

Encuadre estratigráfico de los más significativos yacimientos de macromamíferos continentales localizados en el marco del Proyecto Fonelas (límite Plioceno-Pleistoceno, Cuenca de Guadix, Granada, España)

S. Pla

Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas 23. 28003 Madrid
Dpto. de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. Av. Fuentenueva s/n. 18071 Granada
E-mail: s.pla@igme.es

RESUMEN

En los sedimentos continentales del sector occidental de la Cuenca de Guadix (Cordillera Bética) se han localizado un conjunto de yacimientos de macromamíferos con edades próximas al límite Plioceno-Pleistoceno. En este trabajo se resumen las actividades realizadas en el marco de una Tesis doctoral, iniciada en el año 2005, relacionadas con la caracterización estratigráfica de los yacimientos más importantes. Asimismo, se hace referencia al estudio paleoicnológico preliminar de una paleosuperficie fluvial asociada al yacimiento más destacable, denominado Fonelas P-1.

Palabras clave: correlación estratigráfica, Cuenca de Guadix, España, Fonelas P-1, macromamíferos

Stratigraphical setting of the major continental macromammal sites located in the framework of the Fonelas Project (Pliocene-Pleistocene boundary, Guadix Basin, Granada, Spain)

ABSTRACT

The continental sediments occupying the western sector of the Guadix Basin (Betic Cordillera) host a set of macromammal sites dating from close to the Pliocene-Pleistocene boundary. This paper synthesizes the activities developed so far in the framework of a PhD thesis started in 2005, related to the stratigraphic characterization of the most important sites. Likewise, there is a reference to a preliminary paleoicnologic study focused on a fluvial palaeosurface associated to the most outstanding site, called Fonelas P-1.

Key words: Fonelas P-1, Guadix basin, macromammals, Spain, stratigraphic correlation

Introducción y antecedentes

La Depresión de Guadix es una de las cuencas neógenas más extensas de la Cordillera Bética (Fig. 1), y se encuentra situada en el sector central de la misma, fosilizando el contacto entre las Zonas Internas (Bloque de Alborán) y las Zonas Externas (Paleomargen Sudibérico) (Vera, 1970; Viseras *et al.*, 2004b, 2005).

En la evolución de la Cuenca de Guadix se han

diferenciado dos grandes etapas relativas a la sedimentación, una marina (Mioceno inf.-Tortonense sup.) y otra continental (Tortonense sup.-Pleistoceno sup.) (Viseras *et al.*, 2004a; Viseras *et al.*, 2005).

Aunque existen citas muy antiguas sobre la geología de la Cuenca de Guadix (Silvertop, 1836; Von Drasche, 1879, entre otras), no es hasta 1970 cuando Vera establece las pautas generales de la división litoestratigráfica de la cuenca, proponiendo la división de su relleno continental en dos sectores. En el sector

