



APROXIMACIÓN A LA MAGNETOESTRATIGRAFIA DE LA ÚLTIMA TERRAZA MEDIA DEL GUADALQUIVIR (T12) EN "LAS JARILLAS" (LA RINCONADA, SEVILLA).

R. Baena Escudero (1), e I. Guerrero Amador (1).

(1) Dpto. Geografía Física y A.G.R., Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla s/n 41004-Sevilla. baena@us.es, inmaquer@us.es

Abstract: *Preliminary magnetostratigraphy of the Guadalquivir river last middle terrace (T12) in "Las Jarillas" (La Rinconada, Sevilla). Present a model of alluvial in the last middle terrace (T12) in the Guadalquivir river from La Rinconada (Sevilla). Inside him it examines their facies, paleomagnetic analysis is performed some of their units and are located both archaeological and paleontological connections of *Elephas antiquus*. Magnetostratigraphy results raise a double possibility in the chronosequence that could encompass both isotopic stages 5, 6 and 7 as only 5.*

Palabras clave: Terraza fluvial, magnetoestratigrafía, MIS, *Elephas antiquus*, río Guadalquivir.
Key words: Fluvial terrace, magnetostratigraphy, MIS, *Elephas antiquus*, Guadalquivir river.

INTRODUCCIÓN

La terraza de Las Jarillas a +26-+29m sobre el río, se ubica al Noreste de la ciudad de Sevilla en el término municipal de La Rinconada entre la urbanización "El Gordillo" (Sevilla) y el entorno del Cortijo de "Las Jarillas" (La Rinconada) que le da nombre. Se trata de una de las terrazas más destacadas del valle del Guadalquivir, tanto por su extensión que, entre los afluentes del Guadalquivir Corbones y Guadaira, supera los 300 Km², como por lo llamativo de su escarpe que domina, por la margen izquierda, toda la vega aluvial a más de 10 m de altura. De igual modo, destaca también por ser uno de los conjuntos estratigráficos más importantes de todo el valle Medio y Bajo del Guadalquivir dada su complejidad, potencia y variedad de facies aluviales, lo que le confiere un carácter de importante área de recursos de áridos con numerosas explotaciones que utilizan maquinaria y sistemas más propios de minas al aire libre que de graveras. Ello ha determinado que desde los comienzos de los estudios geológicos del valle del Guadalquivir, esta terraza haya sido objeto de atención (Calderón, 1887), asignándosele la denominación de segunda terraza del Guadalquivir o nivel intermedio (Drain et al., 1971). De igual modo, la presencia de restos fósiles de *Elephas antiquus* han servido para acrecentar el interés por este nivel adscrito, de manera general, al Pleistoceno Medio-Superior (Aguirre et al., 1973; Clemente et al., 1977).

Durante los años 80, los trabajos encaminados a establecer la secuencia general del Guadalquivir de manera regional (SGG), tanto desde el punto de vista geomorfológico como cultural (yacimientos paleolíticos) y cronosedimentario (Díaz del Olmo et al., 1986; 1989), permitieron establecer lo complejo de la estratigrafía de esta terraza donde, en su superposición de aluvionamientos, se definió a la industria lítica extraída en conexión como Achelense Final transicional de cronología Pleistoceno Superior.

La aplicación de técnicas radiométricas (U/Th) y de correlación paleomagnética a inicios de los años 90, permitió cerrar la SGG como integrada por hasta 14 niveles de terrazas para todo el valle Medio y Bajo, que geomorfológicamente se agrupan en cinco

complejos de terrazas (Baena, 1993): muy altas (T1 a T4), altas (T5 a T9); medias (T10 a T12); bajas (T13) y muy bajas (T14), estas últimas como integrantes de la actual llanura aluvial (niveles holocenos e históricos). En esta secuencia, la terraza de Jarillas se corresponde con el último nivel del Complejo de terrazas Medias del Guadalquivir (T12) en su tramo bajo (sector Sevilla), con cronologías de 80.000 B.P. (U/Th) en la base carbonatada de los suelos pardos fersialíticos, y una polaridad normal de las dos muestras analizadas entonces que permitieron, en la magnetosecuencia general del Guadalquivir, correlacionarla con época Brunhes entre 170.000 y 80.000 B.P. (Baena, 1993; Díaz del Olmo et al., 1993; Baena y Díaz del Olmo, 1994; 1997).

