se prolonga, sin una adscripción climática uniforme, aproximadamente desde el tránsito de la Edad del Bronce a la del Hierro hasta la ocupación romana de la baja Andalucía (3130-1980 cal BP). El cierre de esta fase coincide con el final de un nuevo ciclo de probables altas posiciones de nivel marino y un nuevo episodio de reorganización del trazado de los cauces en la llanura, que concluye, según se constata en la vega hispalense (Borja, 2014), en la segun-

da mitad del siglo I a.C., durante la época de Julio César. Seguidamente se instaura un periodo de estabilidad hidrogeomorfológica, que alcanza hasta el siglo IV d.C., el cual vuelve a coincidir con una bajada del nivel relativo del mar, reforzándose así la fijación del cauce y el desarrollo de fluvisoles en la llanura aluvial, como asimismo avala el repunte de la susceptibilidad magnética de la curva norteafricana de Lamb *et al.* (1999). Sólo el episodio de llanura de inundación fechado por Benito *et al.* (2008) para el ámbito peninsular a principios de la era Cristiana entra en contradicción con el predominio de la edafogénesis que caracteriza a este periodo en el ámbito aluvial del Guadalquivir (Fig. 15.c).

Por su parte, los episodios de concentración de grandes inundaciones detectados por Benito *et al.* (2015) entre 1700-1600, 1500-1400 y 950-800 cal BP, junto a los *slackwater flood depósitos* datados entre 960-790 cal BP, así como la señal que de forma particular emiten en este mismo sentido la vega del Guadalquivir, entre 1100-1200 d.C. (Benito *et al.*, 2008), o la del Guadiana también por esas fechas (Ortega y Garzón, 2009), habrían podido proporcionar los sedimentos de la tercera de las fases de aluvionamiento establecidas en la planicie bética (siglos IV-XI/XIII d.C.) (Fig. 15.a). Como ocurrió en la primera de ellas, el gap identificado entre los dos últimos episodios favorables a la inundación (de 1400 a 950 cal BP), habilita un tiempo más que suficiente para el desarrollo de la formación edáfica que, de manera tentativa, hemos incluido en el transcurso de los siglos VI-VIII, habida cuenta de que durante ese periodo se detectan una elevación de los valores de la susceptibilidad magnética que nos sirven de referencia, así como una bajada relativa del nivel del mar (Figs. 15.a y 15.e). La transición del alto nivel relativo de la rasante marina alcanzado al final de esta fase sedimentaria a una nueva posición deprimida de la misma se salda, por un lado, con el más reciente de los episodios de reordenación de cauces del que tenemos constancia morfo-sedimentaria en la vega (siglos X-XI d.C.), y, en segundo término, con una nueva fase de estabilidad durante la cual evolucionarán los últimos suelos hídricos dignos de destacar en la llanura aluvial bética: los suelos bajomedievales. No obstante, del mismo modo que ocurría con el episodio de estabilidad sedimentaria que dio lugar a los suelos romanos de la vega italicense, Benito *et al.* (2008) también asocia la génesis de *floodplain deposits* con el periodo en que se labraron los suelos bajomedievales.

Finalmente, el desarrollo de la última fase de aluvionamiento señalada para la llanura aluvial del bajo Guadalquivir (últimos 500 años, aproximadamente),

es perfectamente coherente con el inventario de las inundaciones que asolaron la ciudad de Sevilla desde el final de la Edad Media hasta el siglo XIX (*cf. Anales Eclesiásticos y Seculares de la muy noble y leal ciudad de Sevilla* (1667), de Diego Ortiz de Zúñiga; *Historia crítica de las riadas o grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla desde su reconquista hasta nuestros días* (1878), de Francisco de Borja Palomo y Rubio; *Historia del Ayuntamiento de la muy noble, muy leal, muy heroica e invicta ciudad de Sevilla* (1896), de Joaquín Guichot y Parody; etc.). Dicha coherencia es asimismo aplicable al hecho de que dentro de esta fase de predominio sedimentario, en concreto desde mediados del siglo XVII hasta el último tercio del siglo XVIII, se detecte un intervalo de estabilidad edáfica, según hemos podido comprobar en varios perfiles procedentes del entorno de la Cartuja de Santa María de las Cuevas (Borja and Díaz del Olmo, 1989; Borja, 1992). Tal circunstancia vendría avalada tanto por los datos climáticos aportados por (Vanney (1972) y Rodrigo *et al.* (1999), quienes señalan que las condiciones de mayor humedad se habrían concentrado entre el final del siglo XVI y el comienzo del siglo XVII, y durante el final del siglo XIX, como por los trabajos de Benito *et al.* (1996; 2015), desde los que se sostiene que, aproximadamente entre hace 250 y 350 años, se habría registrado un episodio algo más estable desde el punto de vista de los aportes sedimentarios de las vegas fluviales ibéricas, el cual habría favorecido el desarrollo de una leve edafización.

Conclusiones

Tras la discusión de los resultados obtenidos a partir del estudio del paleomodelado hidrográfico y los archivos edafosedimentarios de la vega de Itálica, cabe concluir señalando, en primer lugar, que no tenemos capacidad de articular imagen alguna del paisaje fluvial de la vega de Itálica surgido inmediatamente después del máximo transgresivo del Holoceno. Sí sabemos, en cambio, que sobre la superficie de la llanura aluvial generada durante el Calcolítico, en torno a +1 m, se desarrollaron unos primeros horizontes edáficos, y que esta etapa de predominio de la estabilidad habría tenido su punto álgido del III al II milenio a.C., coincidiendo con una caída del nivel de base regional. Morfológicamente, la imagen más antigua que podemos componer del paisaje aluvial italicense muestra un trazado fluvial muy tentativo todavía, consecuencia de los reajustes ocurridos muy probablemente poco antes del Bronce final, cuando, como ocurrió en el episodio anterior, se