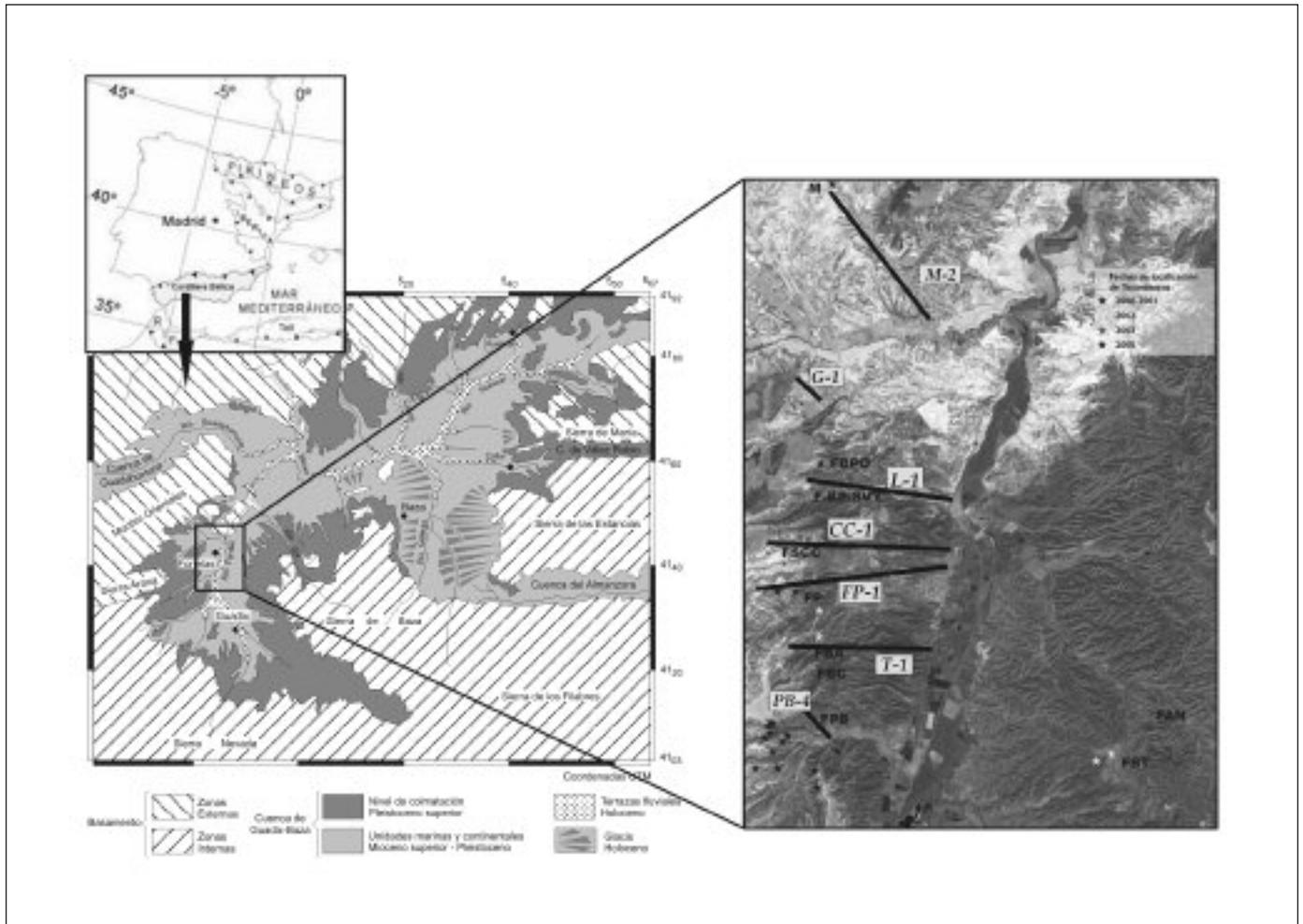


Fig. 1. Situación geográfica y geológica de la Cuenca de Guadix, y detalle de la zona de investigación, mostrando dónde se ha levantado cada perfil estratigráfico (tomada de Pla *et al.*, 2006)
 Fig. 1. Geographical and geological setting of the Guadix Basin, and a detail of the study area, showing where each stratigraphic profile has been measured (after Pla *et al.*, 2006)

occidental, Vera (1970) define la Formación Guadix, constituida por materiales detríticos de origen aluvial, y la Formación Gorafe-Huélago, formada por calizas lacustres, arenas, y localmente lignitos. En el sector oriental, fundamentalmente lacustre, el mismo autor define las formaciones Baza, y Serón-Caniles, indicando que la Formación Guadix ocupa también la parte septentrional de este sector. Desde entonces otra serie de autores han abordado distintos aspectos de la estratigrafía y de la sedimentología del relleno continental de la cuenca (Peña, 1979; Alonso Diago, 1989, 1990; Alberdi y Bonadonna, 1989; Fernández *et al.*, 1993, 1996a, 1996b; Viseras y Fernández, 1988, 1995, entre otros muchos).

Viseras (1991) establece en su Tesis doctoral la división del relleno continental del sector occidental de la cuenca en tres Unidades Tectosedimentarias, si

bien mantiene, con modificaciones, la litoestratigrafía propuesta por Vera (1970). Viseras (*op cit*) propone un esquema paleogeográfico según el cual el sector oriental estaría ocupado por un gran lago somero, mientras que en el sector occidental se podría diferenciar un sistema fluvial principal o Sistema Axial (SA) que drenaría hacia el lago del sector oriental, y que estaría alimentado transversalmente por otros dos sistemas, formados éstos por abanicos aluviales con sus áreas fuente en los relieves circundantes. El Sistema Transversal Interno (STI) tendría su área fuente en las Zonas Internas de la Cordillera Bética, mientras que el Sistema Transversal Externo (STE) recibiría aportes de los relieves de las Zonas Externas.