Esta contribución se enmarca en los nuevos muestreos sistemáticos que, desde finales de los años 90 e inicios del s. XXI, se vienen realizando con el objetivo de efectuar un análisis paleomagnético de todas aquellas terrazas donde la existencia de graveras o excavaciones haga posible la observación de las estratigrafías aluviales y existan facies apropiadas para su estudio. Surge así la posibilidad de completar y precisar las cronologías de referencia asignadas a la SGG (Baena et al., 2005), al tiempo que emprender ahora estudios más continuos y precisos en los aluvionamientos. Con ello pretendemos obtener, la primera caracterización magnetoestratigráfica, que nos permita precisar algo más la cronosecuencia, tal y como se viene efectuando en yacimientos cuaternarios como los de Atapuerca (Parés y Pérez-Gonzalez, 1995) o Fuente Nueva-3 en Orce (Martínez Navarro et al., 1997).

METODOLOGÍA

A partir de media docena de perfiles levantados en los diferentes frentes de explotación de la antigua gravera Pionner en La Rinconada, se ha establecido una secuencia modelo del aluvionamiento de la terraza en la zona, caracterizando potencia media, granulometría, estructura sedimentaria, horizontes edáficos y alteraciones así como las litofacies aluviales según Miall (1978). Igualmente, se han situado los hallazgos arqueológicos en conexión, los restos fósiles de fauna encontrados y las muestras

obtenidas para paleomagnetismo (Baena, 1993; Caro, 1999).

El estudio paleomagnético se ha efectuado a partir de una docena de muestras tomadas en sedimentos blandos o semiconsolidados sin signos aparentes de bioturbación. Estos, corresponden a medios con bajas tasas de deposición como son los propios de llanuras de inundación, entornos palustres o de colmatación de finos a techo de paleocauces. Por tanto, la textura analizada ha sido siempre de grano lo más fino posible (formaciones limo-arenosas, limo-arcillosas carbonatadas, arcillo-limosas o areno-arcillosas), todas ellas en disposición horizontal. La toma de muestras se realizó mediante la obtención de volúmenes cúbicos de sedimento de unos 8 cm³, previamente tallados y exentos en el perfil que, convenientemente orientados en Campo, fueron introducidos en cajas de plástico transparente de 2 cm de lado. Los especímenes de cada muestra fueron medidos en el laboratorio de paleomagnetismo UB-ICT "Jaume Almera" del CSIC en Barcelona, controlándose, magnetización remanente natural (MRN) y magnetización remanente después de la desmagnetización obtenida tras la aplicación de campos alternos (AF). La medición de la remanencia fue efectuada con un magnetómetro criogénico triaxial (CCL-GM4000) y la desmagnetización mediante un desmagnetizador Schonsted GSD5. La caracterización de la variación de la remanencia magnética desde temperatura ambiente (MRN₀) hasta la práctica total desmagnetización (<85% MRN₀) de cada muestra, se alcanzó mediante la aplicación de un campo de desbloqueo único para todas ellas en pasos de 0, 2.5, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 70, 90 y 100 mT (militeslas). La obtención de la componente característica para todas ellas (ChRM), se obtuvo entre los 2.5 y 70 mT, dependiendo de la textura del sedimento.

SECUENCIA LITOESTRATIGRAFICA DE LA TERRAZA.

La secuencia modelo general del aluvionamiento de la terraza de Jarillas en la antigua explotación Pionner, alcanza una potencia media superior a los 15 m, estando compuesta de muro a techo por las siguientes unidades:

JP1.- Sustrato de margas azules sobre el que con límite neto y fuertemente ondulado (oscilaciones de hasta 2-3 m) descansa de modo erosivo el aluvionamiento.

JP2.- Banco de gravas gruesas con barras de cantos y arenas de entre 2 y 4 m, las cuales terminan con un límite superior neto y plano. Facies **Gms** y **Gp** dominantes, integradas por cuarcitas, sílex, porfíditas y pizarras. A techo culminan en niveles de arenas finas masivas con arcillas de donde se obtuvieron las muestras **PIN21** y **PIN22** para su análisis paleomagnético. De la parte superior de esta unidad, habitualmente sumergida al encontrarse por debajo del nivel piezométrico del acuífero, extraen las retroexcavadoras que explotan los áridos, restos de **Elephas antiquus** y numerosas piezas líticas en conexión (**N1**), lascas simples, núcleos y utensilios predominando los rodamientos medios (51%), aunque también se observan sin rodamiento pero con pátina (11%). Como representativos del

Achelense son frecuentes: los hendedores, triedros y bifaces, en algunos casos, con rodamientos nulos o bajos.