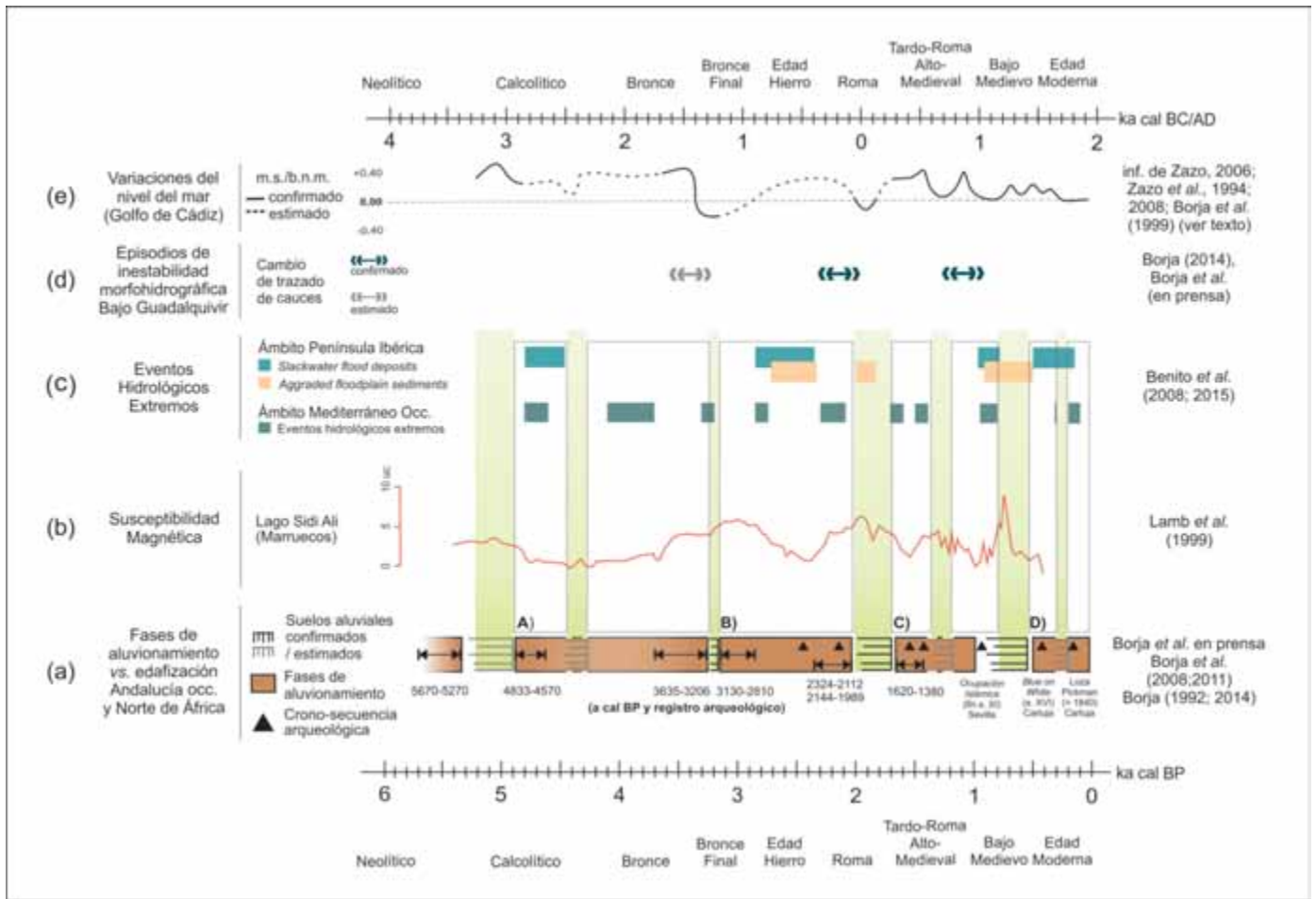


Figura 15. Propuesta de correlación entre las fases de sedimentación/edafización de la llanura aluvial del bajo Guadalquivir (en este trabajo) (a), la evolución de susceptibilidad magnética del lago Sidi Ali de Marruecos (b), los eventos hidrológicos extremos (ámbitos Mediterráneo occidental y peninsular) (c), los episodios de inestabilidad morfohidrográfica del bajo Guadalquivir (en este trabajo) (d) y las variaciones del nivel del mar en el Golfo de Cádiz durante la segunda mitad del Holoceno (e).
Figure 15. Proposed correlation between: phases of sedimentation-soil formation in the lower Guadalquivir floodplain (in this work) (a), curve of magnetic susceptibility provided by Sidi Ali lake in northern Morocco (b), extreme hydrological events in the Mediterranean and Iberian region (c), episodes of morpho-hydrographic instability of the lower Guadalquivir (in this work) (d), and sea level fluctuations during mid-upper Holocene of the Gulf of Cadiz (e).

pasó de una alta posición del nivel del mar a un importante declive del mismo. Este tránsito habría favorecido la fijación de los cauces durante los mil años siguientes, así como el desarrollo correlativo de una nueva superficie levemente edafizada en torno a +1,5 m.

Unas circunstancias muy similares se dieron en torno al cambio de era cuando, tras una fase de acumulación sedimentaria, un nuevo evento de tránsito de altas a bajas posiciones del nivel de base trajo como resultado, en un primer momento, un reajuste del diseño hidrográfico que dejó el cauce del Guadalquivir frente a *Italica*, a unos 500 m de distancia, y, con posterioridad, una etapa de predominio de la edafización, cuyos horizontes se registran esta vez

a una cota aproximada de +3 m. Esta es la imagen de la vega de *Itálica* que habría tomar como referencia para el periodo romano de la ciudad, por lo que sería un hecho extraordinario que los restos conocidos tradicionalmente como el "muelle del río" (reconocibles en la superficie de la llanura, según los planos de Demetrio de los Ríos de la segunda mitad del siglo XIX), se correspondieran con las infraestructuras de ataque del puerto romano. Entre otras cosas porque es sumamente improbable que dichos restos se hubieran mantenido visibles durante veinte siglos, cuando la superficie a la que se habrían vinculado funcionalmente se encuentra hoy sepultada por varios metros de sedimentos. Pero además, porque ello supondría que dichas infraestructuras habrían

estado relacionadas con un cauce, el de la Madre Vieja, de cuya navegabilidad, su registro sedimentario no ofrece pruebas fehacientes, sino más bien todo lo contrario, pues en realidad nada hace pensar que esta corriente evacuara caudales suficientes como para que fuera factible el trasiego de naves de la envergadura exigida por el comercio romano. Frente a ello, lo razonable sería pensar que el núcleo de la actividad portuaria de *Italica* se ciñera directamente a la orilla derecha del cauce del *Baetis* en el tramo localizado frente a la ciudad (Jiménez and Borja, 2015). Acerca del problema que pudo suponer vadear el eje la Madre Vieja, interpuesto entre el área de actividad portuaria y la antigua urbe romana, cabe señalar que, dado que las condiciones climáticas reinantes en el suroeste andaluz entre finales del siglo II a.C. y el II/III d.C. fueron de carácter cálido y árido, con una escasa incidencia de las inundaciones (Martín-Puertas *et al.*, 2008; Borja *et al.*, 2015c; Benito *et al.*, 2015), cruzarla sin dificultad sería la norma, como demuestra la existencia de una vía romana usada por carruajes que enlazaba el sector portuario de la vega con la ciudad rodeando el teatro por su flanco septentrional (Jiménez, en prensa). A ello habría ayudado igualmente unas bajas posiciones del nivel del mar y una tendencia a la fijación del canal que, como hemos indicado, en el caso del puerto de *Hispalis*, se mantendría prácticamente inmóvil durante un milenio.

Con el final de la dominación romana de *Italica*, en la vega se habrían desarrollado tres fases paleogeográficas bien contrastadas entre sí: la primera de ellas, la más antigua, se corresponde con la reactivación de los aluvionamientos que tiene lugar durante la etapa Tardorromana-Altomedieval, y a ella se debe la ocultación de los suelos aluviales romanos bajo una nueva tanda de sedimentos y el inicio de la pérdida de referencias de la topografía ocupacional de dicha época. La segunda de estas fases, por su parte, habría supuesto la instauración de unas condiciones favorables nuevamente al desarrollo de la edafogénesis. Los nuevos horizontes edáficos se labran ahora sobre los materiales acumulados durante la anterior fase aluvial, ajustándose al ciclo de la Anomalía Climática Medieval. El carácter cálido y seco de este periodo se habría dejado sentir en la zona, principalmente, a partir de ca. 950 d.C., coincidiendo con el reajuste sufrido por el trazado del cauce del Guadalquivir que, como se vio en los casos de las vegas de Sevilla y Coria del Río, quedó fijado en el tránsito de la Plena a la Baja Edad Media, una vez implantadas las condiciones de estabilidad que induce el rebaje del nivel del mar de los siglos XI-XII. Por su parte, la última de las fases mencionadas se correspondería con el periodo de intensificación de

las grandes crecidas que azotaron al bajo Guadalquivir entre el final de la Edad Media, siglos XIV-XVI, y mediados del siglo XIX, o sea, durante la fase húmeda de la Pequeña Edad del Hielo, y habría supuesto una reactivación de la dinámica sedimentaria de la llanura aluvial. Aunque esta nueva fase de relleno presenta una llamativa discontinuidad en su seno, en su conjunto es la responsable de la entrada de los últimos cuerpos sedimentarios incorporados a la secuencia de la vega de Itálica. Consecuencia directa de estas nuevas circunstancias parece ser el abandono del antiguo poblado pesquero de Santiponce, inicialmente situado en plena llanura aluvial. Según las fuentes, este evento tiene lugar entre 1595 y 1603, cuando, bajo los auspicios de los monjes de San Isidoro del Campo, hubo de procederse al traslado de sus gentes a las ruinas de lo que por entonces dejaba de llamarse "Sevilla la Vieja", para empezar a conocerse como Itálica. Que hayamos podido rastrear, las últimas posibles representaciones del antiguo poblado pesquero de Santiponce, aún ubicado en el centro de la vega pegado al cauce del Guadalquivir, podrían corresponder a grabados de finales del siglo XVI, como la famosa vista de Sevilla de la *Civitate Orbis Terrarum*, de Braun y Hogenberg, o el conocido como *Mapa del Bajo Guadalquivir de Diego de Cuelvis*, publicado en el libro *Tesoro Chorografico de las Espannas...* (1600) (British Library, Londres). El final de esta etapa de acumulación de sedimentos en la llanura aluvial viene a coincidir (reproduciendo así lo que, de alguna manera, parece ser su patrón de funcionamiento) con un episodio subactual de cambios en el trazado del Guadalquivir, al que pueden adscribirse los dos estrangulamientos registrados por el meandro de la Isla de Quijano: el primero se materializa en el tramo correspondiente a la corta de la Mercadera dejando, durante todo el siglo XIX, a la Rivera de Huelva circulando en solitario a través del torno que antes compartía con el Guadalquivir (meandro de la Isla del Hierro); mientras que el segundo está protagonizado por la propia Rivera de Huelva que, al conectarse directamente al nuevo cauce del Guadalquivir al sur de la Mercadera, a un kilómetro más al Este de donde lo había hecho durante cientos de años, deja definitivamente abandonado el citado meandro. Por último, durante las últimas décadas, cortas artificiales, grandes infraestructuras viarias y nuevos muros de defensa frente a las riadas... han terminado por condicionar profundamente el funcionamiento de la vega baja del Guadalquivir, enmascarando gran parte de la impronta de su pasado histórico que apenas hace un siglo aún conservaba.