Con este trabajo (Viseras, 1991) se sientan las bases para los posteriores estudios del relleno conti-

mental en el sector occidental de la cuenca, proporcionando un modelo sedimentario y paleogeográfico para la Cuenca de Guadix durante el Plioceno y Pleistoceno que sigue utilizándose como un marco general en el que encajan perfectamente muchos trabajos recientes (Viseras *et al.*, 2004a, 2004b, 2005, 2006; Pla, 2006).

El relleno continental de la Cuenca de Guadix alberga un conjunto de importantes yacimientos de mamíferos, con edades comprendidas entre el Plioceno superior y el Pleistoceno medio. En el sector oriental se han localizado gran parte de los yacimientos importantes de macromamíferos del Pleistoceno estudiados hasta la fecha, como son Venta Micena-2-3, Fuente Nueva-3, Barranco León-5, Huéscar-1 y Cúllar de Baza-1 (Agustí *et al.*, 1987; Alberdi *et al.*, 1989; Turq *et al.*, 1996). Sin embargo, en el sector occidental tan sólo se conocían hasta el año 2001 dos yacimientos importantes de macrovertebrados, La Solana del Zamborino y Huélago-carretera (Martín Penela, 1987; Alberdi y Bonadona, 1989). Desde el año 2001 se han localizado en el marco del Proyecto Fonelas un gran número de yacimientos de macromamíferos (Arribas *et al.*, 2001, 2004; Fonelas Project: <http://www.igme.es/internet/museo/investigacion/paleontologia/fonelas/index.htm>). Entre ellos se encuentra el yacimiento de Fonelas P-1, hasta el momento el más destacado, tanto por la abundancia de restos óseos de grandes mamíferos hallados en él, como por el excepcional estado de conservación de los mismos, su cronología, y la elevada diversidad específica representada (Arribas *et al.*, 2004; Garrido, 2006). A raíz de estos hallazgos se está realizando una Tesis doctoral, iniciada en el año 2005, que tiene como objeto esclarecer la relación espacio-temporal entre los yacimientos más significativos localizados en el marco del Proyecto Fonelas, dedicando una especial atención a la caracterización estratigráfica y tafonómica del yacimiento de Fonelas P-1. Las investigaciones referidas a la estratigrafía de detalle de dicho yacimiento y a su interpretación genética se encuentran en una fase muy avanzada (Viseras *et al.*, 2006).

Entorno geológico de los yacimientos

Como se ha mencionado anteriormente, el sector occidental de la Cuenca de Guadix estuvo caracterizado desde el Turoliense y durante el Plioceno y el Pleistoceno por la presencia de abanicos aluviales y llanuras fluviales, y en él aparecen los numerosos yacimientos paleontológicos que han sido localizados en el marco del Proyecto Fonelas (Fig. 1). El yaci-

miento de Fonelas P-1, el de mayor interés, presenta un conjunto de concentraciones fosilíferas que se encuentran situadas en varios puntos a lo largo de un cinturón de meandro abandonado. Dicho meandro formaba parte de un canal de alta sinuosidad, que transcurría en ese punto hacia el NNE y se desplazaba lateralmente hacia el ENE (Viseras *et al.*, 2003; Viseras *et al.*, 2004a).

Investigación en curso y metodología

En el marco de esta Tesis doctoral se han llevado a cabo hasta la fecha dos tipos de actividades diferentes. Por una parte, se han realizado una serie de trabajos de campo con objeto de levantar columnas estratigráficas a escala 1:100 en la vertical de los yacimientos más destacados (FPB-4, FP-1, FSCC-1, FSCC-2 y M-2) (Fig. 1). Por otra parte, se ha desarrollado un estudio preliminar del registro paleoicnológico presente en una paleosuperficie fluvial asociada al yacimiento FP-1 (Pla *et al.*, 2005).