JP3.- Depósito alternante de arenas y gravillas de entre 2,5 y 3 m. de potencia en lechos centimétricos con estratificación cruzada y laminaciones de ripples migrando en las secuencias arenosas (**Sp** y **Sr**). De los niveles superiores se obtuvo una conexión arqueológica compuesta por más de 200 piezas entre lascas simples (49%), núcleos (34%) y utensilios (17%) entre los que destacan 4 triedros (**N2**). Igualmente en ellos son frecuentes los restos de **Equus sp.**, **Bos sp.** e **Hippopotamus**. Lateralmente puede dar paso de manera erosiva a pequeños paleocauces de entre 1 y 2 m de potencia, rellenos de gravas medias en disposición masiva a muro (**Gm**) para hacia techo terminar en niveles areno-limosos débilmente laminados (**Sh**). Toda la unidad culmina en centimétricas llanuras de inundación arcillo-limosas (**flood plain**) de tonos pardos donde se tomaron las muestras **PJ31** y **PJ32** para su análisis paleomagnético. Igualmente son frecuentes las intercalaciones de nivelillos de arenas finas con ripples de baja energía (**Sr**).

JP4.- Depósito de barras de gravas masivas (**Gms**) de entre 1 y 1.5 m de potencia, con numerosos cantos blandos que se instala erosivamente sobre el nivel anterior, pudiendo hacer desaparecer el lecho arcilloso inferior. Límite superior plano y neto.

JP5.- Depósito mixto de barras de gravas, gravillas y arenas con estratigrafía cruzada y laminaciones de arenas (1.5 m). Lateralmente se le superpone un canal de colmatación limo-arcilloso (0.5 m) del que se tomo la muestra **PB2** para paleomagnetismo, o un nuevo lecho de arenas masivas. A techo, culmina en un paquete de limos masivos del que se obtuvo la muestra **PB1**. En las barras de arenas con gravas es frecuente el hallazgo de industria en conexión (**N3**) integrado por lascas simples (63%), núcleos (18%) y utensilios sobre lasca (16%) con rodamiento leve y medio, predominio del sílex (52%) y ausencia de macroustillaje y de cantos tallados. También son frecuentes los restos de fauna de vertebrados con presencia de **Elephas antiquus**.

JP6.- Unidad predominantemente arenosa en su base que hacia su parte superior presenta abundante bioturbación, dando paso a niveles más limo-arenosos con carbonatos a techo. Ocasionalmente, estos pueden adquirir aspecto masivo y laminado con intercalaciones de niveles limo-arcillosos como corresponde a entornos palustres. De esta última formación se tomaron las siguientes muestras para paleomagnetismo de muro a techo: **PJ22**, **PJ21**, **PJU1**, **PJ12** y **PJ11**. Por último, sobre estos niveles locales, pueden situarse depósitos centimétricos de arenas masivas sobremontados por canalillos de gravillas de escasa potencia dentro de los cuales se localiza abundante industria lítica en conexión (**N4**) sobre cuarcita con: núcleos centrípetos dominantes, presencia de técnica levallouis en las lascas y superioridad del grupo Paleolítico Superior entre los utensilios (Caro, 1999).

JP7.- Lo compone una sucesión de 4 m de arcillas esmectíticas y limos con un desarrollo edafológico

consistente en horizontes alternantes, de techo a muro, Ap/Bt/Btca/Bca. Los horizontes Bt estan caracterizados por sus tonos rojos (2.5YR4/6), su estructura prismática y fuerte descarbonatación del horizonte; mientras que los carbonatados presentan gruesos nódulos calcáreos muy compactos que, hacia el muro, se muestran tipo septarias. De aquí, sobre textura limo-arenosa, se obtuvieron las muestras **PIN21** y **PIN22** para el estudio paleomagnético.

RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS

Aun cuando el número de muestras es reducido en relación al tamaño de la estratificación, no obstante consideramos que el método es válido a pesar de la falta de facies adecuadas para su estudio. Así, la mayoría de los resultados obtenidos tras la desmagnetización de la remanencia magnética de las muestras son aceptables con una desmagnetización escalonada y estable (Fig.1). La presencia de componente viscosa ha sido prácticamente inexistente, eliminándose entre 2,5 y 5 mT en todas ellas. Por lo que respecta a los valores de intensidad de la magnetización remanente natural (NRM₀), parecen guardar cierta relación con las diferencias texturales de los sedimentos, siendo la muestra PJU1, sobre carbonatos concrecionados, la que presenta la intensidad más baja del conjunto (0.5 mA/m). Así de manera general se observan tres poblaciones de valores: las que superan los 11 mA/m (muestras PIN21, PIN22, PIN11 y PIN12, situadas a techo y a muro respectivamente) las dos primeras sobre arenas finas con arcilla y las dos segundas en limos arenosos; las comprendidas entre 5 y 9 mA/m integradas por texturas limo-arcillosas carbonatadas (muestras PJ11 y PJ12) a techo de la unidad 6, y limo-arcillosas (PB2) y arcillo-limosas (PJ31 y PJ32) del techo de la unidad 3; y por último, las que oscilan entre 0.5 y 2 mA/m de la unidad palustre (muestras PJU1, PJ21 y PJ22) y de la llanura limo-arcillosa del techo de la unidad 5 (PB1).

La base del análisis paleomagnético se ha efectuado según las componentes de inclinación y declinación obtenidas en las diferentes muestras tomadas del aluvionamiento. Para ello se ha tenido en cuenta que la principal contribución a la dirección del NRM de este tipo de facies se obtiene de su componente detrítica (DRM), la cual es tanto más fiable cuanto más arcillosas y laminadas se presenten las muestras. Así en el caso de medios fluviales actuales, se obtienen buenas direcciones de declinación de las muestras pero no de inclinación que se presentan fuertemente sesgadas (hasta 25° para inclinaciones de campo de 50°) sin estar compactadas (Tauxe y Kent, 1984), a lo que hay que añadir errores de inclinación aún mayores si esto último también ocurre (Kodama y Sun, 1992).

Por grupos de muestras, las recogidas en la base de la unidad JP7, datadas en torno a 80.000 B.P. (Díaz del Olmo et al., 2003), presentan paleodirecciones NNW de declinación para inclinaciones próximas a las actuales de Campo (52°); en cambio las muestras de la unidad JP6, marcan, a medida que descendemos en el perfil, un itinerario en la declinación que va desde paleodirecciones E (PJ11) y ESE (PJ12) de transición, a claramente inversas en PJU1 (S-SSE) y menos marcadas en PJ21 y PJ22 (ESE), siendo las inclinaciones muy bajas (4 y 29°) a excepción de la de PJ21 que es normal (Fig.1).

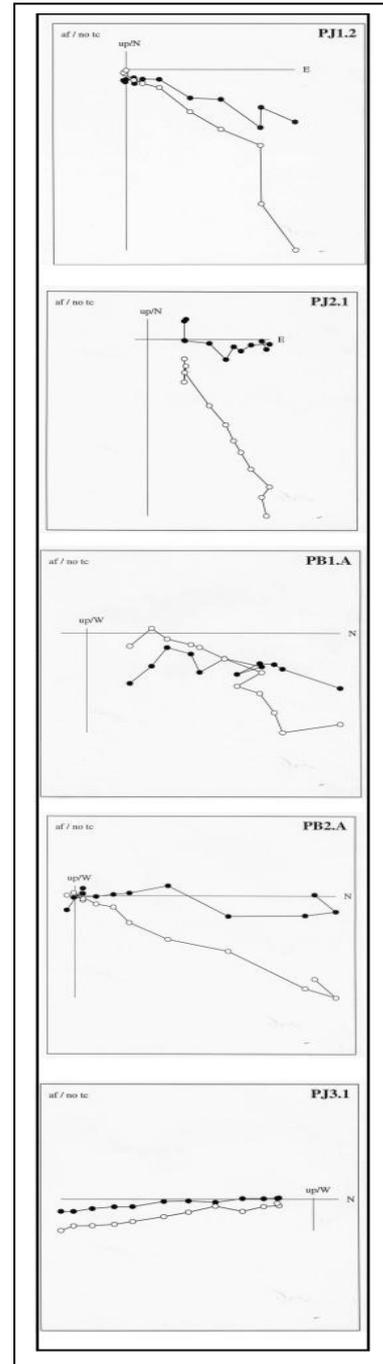


Fig. 1: Ejemplos de Diagramas de desmagnetización ortogonal de las muestras correspondientes a las unidades JP6 (PJ12 y PJ21), JP5 (PB1 y PB2) y JP3 (PJ3) en la T12 del Guadalquivir en "Jarillas". Los puntos rellenos corresponden a la proyección horizontal (declinación) y los vacíos a la vertical (inclinación), del remanente magnético obtenido en el proceso de desmagnetización de cada espécimen.