Por otra parte, desde una perspectiva más amplia,

cabe plantear que el estudio combinado del paleo-modelado fluvial y el registro edafo-sedimentario de la vega de Itálica, contextualizados en el marco de la evolución general de la desembocadura del Guadalquivir durante la segunda mitad del Holoceno, revelan la existencia de una doble secuencia paleogeográfica alternante que tienden a ajustarse a escala milenial-submilenial (Nason and Croke, 1992; Howard, 1996). La primera de ellas concierne al proceso de relleno aluvial de la vega, cuya dinámica muestra un marcado carácter intermitente que trae como consecuencia la configuración de cuatro grandes fases de sedimentación –que pueden convertirse en siete si consideramos las interrupciones menores existentes en el interior de tres de ellas, o en ocho si se tiene en cuenta el episodio de estabilidad del que hemos hecho arrancar la secuencia estudiada (5270-4833 cal BP)–, separadas por otras tantas etapas favorables al desarrollo de suelos aluviales. Sólo la más antigua de estas etapas de agradación puede asociarse inequívocamente a unas condiciones áridas y frías, entendiendo inicialmente que tales rasgos climáticos podrían ser los más adecuados para una mayor incidencia de las crecidas y la acumulación de sedimentos en la llanura aluvial. Para el resto de ellas, los condicionantes climáticos van cediendo el protagonismo a la dinámica hidro-geomorfológica, la cual es tanto más efectiva, en términos de capacidad de contribución sedimentaria, cuanto mayor es la concentración de eventos extraordinarios (grandes aguaceros) por unidad de tiempo, pero también cuanto más degradada se presenta la cuenca debido al manejo humano de la cubierta vegetal, no sólo por la disminución de la capacidad de infiltración de los suelos que ello conlleva, sino asimismo porque dicho impacto pone a disposición de la escorrentía una mayor proporción de materiales. Algo similar ocurre con los periodos en los que se desarrollaron los suelos aluviales: que no se corresponden de una manera estricta con etapas climáticas húmedas, si bien, cuando éstas se dan, los horizontes edáficos exhiben más profundidad y una mayor complejidad. Esto hace que nos planteemos que el desarrollo de fluvisoles en las llanuras aluviales pueda considerarse, hasta cierto punto y habida cuenta del carácter azonal de este tipo de suelos, como una edafogénesis contingente, en tanto que depende fundamentalmente del decaimiento de la morfogénesis aluvial, la cual, como hemos señalado, no sólo responde a los estímulos climáticos, sino que se ve condicionada igualmente por los efectos de la incidencia humana sobre la cuenca y por las variaciones del nivel del mar.

Por su parte, la segunda de las secuencias paleogeográficas detectadas en la evolución reciente del

ámbito aluvial italicense permite diferenciar cortos periodos proclives a la variación del trazado de los cauces (caracterizadas por procesos de avulsión, desplazamiento de meandros, etc.), separadas igualmente por otros periodos más prolongados, con una duración cercana al milenio, en los que el diseño hidrográfico tiende a permanecer más o menos estable. En esta ocasión los factores de control no parecen ser tanto las condiciones hidro-climáticas o las derivadas del manejo humano de la cuenca, o la combinación de ambas causas –como ocurría en el caso de la conformación de las series edafo-sedimentarias–, cuanto las variaciones menores del nivel del mar registradas con posterioridad al máximo transgresivo del Holoceno. Se ha comprobado que los episodios en los que los canales de la vega del Guadalquivir registran mayores cambios en su trazado, coinciden con los momentos finales de las fases de altas posiciones del nivel del mar. En cambio, durante las fases de abatimiento del mismo, la respuesta morfo-hidrográfica de los cauces es justamente la contraria: la estabilidad. A este respecto, también importa subrayar el papel jugado por estas variaciones de la superficie marina en relación al balance morfogénesis/edafogénesis, ya que, como ha podido observarse en la vega del Guadalquivir, todas las etapas de desarrollo edáfico coinciden con bajas posiciones del nivel de base regional.

Cabe concluir, pues, señalando que junto a los habituales razonamientos utilizados para explicar este tipo de archivos aluviales, relativos a la conjunción, en lo que al clima se refiere, de una transición hacia condiciones más frías y húmedas, una persistencia de un índice NAO negativo (Benito *et al.*, 2015) y una alternancia de ciclos solares contrapuestos (“mínimos”) (Trouet *et al.*, 2012), es necesario considerar, como hemos podido comprobar en el caso del bajo Guadalquivir, el papel que juegan otros factores tales como la presión humana sobre la cubierta vegetal y los suelos de las cuencas o, en el caso de tratarse de ámbitos prelitorales, las variaciones de la rasante marina y sus efectos sobre los cambios del trazado de los cauces fluviales.

Agradecimientos

Es una contribución a los proyectos: HAR2016-79757-R, CGL2015-69919-R y HAR2011-21798 (MINECO); HAR2015-64392-C4-4-P (MCI), CGL2008-04000BTE (MEC); P12-HUM-912 (JdeA). Así como a los contratos de investigación LO 6/2001: 36/11 Id1064 (UHU y TRAGSA); 47/09 Id902 (UHU y Conjunto Arqueológico de Itálica, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía).

Referencias

- Baena, R. 1993. *Evolución cuaternaria (3.M.a.) de la depresión del medio-bajo Guadalquivir y sus márgenes (Córdoba y Sevilla)*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, 589 pp.
- Baena, R. and Guerrero, I. 2009. El registro geoarqueológico del sector sur de la Puerta de Jerez (Sevilla): últimos 4000 años en la sedimentación fluvial del Guadalquivir. In: Boski, T. Moura, D. and Gomes, A. (eds.), *VII Reunión do Quaternário Ibérico*. Faro (Portugal), 175-180.
- Barker, P.A., Roberts, N., Lamb, H.F., van der Kaars, S. and Benkaddour, A. 1994. Interpretation of Holocene lake-level change from diatom assemblages in Lake Sidi Ali, Middle Atlas, Morocco. *Journal of Paleolimnology*, 12, 223-234.
- Beltrán J. and Rodríguez-Hidalgo, J.M. 2012. Las primeras excavaciones oficiales en Itálica: los trabajos de Ivo de la Cortina en el año 1839. *Itálica, Revista de Arqueología Clásica de Andalucía*, 2, 29-52.
- Benito, G. 2006. Riesgos de inundaciones: tendencias históricas y perspectivas de acuerdo con el cambio climático. *Cuaternario y Geomorfología*, 20(3-4), 29-44.
- Benito, G., Machado, M.J. and Pérez-González, A. 1996. Climate change and flood sensitivity in Spain. In: Branson, J., Brown, A.G. and Gregory, K.J. (eds.), *Global continental changes: The context of palaeohydrology*. Special Publication, vol. 115. Geological Society, London, 95-98.
- Benito, G., Sopena, A., Sánchez-Moya, Y., Machado, M.J., and Pérez-González, A. 2003. Palaeoflood record of the Tagus River (Central Spain) during the Late Pleistocene and Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 22, 1737-1756.
- Benito, G., Thorndycraft V.R., Rico, M., Sánchez-Moya Y. and Sopena, A. 2008 Palaeoflood and floodplain records from Spain: Evidence for long-term climate variability and environmental changes. *Geomorphology*, 101, 68-77.
- Benito, G., Macklin, M.G., Zielhofer, C., Jones, A.F. and Machado, M.J. 2015. Holocene flooding and climate change in the Mediterranean. *Catena*, 130, 13-33.
- Bond, G., Showers, W., Cheseby, M., Lotti, R., Almasi, P., Demenocal, P., Priore, P., Cullen, H. Hajdas, I. and Bonani, G. 1997. A Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates. *Science*, 278 (5341), 1257-1266.
- Bond, G., Showers, W., Elliot, M., Evans, M., Lotti, R., Hajdas, I., Bonani, G. and Johnson, S. 1999. The North Atlantic's 1-2 kyr climate rhythm: relation to Heinrich Events, Dansgaard/Oeschger cycle and the Little Ice Age. In: Clark, P., Webb, R. and Keigwin, L. (eds.), *Mechanisms of Global Climate Change at Millennial Time Scales*. Geophysical Monograph Series, vol. 112. American Geophysical Union, Washington, 35-58.
- Bond, G., Kromer, B., Beer, J., Muscheler, R., Evans, M.N., Showers, W., Hoffmann, S., Lotti-Bond, R., Hajdas, I. and Bonani, G. (2001). Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science*, 294, 2130-2136.
- Blum, M.D. and Törnqvist, T.E. 2000. Fluvial responses to climate and sea-level change: a review and look forward. *Sedimentology*, 47(sup. 1), 2-48
- Borja, F. 1989. Llanuras aluviales y terrazas holocenas del SW de Andalucía: medios naturales y secuencias cronosedimentarias. In: Díaz del Olmo, F. and Rodríguez, J. (eds.), *El Cuaternario en Andalucía Occidental*. AEQUA-Monografías 1. Sevilla, 155-170.
- Borja, F. 1992. *Pleistoceno reciente, Holoceno y períodos históricos del SW de Andalucía. Paleogeografía de medios litorales y fluvio-litorales de los últimos 30.000 años*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, 584 pp.
- Borja, F. 1993. Formaciones Superficiales Antrópicas. Aportación al estudio del proceso holoceno de antropización de los sistemas naturales. *Arqueología Espacial*, 16-17, 29-39.
- Borja, F. 2013. La desembocadura del Guadalquivir durante la segunda mitad del Holoceno. Síntesis paleogeográfica. In: García, L. Hurtado, V. Vargas, J.M., Ruiz, T. and Cruz Auñón, R. (eds.), *El asentamiento prehistórico de Valencina la Concepción*. Editorial Universidad de Sevilla, Sevilla, 93-110.
- Borja, F. 2014. Sevilla (1500 a.C.-1500 d.C.). Estudio de geoarqueología urbana. In: Beltrán, J. and Rodríguez, O. (eds.), *Sevilla Arqueológica. La ciudad en época protohistórica, antigua y andalusí*. Editorial Universidad de Sevilla, 274-303.
- Borja, F. and Barral, M.A. 2005. Evolución histórica de la vega de Sevilla. In: Jiménez, A. (ed.), *La Catedral en la ciudad (I). Sevilla, de Astarté a San Isidoro*. Aula Hernán Ruiz. Sevilla. 5-36.
- Borja, F. and Barral, F. 2007. La secuencia geoarqueológica de San Juan de Acre en el contexto de la evolución paleogeográfica del meandro de Sevilla durante los dos mil últimos años. In: Rodríguez, A. and Aycart, V. (coords.), *San Juan de Acre. La historia recuperada de un barrio de Sevilla*. Ayuntamiento de Sevilla, Sevilla, 91-99.
- Borja, F. and Díaz del Olmo, F. 1989. La llanura aluvial de la Cartuja-Itálica. In: Borja, F. (ed.), *Aluvionamientos Cuaternarios. Depresión Inferior del Guadalquivir*. AEQUA, Sevilla, 55-65.
- Borja, F. and Díaz del Olmo, F. 1992. Eastern Sector of the cliffs at El Asperillo (Huelva coast, S.W. Spain): formation and chronology. In: Zazo, C. and Bardají, T. (eds.), *MBSS Newsletter INQUA-COQS*, 14, 87-93.
- Borja, F. and Díaz del Olmo, F. 1994. Paleogeografía fluvial del SW andaluz. In: Campos, J., Pérez, J.A. and Gómez, F. (eds.), *Fases de aluvionamiento reciente y paisajes históricos. Arqueología en el entorno del Bajo Guadiana*. Universidad de Huelva, Huelva, 15-26.
- Borja, F. and Díaz del Olmo, F., 1997. El Acantilado de El Asperillo: Cuaternario reciente y fases históricas del litoral de Huelva. In: Zazo, C. and Bardají, T. (eds.). *MBSS Newsletter INQUA-COQS*, 15, 94-97.
- Borja, F., García, J. M., Castiñeira, J., Gómez, F. and Campos, J. M. 1997. Cuaternario reciente y poblamiento prehistórico del litoral acantilado costero de El Asperillo (Huelva). *Setúbal Arqueológica*, 1, 45-54.
- Borja, F., Zazo, C., Dabrio, C. J., Díaz del Olmo, F., Goy, J. L. and Lario, J. 1999. Holocene aeolian phases and human