A) Estudios de carácter estratigráfico

El área en la cual se han centrado los estudios realizados hasta la fecha limita al Sur con la población de Benalúa de Guadix, al Oeste llega hasta la población de Belerda, al Este está limitada por la margen izquierda del Río Fardes, y al Norte colinda con un alto topográfico mesozoico denominado Cerro Mencal (Fig. 1).

Como actividad base para obtener un esquema estratigráfico de este sector de la cuenca, se ha elaborado un panel de correlación provisional a partir de las columnas estratigráficas levantadas hasta la fecha (Fig. 2). En las sucesiones que conforman dicho panel se distinguen perfectamente los materiales pertenecientes a cada uno de los tres sistemas planteados en el modelo paleogeográfico de Viseras (1991). El objetivo esencial de este estudio consiste en situar de forma precisa cada yacimiento de vertebrados en la columna correspondiente, y al mismo tiempo establecer la correlación litoestratigráfica entre dichas sucesiones, para poder relacionar en el tiempo unos yacimientos paleontológicos con otros.

En el panel de correlación que se presenta en la figura 2 aparecen situadas de izquierda a derecha (aproximadamente de Sur a Norte) las columnas en las que aparecen los yacimientos (columnas PB-4, FP-1, CC-1 y M-2), así como otras accesorias intermedias levantadas para una correlación más precisa (columnas T-1, L-1 y G-1).