Por su parte el techo de la unidad JP5, donde se ubican PB1 y PB2, pasa a tener nuevamente polaridad normal de componente N-NEE y N respectivamente, si bien su inclinación permanece débil (19° y 28°). Cuatro metros más abajo, el techo arcillo-limoso de la unidad JP3, vuelve a registrar una inversión clara de la declinación respecto a la actual, con componentes entre S-SSE y S-SSW, para paleoinclinaciones ecuatoriales (Fig.1). Por último las muestras tomadas en PJ2 (PIN11 Y PIN12), presentan componentes normales de campo con paleodeclinaciones entre N y NW-NNW para inclinaciones superiores a la actual.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La terraza T12 en "Las Jarillas" a +26-29 m, supone el último nivel del Complejo de terrazas Medias del Guadalquivir en el sector Sevilla integrado por tres extensos y potentes niveles solapados entre las topografías de +55 a +26 m. Estratigráficamente, esta última terraza, muestra una secuencia compleja donde se repiten los pavimentos de barras basales formados por gravas masivas (Gms), separados a techo, erosivamente por barras de gravas y lechos de arenas como corresponde a una acentuación de los procesos migratorios de los cauces que terminan en llanuras de inundación muy desmanteladas (Fig.2). Esta situación se repite al menos dos veces, lo que manifiesta un solapamiento de un nuevo ciclo de aluvionamiento para, tras él y con episodios palustres carbonatados, culminar en un potente nivel limo-arcilloso que lo mismo bisela perfiles de suelos

fersialíticos, que a su vez se presenta afectado por una edafogénesis posterior.

Partiendo de la cronología 80.000 B.P. relativa a la base carbonatada de la unidad superior (JP7) de Las Jarillas, la magnetoestratigrafía obtenida a partir de los niveles susceptibles de ser analizados, revela la existencia de una irregularidad en los datos de declinación e inclinación magnética asociados a las muestras PJ11, PJ12, PJU1, PJ21 y PJ22, dentro de la época normal Brunhes, lo que de confirmarse con futuras dataciones y muestreos paleomagnéticos, y con las debidas cautelas por el reducido número de muestras, podría suponer la existencia de un evento geomagnético inverso que por proximidad a la fecha de partida, sólo cabe correlacionar con el evento Blake (117.000-120.000 B.P.). La presencia, 4 m más abajo, de una nueva anomalía registrada en las muestras PJ31 y PJ32, (Fig.2), correspondientes al techo del primer aluvionamiento, abre una doble posibilidad en la interpretación de esta secuencia. A saber: o corresponde al mismo momento cronológico (unos 3.000 años), hecho poco probable si nos atenemos a la potencia y extensión del mismo a lo largo de la terraza; o dado que las inclinaciones son de transición, podría correlacionarse con la proximidad de un nuevo evento paleomagnético de signo negativo que, considerando al más próximo, estaría ubicado en torno a 187.000-195.000 B.P.