- settlements along the atlantic coast of southern Spain. *The Holocene*, 9 (3): 333-339.
- Borja, F., Hunt, M.A., Ubera, J.L., Zazo, C., Dabrio, C.J., Goy, J.L., Barral, M.A., Llergo, Y. and Borja, C. 2008. Estudio geoarqueológico de la Vega de Sevilla. Reconstrucción paleogeográfica del sector interno del estuario del Guadalquivir durante el Holoceno. In: Rovira, S., García-Heras, M., Gener, M. and Montero, I. (eds.). *Actas VII Congreso Ibérico de Arqueometría*. Editorial Quadro. Madrid, 87-96.
- Borja, F., Borja, C., Jiménez, A., Díaz del Olmo, F. and Recio, J.M. 2011. Estudio geoarqueológico del entorno del teatro romano de Itálica (Santiponce, Sevilla, España). Aproximación a la secuencia del sector occidental de la vega del Guadalquivir durante el Holoceno superior. In: Turu, V. and Constante, A. (eds.), *El Cuaternario en España y áreas afines. Avances en 2011*. AEQUA. Andorra, 247-249.
- Borja, F., Borja, C. and Lama, A. 2012. Registro sedimentario y flujos hídricos en el Teatro Romano de Itálica. Un estudio de geoarqueología aplicada. *Itálica. Revista de Arqueología Clásica de Andalucía*, 2, 77-96.
- Borja, F.; Díaz Del Olmo, F.; Recio, J.M.; Caro, J.A.; Borja, C. and Valiente, J.A. 2015a. The upper Pleistocene (with lithic industries) and Holocene sequence in the Guadalquivir's floodplain (Seville, Spain): from a fluvial system to an aggradation and shallowing-upward alluvial processes. In: Diaz del Olmo F. and Faust, D. (eds.), *Progress in Quaternary Archive Studies in the Iberian Peninsula*, CEI-Mar/INQUA, Sevilla, 81-83.
- Borja, F., Borja, C. and Lama, A. 2015b. De mar a tierra. El espacio cambiante del estuario del Guadalquivir. In: Fernández-Palacios, J.M. (dir.), *Sevilla 1519-1522. La primera vuelta al mundo*. Serie Agua, Territorio y Ciudad. Ríos de Historia. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (Junta de Andalucía), Sevilla, 14-20.
- Borja, F., Borja, C., Mayoral, V., De Tena, M.T. and Caro, J.A. 2015c. Las arenas de Mengabril (Vegas Altas del Guadiana, Badajoz). Contribución al estudio de los mantos eólicos del Holoceno. In: Galve, J.P., Azañón, J.M., Pérez, J.V. and Ruano, P. (eds.). *Una visión global del Cuaternario. El hombre como condicionante de procesos geológicos. XIV Reunión Nacional de Cuaternario*. AEQUA. Granada, 49-52.
- Borja, F., Borja, C. and Jiménez, A. en prensa. Paisaje y paleogeografía en el Bajo Guadalquivir (*Itálica, Hispalis, Caura*). In: J.L. Escacena (ed.), *Caura. Arqueología en el estuario del Guadalquivir*. Universidad de Sevilla.
- Boski, T., Moura, D., Veiga-Pires, C., Camacho, S., Duarte, D., Scott, D.B. and Fernandes, S.G. 2002. Postglacial sea-level rise and sedimentary response in the Guadiana Estuary, Portugal/Spain border. *Sedimentary Geology*, 150, 103-22.
- Boski, T., Camacho, S., Moura, D., Fletcher, W., Wilamowski, A., Veiga-Pires, C., Correia, V., Loureiro, C. and Santana, P. 2008. Chronology of the sedimentary processes during the post-glacial sea level rise in two estuaries of the Algarve coast, Southern Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77, 230-244.
- Bradley, R.S. and Jones, P.D. 1993. "Little Ice Age" summer temperature variations: their nature and relevance to global warming trends. *Holocene*, 3-4, 367-376.
- Bradley, R.S., Briffa, K.R., Cole, J., Huges, M.K. and Osborn, T.J. 2003. The climate of the last millennium. In: Alverson, K.D., Bradley, R.S. and Pedersen, T.F. (eds.) *Paleoclimate, Global Change and the Future*. Springer-Verlag, Berlín, 105-148.
- Broecker, W.S. 2000. Abrupt climate change: casual constraints provide by paleoclimatic record. *Earth-Science Reviews*, 51 (1-4), 137-154
- Brückner, H. 1986. Man's impact on the evolution of physical environment in the Mediterranean region in historical times. *GeoJournal*, 13 (1), 7-17
- Caballos, A. (coord.). 2010. *Itálica-Santiponce. Municipium y Colonia Aelia Augusta Italicensium*. L'Erma di Bretschneider.
- Caballos, A. and León, P. (eds.). 1997. *Itálica MMCC*. Consejería de Cultura-Junta de Andalucía, Sevilla, 240 pp.
- Caballos, A., Marín, J. and Rodríguez-Hidalgo, J.M. 1999. *Itálica Arqueológica*. Sevilla, 150 pp.
- Cacho, I., Grimalt, J.O., Canals, M., Staffi, L., Shackleton, N.J., Schönfeld, J. y Zhan, R. 2001. Variability of the Western Mediterranean Sea surface temperatures during the last 25000 years and its connection with the northern hemispheric climatic changes. *Paleoceanography*, 16, 40-52.
- Cabrera, C. 2013. El fondeadero de la Plaza Nueva de Sevilla: un ancla y una barca procedentes del antiguo puerto de Hispalis. *I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática Española*, Cartagena, 522-525.
- Cabrera, C. 2014. La caracterización del antiguo y desaparecido puerto de Sevilla a través de los hallazgos náuticos de la Plaza Nueva. In: Beltrán, J y Rodríguez, O. (eds.), *Sevilla Arqueológica. La ciudad en época protohistórica, antigua y andalusí*, Editorial Universidad de Sevilla. Sevilla, 242-244.
- Canto, A.M. 1999. La *Vetus Urbs* de Itálica, quince años después. La planta hipodámica de D. Demetrio de los ríos, y otras novedades. *CuPAUAM*, 25 (2), 145-191.
- Casana, J. 2008. Mediterranean valleys revisited: linking soil erosion land use and climate variability in the Northern Levant. *Geomorphology*, 101, 429-442
- Civis, J., Sierro, F.J., González Delgado, J.A., Flores, J.A., Andrés, I., Porta, J. and Valle, M. 1987. El Neógeno marino de la provincia de Huelva: antecedentes, y definición de las unidades litoestratigráficas. In: Civis, J. (ed.), *Paleontología del Neógeno de Huelva*, Ediciones de la Universidad de Salamanca, Salamanca, 9-21.
- Collantes de Terán, F. 1941. Trabajos en Itálica. *Archivo Español de Arqueología*, 42, 235-238.
- Cortés, J. 1998. Sevilla Extramuros. La evolución de los espacios periurbanos. In: Valor, M and Romero, C. (coords.), *Sevilla Extramuros: la huella de la historia en el sector oriental de la ciudad*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla, 55-102.
- Corzo, R. 1992. *Las vías romanas de Andalucía*. Sevilla.
- Corzo, R. 2002. La fundación de Itálica y su desarrollo urba-