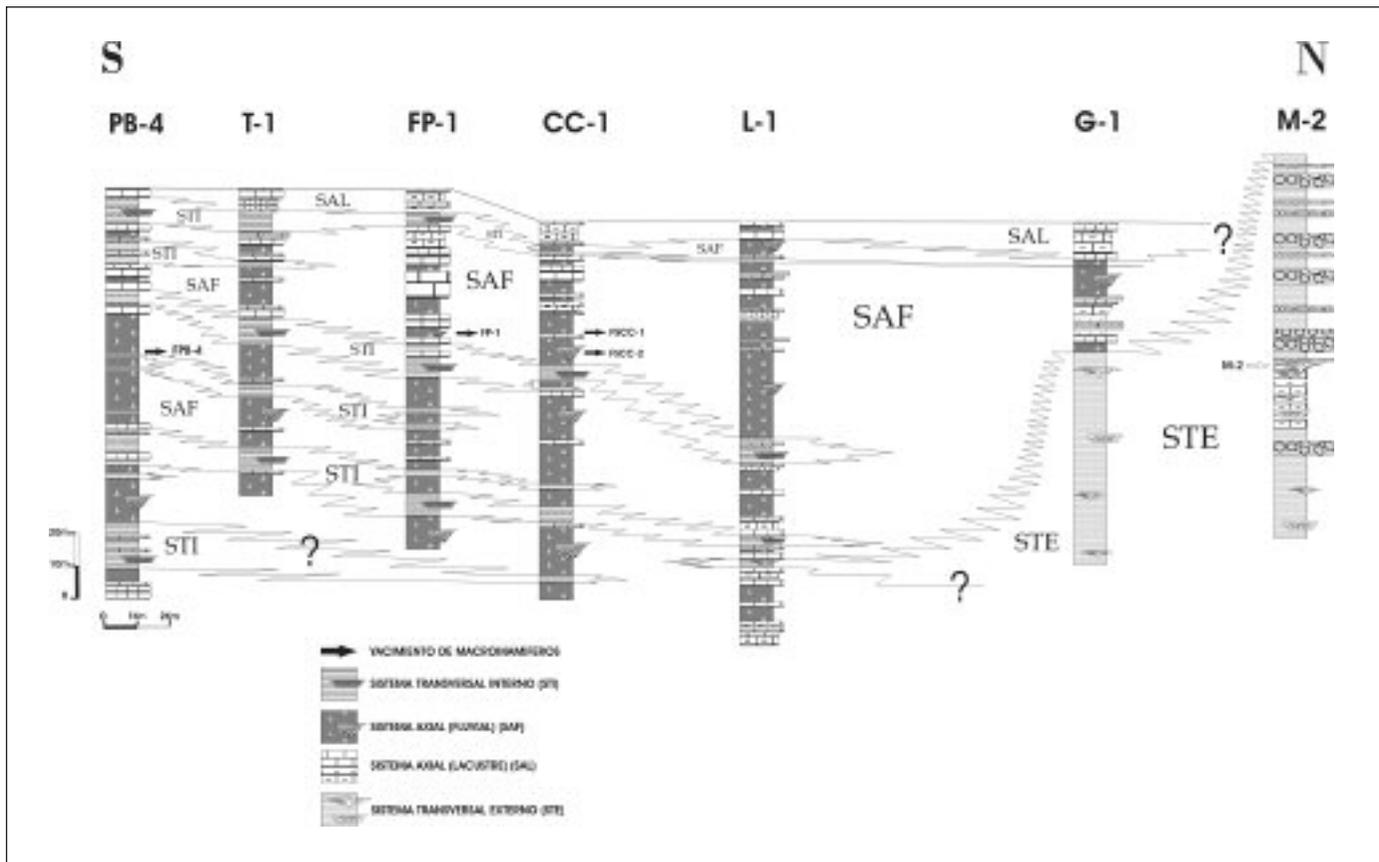


Fig. 2. Esquema preliminar de correlación estratigráfica de la zona de la Cuenca de Guadix donde se localizan los yacimientos de grandes mamíferos hallados en el marco del Proyecto Fonelas

Fig. 2. Preliminary stratigraphic correlation scheme of the Guadix Basin zone where the large-mammal sites found in the framework of the Fonelas Project are located

Las sucesiones levantadas más al Sur son PB-4, en la que aparece el yacimiento FPB-4, y T-1. Ambas presentan materiales fluviales de forma mayoritaria en su parte inferior y media (Fig. 2), mientras que en su parte superior existe un predominio de facies pertenecientes al denominado Sistema Transversal Interno (STI) (Viseras, 1991). Los sedimentos correspondientes a este sistema muestran una litología característica formada por materiales metamórficos y dolomías, procedentes del desmantelamiento de las Zonas Internas de la cordillera. El STI presenta en este área niveles de arenas y lutitas rojizas correspondientes a facies distales de abanicos aluviales, entre los que se intercalan diversos cuerpos conglomeráticos.

Hacia el Norte se observa cómo en la columna levantada en la vertical del yacimiento FP-1 hay una tendencia al predominio de las facies fluviales del Sistema Axial (SA) (Fig. 2) (Viseras, 1991). Estos materiales representan los depósitos de una llanura de inundación, y los detritos son generalmente de naturaleza metamórfica, pero al contrario que los

materiales del STI, no presentan dolomías en su composición. Granulométricamente consisten en arenas y lutitas masivas o finamente laminadas, de color gris-marrón, que frecuentemente presentan huellas de raíces y bioturbación, y suelen estar afectadas por procesos de oxidación-reducción. Dentro de estos materiales es frecuente la aparición de cuerpos sedimentarios atribuibles a canales aislados meandriformes, así como de niveles discontinuos de carbonatos que representan zonas de la llanura de inundación que permanecieron encharcadas durante un cierto período de tiempo. Estos rasgos estratigráficos se mantienen también en la sucesión CC-1, en la que se sitúan los yacimientos FSCC-1 y FSCC-2.