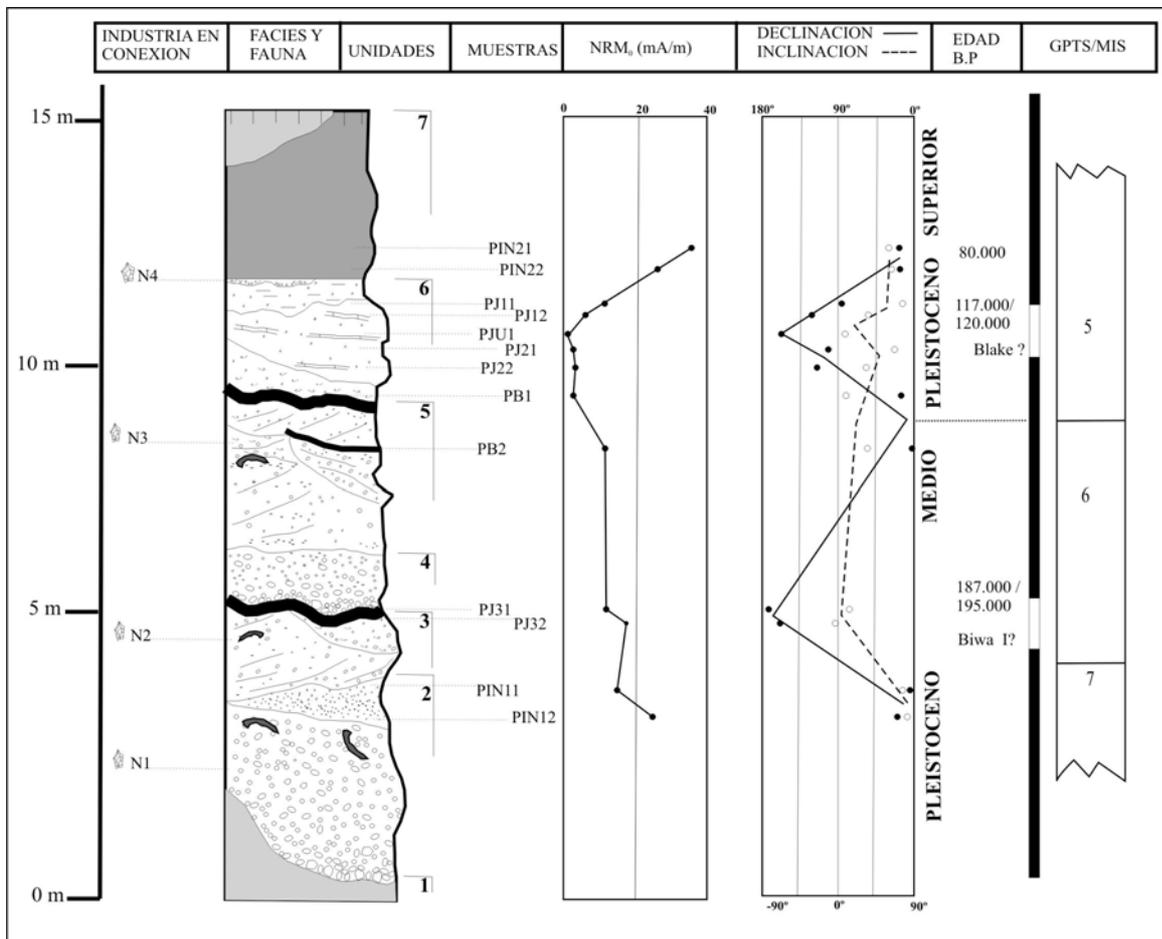


Fig. 2: Modelo de aluvionamiento de la terraza de "Jarillas" (T12) con aproximación a su magnetoestratigrafía.

La primera opción, supondría llevar todo el segundo y tercer cuerpo del aluvionamiento (unidades 4, 5, 6 y 7) e incluso el techo del primero al interglaciario Eemense (MIS 5) con tasas de sedimentación muy notables (terrazza de 6 Km de anchura media por unos 30 Km de longitud) aunque no descartables en el actual estado de conocimiento de estos medios, con presencia de *Elephas* durante el final del MIS 6 y todo el interglaciario. La otra posibilidad, consistiría en asignar a la base, cronologías próximas a los 200.000 B.P, para el techo del primer aluvionamiento, lo que remitiría el desmantelamiento y erosión parcial de la primitiva terraza al comienzo del MIS 6, correspondiendo la posterior acumulación de las unidades JP4 y JP5 al final del Pleistoceno Medio y transición al Superior. En este caso, la estratigrafía de la terraza representaría tanto el Pleistoceno Medio en la fase de incisión sobre las margas y de agradación de su primer aluvionamiento, como el Pleistoceno Superior a partir del final del segundo aluvionamiento, incluyendo las facies de arenas y palustres carbonatadas de su techo. La presencia de *Elephas Antiquus*, de este modo perduraría entonces, independientemente del estadio isotópico en el que nos encontrásemos. Por su parte la industria lítica, muestra una tendencia a la desaparición del macrouillaje a medida que nos desplazamos desde las unidades inferiores (JP2 y JP3), con un tecnocomplejo claramente achelense; para dar paso a las lascas simples y al grupo Paleolítico Superior, en el cuerpo central (JP5) y a techo (JP6) respectivamente.