- nístico. In: Jiménez, J.L. and Ribera, A. (coords.), *Valentía y las primeras ciudades romanas de Hispania*. Valencia, 123-135.
- Corzo, R and Toscano, M. 2003. *Excavaciones en el teatro romano de Itálica (II) 1989*. Sevilla.
- Cruz, J. 1988. La intervención del hombre en la Ría y Marismas del Guadalquivir. *ERIA*, 16, 109-123
- Dabrio, C., Borja, F., Zazo, C., Boersma, J.R., Lario, J., Goy, J.L. and Polo, M.D. 1996. Dunas eólicas y facies asociadas pleistocenas y holocenas en el acantilado del Asperillo. *Geogaceta*, 20 (5), 1089-1092.
- Dabrio, C. J., Zazo, C., Goy, J.L., Sierro, F., Borja, F., Lario, J., González, J.A. and Flores, J.A. 2000. Depositional history of estuarine infill during the last postglacial transgression (Gulf of Cadiz, Southern Spain). *Marine Geology*, 162 (2-4), 381-404.
- Dabrio, C.J., Zazo, C., Goy, J.L., Sierro, F.J., Borja, F., Lario, J., González, J.A. and Flores, J.A. 2000. Depositional history of estuarine infill during the Late Pleistocene-Holocene postglacial transgression. *Marine Geology*, 162, 381-404.
- Delgado, J., Boski, T., Nieto, J.M., Pereira, L., Moura, D., Gomes, A., Sousa, C. and García-Tenorio, R. 2012. Sea-level rise and anthropogenic activities recorded in the late Pleistocene/Holocene sedimentary infill of the Guadiana Estuary (SW Iberia). *Quaternary Science Reviews*, 33, 121-141.
- Dewolf, Y. and Bourrié, G. (eds.) 2008. *Les formations superficielles, genèse, typologie, classification, paysages et environnements, ressources et risques*. Ellipses, 829 pp.
- Díaz del Olmo, F. 2015. *El archivo fluvial de Sevilla: de las históricas inundaciones a la última gran riada, ¿qué enseña el pasado?* Discurso de ingreso en la Academia Andaluza de la Historia. Sevilla. Inédito, 76 pp.
- Díaz del Olmo, F. y Borja, F. 1991. Aluvionamientos recientes en Andalucía occidental (Guadalquivir-Tinto, España). *Physio-Géo*, 22-23, 49-54.
- Díaz del Olmo F. and Faust, D. (eds.). 2015. *Progress in Quaternary Archive Studies in the Iberian Peninsula*, CEI-Mar/INQUA, Sevilla, 125 pp.
- Díaz del Olmo, F., Borja, F. y Menanteau, L. 1989. La Cartuja en la Llanura Aluvial del Guadalquivir. In: *Historia de la Cartuja de Sevilla*. Turner. Madrid, 12-29.
- Díaz del Olmo, F., Campos, J. and Borja, F. 1993. Carrión de los Céspedes en la Campiña de Tejada: ocupación y transformación del territorio. In: *Historia de Carrión de los Céspedes (Sevilla)*. Muñoz Moya y Montraveta, Sevilla, 35-54.
- Domínguez, M. C., Cabrera, P. and Fernández, E.J. 1988. Cerro de la Cabeza (Santiponce, Sevilla). *Noticiero Arqueológico Hispánico*, 30, 119-186.
- Duchaufour, Ph., 1988. *Edafología*. Masson. Barcelona, 493 pp.
- Eddy, J.A. 1976. The Maunder Minimum, *Science*, 192 (4245), 1189-1202.
- Fechter, R. and Falkner, G. 1993. *Guías Blume de Naturaleza. Moluscos*. Blume, Barcelona, 287.
- Fernández, F. 1998. *Las excavaciones de Itálica y don Demetrio de los Ríos a través de sus escritos*. Obra Social y Cultural de Cajasar. Córdoba.
- Fernández, F., Chasco, R. and Oliva, D. 1979. Excavaciones en el "Cerro Macareno". La Rinconada. Sevilla (Cortes E. F. G. Campaña 1974). *Noticiero arqueológico hispánico*, 7, 7-94.
- Fierro, E., Munuerar, M., Fernández-Jiménez, S., Arribas, A. and Carrión, J.S. 2011. Cambios en el paisaje vegetal de la región andaluza durante el Pleistoceno superior y el Holoceno. *Menga. Revista de Prehistoria de Andalucía*, 2, 15-33.
- Fletcher, W.J. and Zielhofer, C. 2013. Fragility of Western Mediterranean landscapes during Holocene Rapid Climate Changes. *Catena*, 103, 16-29.
- Fletcher, W.J., Boski, T. and Moura, D. 2007. Palynological evidence for environmental and climatic change in the lower Guadiana valley, Portugal, during the last 13 000 years. *The Holocene* 17 (4), 481-494
- García y Bellido, A. 1960. *Colonia Aelia Augusta Italica*, Madrid, 1960 (reed. Granada, 1985: *Andalucía Monumental: Itálica*, 178 pp.).
- Gill, R.B. 2000. *The great Maya droughts: water, life, and death*. University of New Mexico Press, Albuquerque, 464 pp.
- Goldberg, P. and Macphail, R.J. 2006. *Practical and Theoretical Geoarchaeology*. Blackwell Publishing, 452 pp.
- Goy, J.L., Zazo, C., Dabrio, C.J., Lario, J., Borja, F., Sierro, F.J. and Flores, J.A. 1996. Global and regional factors controlling changes of coastlines in southern Iberia (Spain) during the Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 15, 773-780.
- Goy, J.L., Zazo, C. and Dabrio, C.J. 2003. A beach-ridge progradation complex reflecting periodical sea-level and climate variability during the Holocene (Gulf of Almería, Western Mediterranean). *Geomorphology*, 50, 251-268.
- Grimley, D.A., Arruda, N.K. and Bramstedt, M.W. 2004. Using magnetic susceptibility to facilitate more rapid, reproducible and precise delineation of hydric soils in the midwestern USA. *Catena*, 58, 183-213.
- Heinrich, H. 1988. Origin and consequences of cyclic ice rafting in the northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29, 142-152.
- Hemming, S.R. 2004. Heinrich events: Massive late Pleistocene detritus layers of the North Atlantic and their global climate imprint. *Reviews of Geophysics*, 42 (1). doi: 10.1029/2003RG000128.
- Hernández, F.J., Somoza, L., Vázquez, J.T., Lobo, F., Fernández-Puga, M.C., Llave, E. and Díaz del Río, V. 2002. Quaternary stratigraphic stacking patterns on the continental shelves of the southern Iberian Peninsula: their relationships with global climate and palaeoceanographic changes. *Quaternary International*, 92, 5-23.
- Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Rey, J. and Pomar, L. 1994. Late Pleistocene-Holocene sediments on the Spanish continental shelves: Model for very high resolution sequence stratigraphy. *Marine Geology*, 120 (3-4), 129-174.
- Howard, A.D. 1996. Modelling channel evolution and floodplain morphology. In: Anderson, M.G., Walling, D.E. and Bates, P.D. (eds.), *Floodplain processes*. John Wiley and Sons Ltd., 15-62.

- Ibáñez, J.J., García-Álvarez, A., González, J.L. and Imeson, A.C. 1995. Mediterranean soilsclapes and climatic change. An overview. In: S. Zwerver, R.S. van Rompaey, M.T. Kok y M.M. Berk (eds.), *Climate Change Research: Evaluation and Policy Implications*. Elsevier Science, 751-756.
- Izquierdo, R. 2012. Itálica más allá de sus cipreses. Investigaciones arqueológicas en el Cerro de San Antonio, *Itálica, Revista de Arqueología Clásica de Andalucía*, 2, 127-146.
- Jalut, G., Amat, A.E., Bonnet, L., Gauguelin, T. and Fontugne, M. 2000. Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from southeast France to south-east Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 160, 255-290.
- Jiménez, A., en prensa. Actividad Arqueológica Puntual en el espacio situado entre la N-630 y el Teatro de Itálica (Santiponce, Sevilla). *Anuario Arqueológico de Andalucía 2007*.
- Jiménez, A., 2012. *Actividad arqueológica puntual en el Teatro del Conjunto Arqueológico de Itálica. 2009*. 3T. Delegación Provincial de la Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Informe Inédito.
- Jiménez, A. and Borja, F. 2008. *Informe del seguimiento arqueológico en la Vegueta, Santiponce, Sevilla*. Informe Técnico (inéd.), Sevilla.
- Jiménez, A. and Borja, F. 2015. El teatro de Itálica y su entorno. Evolución del paisaje urbano entre el s. II a.C. y el cambio de Era. In: López, J. (ed.), *August i les províncies occidentals. 2000 aniversari de la mort d'August. 2 Congrés Internacional d'Arqueologia i Món Antic*, Fundació Privada Mútua Catalana Tarragona, 87- 95.
- Jiménez, A., Borja, F., García-Vargas, E. and García-Fernández, F.J. 2008. Hispalis y el Baetis: dinámica fluvial y paisaje portuario en una ciudad romana de la Bética. Una perspectiva geoarqueológica. *XVII Congresso Internazionale di Archeologia Classica*. Associazione Internazionale di Archeologia Classic. Roma (póster).
- Jiménez, A. and Pecero, J.C. 2011. El teatro de Itálica. Avance de resultados de la campaña 2009. In: Bernal, D. and Arévalo, A. (eds.), *El theatrum Balbi de Gades*, Cádiz, 373-385.
- Jiménez Martín, A. 1982. Teatro de Itálica: primera campaña de obras. *Actas de las Primeras Jornadas sobre excavaciones arqueológicas en Itálica*. Madrid, 277-290.
- Jiménez-Moreno, G., Rodríguez-Ramírez, A., Pérez-Asensio, J.N., Carrión, J.S. López-Sáez, J.A., Villarías-Robles, J., Celestino-Pérez S., Cerrillo-Cuenca, E., León, A., and Contreras, C. 2015. Impact of late-Holocene aridification trend, climate variability and geodynamic control on the environment from a coastal area in SW Spain. *The Holocene*. doi: 10.1177/0959683614565955
- Jordá, M. and Vaudour, J. 1980. Sols, morphogènese et actions anthropiques à l'époque historique s.l. sur les rives nord de la Méditerranée. *Naturalia Montpeliensis hors serie*, 173-184.
- Keay, S.J. 1997. Early Roman Italica and the romanisation of western Baetica. In: Canallos, A. and León, P. (eds.), *Italica MMCC*, Consejería de Cultura-Junta de Andalucía, Sevilla, 21-39.
- Lamb, H., Roberts, N., Leng, M., Barker, Ph., Benkaddour, A. and van der Kaars, S. 1999. Lake evolution in a semi-arid montane environment: responses to catchment change and hydroclimatic variation. *Journal of Paleolimnology*, 21, 325-343.
- Lambeck, K., Yokoyama, Y. and Purcell, A. 2002. Into and out of the Last Glacial Maximum: sea-level change during Oxygen Isotope Stages 3 and 2. *Quaternary Science Reviews*, 21, 343-360.
- Lambeck, K., Rouby, H., Purcell, A., Sun, Y. and Sambridge, M. 2014. Sea level and global ice volumes from the Last Glacial Maximum to the Holocene. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 111 (43), 15296-15303.
- Lavee, H., Imeson, A.C. and Sarah, P. 1998. The impact of climate change on geomorphology and desertification along a mediterranean-arid transect. *Land Degradation & Development*, 9, 407-422.
- Lario, J. 1996. *Último y presente interglacial en el área de conexión Atlántico-Mediterráneo (sur de España). Variaciones del nivel del mar, paleoclima y paleoambientes*. Tesis Doctoral. UCM, 269 pp.
- Lario, J., Spencer, C., Zazo, C., Goy, J., Cabero, A., Dabrio, C.J., Bardají, T., Borja, F., Civis, J., Borja, C. and Alonso-Azcárate, J. 2015. Evolución del estuario del río Piedras (Huelva) durante el Holoceno. In: Galve, J.P., Azañón, J.M., Pérez, J.V. and Ruano, P. (eds.). *Una visión global del Cuaternario. El hombre como condicionante de procesos geológicos*. AEQUA, Granada, 28-30
- Lario, J., Alonso-Azcárate, J., Spencer, C., Zazo, C., Goy, J.L., Cabero, A., Dabrio, C.J., Borja, F., Borja, C., Civis, J. and García-Rodríguez, M. 2016. Evolution of the pollution in the Piedras River Natural Site (Gulf of Cadiz, southern Spain) during the Holocene. *Environmental Earth Sciences*, 75, 481. doi.10.1007/s12665-016-5344-8
- Leigh, D.S. and Feeney, T.P. 1995. Paleochannels indicating wet climate and lack of response to lower sea level, southeast Georgia. *Geology*, 23, 687-690.
- Lillios, K.T., Blanco-González, A., Drake, B.L. and López-Sáez, J.A. 2016. Mid-late Holocene climate, demography, and cultural dynamics in Iberia: A multi-proxy approach. *Quaternary Science Reviews*, 135, 138-153.
- Llargo, Y., Royo, M.A., Granados, C., Fernández, A., Borja, F. and Ubera, J.L. 2013. Cambios en el entorno vegetal de Valencina de la Concepción (Sevilla) en la Prehistoria. In: García, L., Hurtado, V., Vargas, J.M., Ruiz T and Cruz-Auñón, R. (eds.), *El asentamiento prehistórico de Valencina la Concepción*. Universidad de Sevilla, Sevilla, 409-420.
- Lobo, F., Hernández-Molina, F., Somoza, L., Díaz del Río, V. and Dias, J. 2002. Stratigraphic evidence of an upper Pleistocene TST to HST complex on the Gulf of Cádiz continental shelf (south-west Iberian Peninsula). *Geo-Marine Letters*, 22, 95-107.
- López Sáez, J.A.; Pérez-Díaz, S. and Alba, F. 2011. Antropización y agricultura en el Neolítico de Andalucía occidental a partir de la Palinología. *Menga. Revista de Prehistoria de Andalucía*, 2, 73-85.
- Luque, L. 2002. *Cambios en los paleoambientes costeros del sur de la Península Ibérica (España) durante el Holoceno*. Tesis Doctoral, UCM, 377 pp.