Agradecimientos: Contribución al Proyecto 68/83, SI-005/10 Ayuntamiento de La Rinconada (Sevilla), al G.I. HUM-697 "Geografía Física Aplicada y Patrimonio" y al Prof. F. Díaz del Olmo.

Referencias bibliográficas

- Aguirre, E.; Lhénaff, R.; Zazo, C. (1973). Nuevos fósiles de elefantes en Andalucía. *Estudios Geológicos*, 29, 295-306.
- 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. + cart. (inédita)
- Baena, R. y Díaz del Olmo, F. (1994). Cuaternario aluvial de la Depresión del Guadalquivir: episodios geomorfológicos y cronología paleomagnética. *Geogaceta*, 15, 3-5, 109-111.
- Baena, R. y Díaz del Olmo, F. (1997). Interpretación de la secuencia general del Guadalquivir (Valle Medio y Bajo):

terrazas fluviales y Paleolítico. *Cuaternario Ibérico*, AEQUA, 273-282.

- Baena, R.; Fernández, J.J. y Guerrero, I. (2005). Secuencia paleomagnética y paleolítica del Cuaternario aluvial del Bajo Guadalquivir: actualización y nuevos resultados. *Cuaternario mediterráneo y poblamiento de homínidos*, Gibraltar, 35-37.
- Calderón, S. (1987). Nota sobre la existencia de *Elephas Antiquus* en Andalucía. *Acta de la Sociedad Española de Historia Natural*. XVI.
- Caro Gómez, J.A. (1999). Yacimientos e industrias Achelenses en las terrazas fluviales de la Depresión del Bajo Guadalquivir (Andalucía, España). Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 925 pp.
- Clemente, L.; Menanteau, L.; Figueroa, E. (1977) : Intento de cronología del segundo nivel de terraza del Guadalquivir en los alrededores de Sevilla, en relación con los restos fósiles de *Elephas* hallados en su borde. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*. 6, 49-55.
- Díaz del Olmo, F.; Vallespí, E.; Alvarez, G. (1986). Formations superficielles détritiques et séquence paléolithique du Bas Guadalquivir. *Méditerranée*, 3, 61-65.
- Díaz del Olmo, F.; Vallespí, E.; Baena, R.; Recio, J.M. (1989). Terrazas pleistocenas del Guadalquivir occidental: geomorfología, suelos, paleosuelos y secuencia cultural. *El Cuaternario en Andalucía Occidental*. AEQUA Monografías 1, 33-42.
- Díaz del Olmo, F.; Vallespí, E.; Baena (1993). Cuaternario y secuencia Paleolítica en las terrazas del bajo y medio Guadalquivir: aluvionamientos, coluviones, suelos y paleosuelos. *Investigaciones arqueológicas en Andalucía 1985-1992*, Huelva, 193-210.
- Drain, M.; Lhénaff, R.; Vanney, J.R. (1971). *Le bas Guadalquivir. Introduction géographique: le milieu physique*. Publi. De la Casa de Velázquez, Ed. Boccard, Paris, 125 pp.
- Kodama, K. P. & Sun, P.P. (1992). Magnetic anisotropy as a correlation for compactation-caused paleomagnetic inclination shallowing. *Geophysical Journal International*. 111(3), 465-469.
- Martínez Navarro, B.; Palmqvist, P.; Arribas, A.; Turf, A.; Agustí, J. Oms, O. (1997). Síntesis de las investigaciones paleontológicas y arqueológicas en el Plio-Pleistoceno de la región de Orce. *Cuaternario Ibérico*, AEQUA, 261-272.
- Miall, A.D. (1978). Litofacies types and vertical profile models in braided rivers: a summary. In A. D. Miall ed. *Fluvial Sedimentology*. Can. Soc. Petrol. Geol. Mem. 5, 597-604.
- Parés, J. M. & Pérez-Gonzalez, A. (1995). Paleomagnetic Age for Hominid Fossil at Atapuerca Archaeological Site, Spain. *Science*, 269, 830-832.
- Tauxe, L. & Kent D.V. (1984). Properties of detrital remanence carried by haematite from study of modern river deposits and laboratory redeposition experiments. *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 77, 543-561.