- Luzón, J.M. 2012. Plano topográfico de Itálica. In: Amores, F. and Beltrán, J. (eds.). *Itálica 1912-2012. Centenario de la Declaración como Monumento Nacional*. Fundación Itálica de Estudios Clásicos, Granada, 117-122.
- Macklin, M.G., Benito, G., Gregory, K.J., Johnstone, E., Lewin, J., Soja, R., Starkel, L. and Thorndycraft, V.R. 2006. Past hydrological events reflected in the Holocene fluvial history of Europe. *Catena*, 66 (1-2), 145-154.
- Macklin, M.G. and Lewin, J. 2003. River sediments, great floods and centennial-scale Holocene climate change. *Journal of Quaternary Science*, 18, 101-105.
- Macklin, M.G. and Lewin, J. 2008. Alluvial responses to the changing Earth system. *Earth Surface Processes and Landforms*, 33, 1374-1395.
- Macklin, M.G., Lewing, J. and Woodward, J.C. 1995. Quaternary fluvial systems in the Mediterranean basin. In: Macklin, M.G., Lewing, J. and Woodward, J.C. (eds.), *Mediterranean Quaternary River Environments*, A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 1-25.
- Martín-Consuegra, E.; Chisbert, N.; Cáceres, L. y Ubera, J.L. (1998). Archaeological, palynological and geological contributions to landscape reconstruction in the alluvial plain of the Guadalquivir River at San Bernardo, Sevilla (Spain). *Journal of Archaeological Science*, 25:521-523.
- Martín-Puertas, C., Valero-Garcés B.L., Mata, M.P., González-Sampériz P., Bao, R., Moreno, A., and Stefanova, V. 2008. Arid and humid phases in the southern Spain during the last 4000 years: the Zoñar Lake Record, Córdoba. *The Holocene*, 18, 907-921.
- Martín-Puertas, C., Jiménez-Espejo, F., Martínez-Ruiz, F., Nieto-Moreno, V., Rodrigo, M., Mata, M.P. and Valero-Garcés, B. 2010. Late Holocene climate variability in the southwestern Mediterranean region: an integrated marine and terrestrial geochemical approach. *Climate of the Past*, 6, 807-816.
- Martín-Puertas, C., Valero-Garcés, B., Mata, M.P., Moreno, A., Giralt, S., Martínez-Ruiz, F. and Jiménez-Espejo, F. 2011. Geochemical processes in a Mediterranean Lake: a high-resolution study of the last 4.000 years in Zoñar Lake, southern Spain. *Journal of Paleolimnology*, 46, 405-421.
- Martini, I.P. and Chesworth, W. 2010. *Landscape and societies. Selected cases*. Springer, New York.
- Mayoral, E. and González, I., 1987. Contribución al estudio de las facies de tránsito (Mioceno-Plioceno) en el sector noroccidental de la Cuenca del Guadalquivir (Valencina de la Concepción, Sevilla). *Acta Geológica Hispánica*, 21-22, 177-184.
- Mayoral, V., Borja, F., Borja, C., Martínez, J.A. and De Tena, M.T. 2012. The evolution of an agrarian landscape. Methodological proposals for the archaeological study of the alluvial plain of Medellin (Guadiana basin, Spain). In: Kluiving, S.J. y Guttman-Bond E.B. (eds.), *Landscape Archaeology between Art and Science. From a multi- to an interdisciplinary approach. Landscape & Heritage Series*. Amsterdam University Press. Amsterdam, 97-114.
- Mayewski, P.A., Meeker, L.D., Twickler, M.S., Whitlow, S., Yang, Q., Lyons, W.B. and Prentice, M., 1997. Major features and forcing of high-latitude northern hemisphere atmospheric circulation using a 110,000- year long glaciochemical series. *Journal of Geophysical Research*, 102, 26345- 26366.
- Mayewski, P.A., Rohling, E., Stager, J.C., Karlen, W., Maasch, K.A., Meeker, L.D., Meyerson, E.A., Gasse, F., van Kreveld, S., Holmgren, K., Lee-Thorp, J., Rosqvist, G., Rack, F., Staubwasser, M., Schneider, R.R. and Steig, E.J. 2004. Holocene climate variability. *Quaternary Research*, 62, 243-255.
- Mayoral, E. and González, I. 1987. Contribución al estudio de las facies de tránsito (Mioceno-Plioceno) en el sector noroccidental de la Cuenca del Guadalquivir (Valencina de la Concepción, Sevilla). *Acta Geológica Hispánica*, 21-22, 177-184.
- Mayoral, V., Borja, F., Borja, C., Martínez, J.A. and De Tena, M.T. 2012. The evolution of an agrarian landscape. Methodological proposals for the archaeological study of the alluvial plain of Medellin (Guadiana basin, Spain). In: Kluiving, S.J. y Guttman-Bond E.B. (eds.), *Landscape Archaeology between Art and Science. From a multi- to an interdisciplinary approach. Landscape & Heritage Series*. Amsterdam University Press. Amsterdam, 97-114.
- Meeker, L.D. and Mayewski, P.A. 2002. A 1400-year high-resolution record of atmospheric circulation over the North Atlantic and Asia. *The Holocene*, 12, 257-266.
- Menanteau, L. 1982. *Les marismas du Guadalquivir. Exemple de transformation d'un paysage alluvial au cours du Quaternaire récent*. Tesis Doctoral. Universidad de París-Sorbonne, 252 pp.
- Menanteau, L. and Vanney, J.R. 1985. El cauce del Bajo Guadalquivir: morfología, hidrología y evolución histórica. *El Río. El Bajo Guadalquivir*, Equipo 28, Sevilla, 116-127.
- Moral Ituarte, L. del. 1991. *La obra hidráulica en la cuenca baja del Guadalquivir. Gestión del agua y organización del territorio (s. XVIII-XX)*. Universidad de Sevilla/Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 599 pp.
- Nanson, G.C. and Croke, J.C. 1992. A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*, 4, 459-486.
- Neboit-Gilhot, R. 1983. *L'homme et l'érosion. L'érosion des sols dans le monde* Faculté de Lettres et Sciences Humaines de Clermont-Ferrand, 183 pp. (2ª ed. 1991).
- Nieto-Moreno, V., Martínez-Ruiz, F., Giralt, S., Gallego-Torres, D., García-Orellana, J., Masqué, P. and Ortega-Huertas, M. 2013. Climate imprints during the 'Medieval Climate Anomaly' and the 'Little Ice Age' in marine records from the Alboran Sea basin. *The Holocene*, 23(9), 1227-1237.
- Oliva, M., Schulte, L. and Gómez Ortiz, A. 2010. Tendencia a la aridez en Sierra Nevada desde el Holoceno medio inferida a partir de sedimentos lacustres. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 52, 27-42.
- Ortega, J.A. and Garzón, G. 2009. A contribution to improved flood magnitude estimation in base of palaeoflood record and climatic implications—Guadiana River (Iberian Peninsula). *Natural Hazards Earth System Sciences*, 9, 229-239
- Ortiz, J.E., Torres, T., López-Pamo, J.E., Soler, V., Llamas, J.F.,

- Barettino, D. and García, M.J. 2007. Organic matter accumulation during the Holocene in the Guadalquivir marshlands (SW Spain). *Geological Journal*, 42 (5), 547-566.
- Palomo, F. de B. 1878. *Historia crítica de las riadas o grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla desde su Reconquista hasta nuestros días*. Sevilla, F. Álvarez y Cía. Impresores, 2 vols.
- Pantaleón, J.; Yll, E.I.; Pérez-Obiol, R. y Roure, J.M. 1996. Las concentraciones polínicas en medios semiáridos. Su importancia en la interpretación de la evolución del paisaje. In: Ramil-Rego, P., Fernández-Rodríguez, C. and Rodríguez Guitián, M. (eds.), *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 215-226.
- Pellicer, M., Escacena, J.L. and Bendala, M. 1983. *El Cerro Macareno*, Excavaciones Arqueológicas en España, 124, Ministerio de Cultura, Madrid.
- Pérez, F.F. and Boscolo, R. (eds.) 2010. *Clima en España: Pasado, presente y futuro. Informe de Evaluación del Cambio Climático Regional*. Red Temática CLIVAR España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 83 pp.
- Pope, K.O., and van Andel, T.H. 1984. Late Quaternary alluviation and soil formation in southern Argolid: its history, causes and archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 11, 281-306.
- Porras Crevillent, A.I. and Díaz del Olmo, F. 1997. Registros malacológicos del Holoceno y actuales. Pisos termo y mesomediterráneo. In: Rodríguez, J. (ed.), *Cuatrenario Ibérico*. Huelva, 387-389.
- Rasmussen, S.O., Bigler, M., Blockley, S.P., Blunier, T., Buchardt, S.L., Clausen, H.B., Cvijanovic, I., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S.J., Fischer, H., Gkinis, V., Guillevic, M., Hoek, W.Z., Lowe, J.J., Pedro, J.B., Popp, T., Seierstad, I.K., Steffensen, J.P., Svensson, A.M., Vallelonga, P., Vinthe, B.M., Walker, M.J.C., Wheatley, J.J. y Winstrup, M. 2014. A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews*, 106, 14-28.
- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Ramsey C.B., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M. and van der Plicht, J. 2013. Intcal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55 (4), 1869-1887.
- Rodríguez de Guzmán, S. and Izquierdo, R. 2012. Conocer Itálica: La acción investigadora desde el Plan Director del Conjunto Arqueológico. In: *La arqueología romana de la provincia de Sevilla: actualidad y perspectivas*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 273-318.
- Rodríguez-Azogue, A. and Aycart, V. 2007. *San Juan de Acre. La historia recuperada de un barrio de Sevilla*. Ayuntamiento de Sevilla, Sevilla 250 pp.
- Rodríguez-Gutiérrez, O. and Rodríguez-Azogue, A. 2003. La Necrópolis Romana de la Puerta del Osario (Sevilla). *Romula*, 2, 149-182.
- Rodríguez-Ramírez, A., Rodríguez-Vidal, J., Cáceres, L., Clemente, L., Belluomini, G., Manfra, L., Improta, S. and de Andrés, J.R. 1996. Recent coastal evolution of the Doñana national park (SW Spain), *Quaternary Science Reviews*, 15, 803-809
- Rodríguez-Ramírez, A., Flores-Hurtado, E., Contreras, C., Villarías-Robles, J.R., Jiménez-Moreno, G., Pérez-Asensio, J.N., López-Sáez, J.A., Celestino-Pérez, S., Cerrillo-Cuenca, E. and León, A. 2014. The role of neotectonics in the sedimentary infilling and geomorphological evolution of the Guadalquivir estuary (Gulf of Cadiz, SW Spain) during the Holocene. *Geomorphology*, 219, 126-140.
- Rodrigo, F.S., Esteban-Parra, M.J., Pozo-Vázquez, D. and Castro-Díez, Y. 1999. A 500-year precipitation record in Southern Spain. *International Journal Of Climatology*, 19, 1233-1253.
- Romo, A. 1999. Intervención Arqueológica en el entorno del Teatro de Itálica (Santiponce, Sevilla). Sector Noreste. *Anuario Arqueológico de Andalucía 1995*, (III), 576-588.
- Ruiz, A., Cárcaba, A., Porras, A. and Arrébola, J.R. 2006. *Caracoles terrestres de Andalucía. Guía y manual de identificación*. Fundación Gypaetus-Consejería de Medio Ambiente-Junta de Andalucía. Sevilla. 302 pp.
- Santos, L., Sánchez-Goñi, M.F., Freitas M.C. and Andrade C. 2003. Climatic and Environmental Changes in the Santo André Coastal Area (SW Portugal) during the Last 15,000 Years. *Quaternary Climatic Changes and Environmental Crisis in the Mediterranean Region*, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, 175-179.
- Sierro, F.J., González Delgado, A., Dabrio, C.J., Flores, A. and Civiş, J. 1996. Late Neogene depositional sequences in the foreland basin of Guadalquivir (SW Spain). In: Friend, P.F. and Dabrio, C.J., (eds.), *Tertiary Basins of Spain*. Cambridge University Press, Cambridge, 339-345.
- Steinhilber, F., Beer, J. and Fröhlich, C. 2009. Total solar irradiance during the Holocene. *Geophysical Research Letters*, 36, L19704.
- Steffen, W., Crutzen, P.J. and McNeill, J.R. 2007. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614-621.
- Stephen, W., Grinevald, J., Crutzen, P.J. and McNeill, J.R. 2011. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of Royal Society A*, 369, 842-867.
- Stevenson, A.C. and Harrison, R.J. 1992. Ancient Forests in Spain: A Model for Land-use and Dry Forest Management in South-west Spain from 4000 BC to 1900 AD. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 58, 227-247.
- Stouthammer, E. and Berendsen, H.J.A. 2007. Avulsion: the relative roles of autogenic and allogenic processes. *Sedimentary Geology*, 198, 309-325.
- Stuiver, M. and Braziunas T.F. 1993. Modeling atmospheric ¹⁴C influences and ¹⁴C ages of marine samples back to 10000 BC. *Radiocarbon*, 35, 137-189.

- Stuiver, M. and Reimer, P.J. 1993 Extended ^{14}C data base and revised CALIB 3.0 ^{14}C age calibration program. *Radiocarbon*, 35(1), 215-230.
- Talma, A. S. and Vogel, J. C. 1993. A simplified approach to calibrating C14 dates. *Radiocarbon*, 35, 317-322
- Thorndycraft V.R. and Benito G. 2006. Late Holocene fluvial chronology of Spain: The role of climatic variability and human impact. *Catena*, 66 (1-2), 34-41.
- Trouet, V., Scourse, J.D. and Raible, C.C. 2012. North Atlantic storminess and Atlantic Meridional Overturning Circulation during the last millennium: Reconciling contradictory proxy records of NAO variability. *Global and Planetary Change*, 84-85, 48-55.
- Uribelarra, D. and Benito, G. 2008. Fluvial changes of the Guadalquivir river during the Holocene in Córdoba (S. Spain). *Geomorphology*, 100,14-31.
- Vanney, J.R. 1970. *L'hydrologie du Bas Guadalquivir*. CSIC, Madrid, 176 pp.
- Vanney, J.R. 1972. *L'hydrologie du bas Guadalquivir*. CSIC, Madrid, 175 pp.
- Vacchi, M., Marriner, N., Morhange, C., Spada, G., Fontana, A. and Rovere, A. 2016. Multiproxy assessment of Holocene relative sea-level changes in the western Mediterranean: Sea-level variability and improvements in the definition of the isostatic signal. *Earth Science Reviews*, 155, 172-197.
- Vaudour, J. 1986. Travertines holocènes et pression anthropique. *Méditerranée*, 1-2, 168-173.
- Verosub, K. and Roberts, A. 1995. Environmental Magnetism: Past, Present, and Future. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 100, 2175-2192.
- Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S.O., Popp, T., Steffensen, J.P, Gibbard, Ph., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D.J., Nakagawa, T., Newnham, R. and Schwander, J. 2009. Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP icecore, and selected auxiliary records. *Journal Quaternary Science*, 24 (1), 3-17.
- Wanner, H., Beer, J., Bütikofer, J., Crowley, T.J., Cubasch, U., Flückiger, J., Goosse, H., Grosjean, M., Joos, F., Kaplan, J.O., Küttel, M., Müller, S.A., Prentice, I.C., Solomina, O., Stocker, T.F., Tarasov, P., Wagner, M. and Widmann, M. 2008. Mid- to Late Holocene climate change: an overview. *Quaternary Science Reviews*, 27, 1791-1828
- Waterman, A.J., Lillios, K.T., Tykot, R.H. and Kunst, M. 2016. Environmental change and economic practices between the third and second millennia BC using isotope analyses of ovicaprid remains from the archeological site of Zambujal (Torres Vedras), Portugal. *Journal of Archaeological Science*, 5,181-189.
- Wilkinson, T.J. 2003. *Archaeological Landscapes of the Near East*. University of Arizona Press. Tucson. 260 pp.
- Wolf, D. and Faust, D. 2015. Western Mediterranean environmental changes: Evidences from fluvial archives. *Quaternary Science Reviews*, 122, 30-50.
- Wolf, D., Seim, A., Diaz del Olmo, F. and Faust, D. 2013. Late Quaternary fluvial dynamics of the Jarama River in Central Spain. *Quaternary International*, 302, 20-41.
- Wolf, D., Seim, A. and Faust, D. 2014. Fluvial system response to external forcing and human impact-Late Pleistocene and Holocene fluvial dynamics of the lower Guadalete River in western Andalucía (Spain). *Boreas*, 43 (2), 422-449.
- Yll, E.I., Zazo, C., Goy, J.L., Pérez-Obiol, R., Pantaleón-Cano, J.; Civis, J., Dabrio, C.J., González-Delgado J.A., Borja, F., Soler, V., Lario, J., Luque, L., Sierro, F., González-Hernández, F.M., Lezine, A.M., Deneffe, M. y Roure, J.M. 2003. Quaternary palaeoenvironmental changes in south Spain. *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region*, pp. 201-213.
- Zapata, A. 1985. El río en el siglo XVIII y la Compañía de Navegación del Guadalquivir. *El Río, El Bajo Guadalquivir*, Equipo 28, Sevilla, 64-67.
- Zalasiewicz, J., Waters, C.N., Williams, M., Barnosky, A.D., Cearreta, A., Crutzen, P., Ellis, E., Ellis, M.A. Fairchild, I.J. Grinevald, J., Haff, P.K., Hajdas, I., Leinfelder, R., McNeill, J. Odada, E.O., Poirier, C., Richter, D., Steffen, W., Summerhayes, C. Syvitski, J.P.M., Vidas, D., Wagreich, M., Wing, S.L., Wolfe, A.P., Zhishengw, A. and Oreskes, N. 2015. When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century Quaternary International boundary level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*, 383, 196-203.
- Zazo, C. 2006. Cambio climático y nivel del mar: la Península Ibérica en el contexto Global. *Cuaternario y Geomorfología*, 20 (3-4), 115-130.
- Zazo, C. (2015). *Explorando las costas de un pasado reciente: los cambios del nivel del mar*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. 112 pp.
- Zazo, C., Goy, J.L., Somoza, L., Dabrio, C.J., Belluomini, G., Improta, S., Lario, J., Bardaji, T. and Silva, P.G. 1994. Holocene sequence of sea-level fluctuations in relation to climatic trends in the Atlantic-Mediterranean linkage coast. *Journal Coastal Research*, 10, 933-945.
- Zazo, C., Goy, J.L., Lario, J. and Silva, P.G. 1996. Littoral zone and rapid climate changes during the last 20,000 years. The Iberian study case. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 102, 119-134.
- Zazo, C., Mercier, N., Silva, P.G., Dabrio, C.J., Goy, J.L., Roquero, E., Soler, V., Borja, F., Lario, J., Polo, M.D. and Luque, L. 2005. Landscape evolution and geodynamic controls in the Gulf of Cadiz (Huelva coast, SW Spain) during the Late Quaternary. *Geomorphology*, 68, 269-290.
- Zazo, C., Dabrio, C.J., Goy, J.L., Lario, J., Cabero, A., Silva, P.G., Bardaji, T., Mercier, N., Borja, F. and Roquero, E. 2008. The coastal archives of the last 15 ka in the Atlantic-Mediterranean Spanish linkage area: sea level and climate changes. *Quaternary International*, 181, 72-87.
- Zielhofer, C., Faust, D., Escudero, R. B., Díaz del Olmo, F., Kadereit, A., Moldenhauer, K.-M. and Porras, A. 2004. Centennial-scale late-Pleistocene to mid-Holocene synthetic profile of the Medjerda Valley, northern Tunisia. *The Holocene*, 14, 851-861.
- Zielhofer, C., Faust, D. and Linstädter, J. 2008. Late Pleistocene and Holocene fluvial records in the Western

Mediterranean: hydroclimatical changes and past human response. *Quaternary International*, 181, 39-54.
Zielhofer, C., Recio Espejo, M., Núñez Granados, M.A. and

Faust, D. 2009. Durations of soil formation and soil development indices in a Holocene Mediterranean floodplain. *Quaternary International*, 209(1-2), 44-65.

Recibido: septiembre 2015

Revisado: diciembre 2016

Aceptado: diciembre 2016

Publicado: marzo 2018