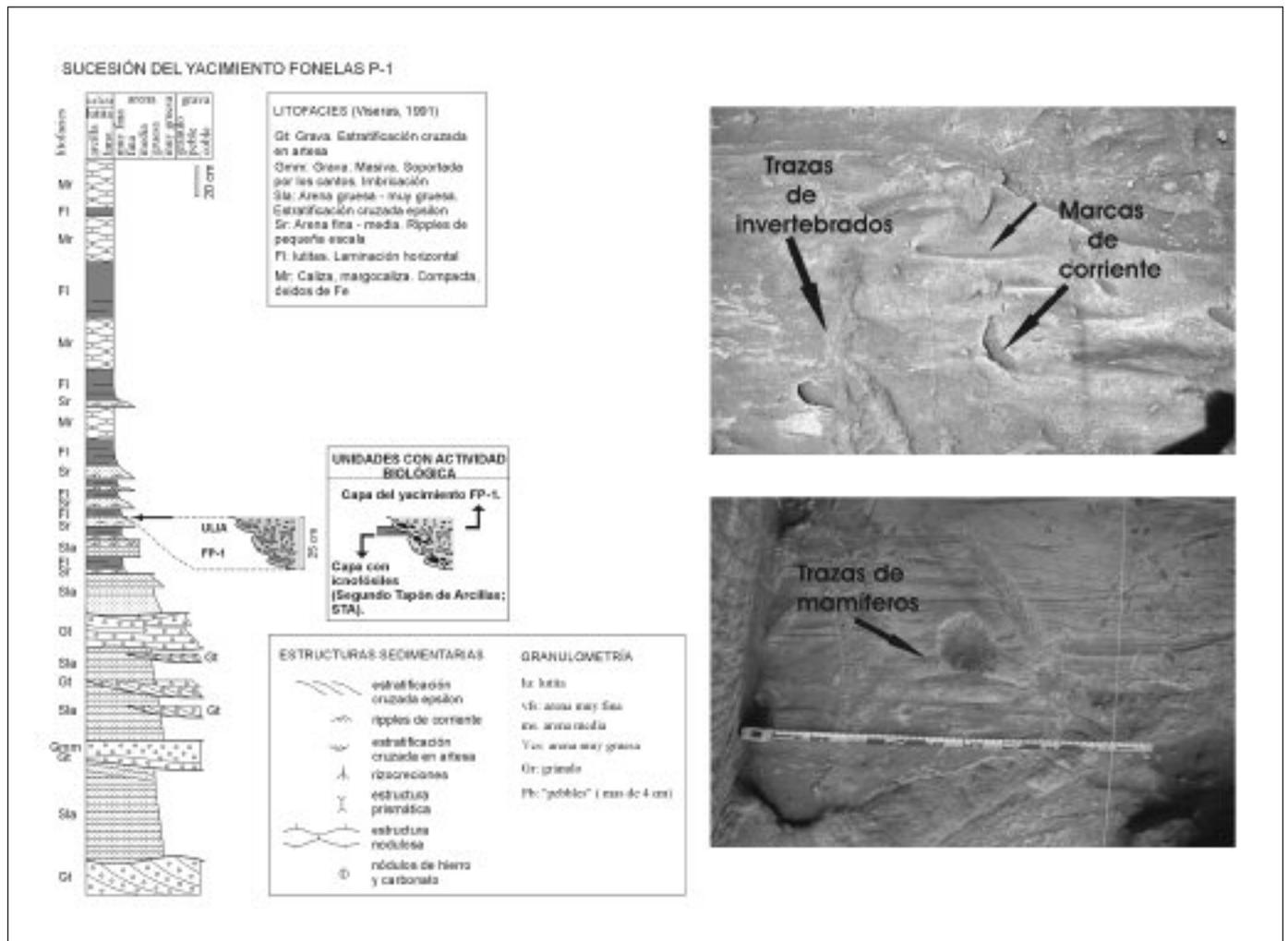
La columna L-1 presenta, al igual que FP-1 y CC-1, un predominio de materiales del SA, pero tiene la particularidad de que en ella aparece ya una intercalación del Sistema Transversal Externo (STE) (Viseras, 1991), a cuyas facies, fundamentalmente formadas por detritos carbonatados y silíceos procedentes de las Zonas Externas, cambia lateralmente el SA al des-

plazarnos más al Norte (Fig. 2). Este cambio que se anuncia en L-1 se aprecia ya de forma clara en G-1, columna en la que este sistema ocupa los dos tercios inferiores. En la sucesión M-2, en la que se encuentra el yacimiento arqueológico M-2, el STE constituye la totalidad de las facies presentes. La mayoría de los sedimentos del STE presentes en las columnas corresponden a lutitas y margas de colores asalmonados, que representan una llanura de inundación lutítico-margosa con alternancia subaérea-subacuosa. Dentro de los paquetes lutíticos y margosos se intercalan una serie de cuerpos conglomeráticos con morfologías diversas (Viseras, 1991), entre los que destacan cuerpos tabulares correspondientes a pequeños deltas y canales en V con alas de desbordamiento.

B) Estudios de carácter paleontológico

En la sucesión del yacimiento Fonelas P-1 aparecen dos unidades con evidencia de actividad biológica (Fonelas Project: <http://www.igme.es/internet/museo/investigacion/paleontologia/fonelas/index.htm>). La primera unidad contiene la asociación fosilífera que constituye el yacimiento de grandes mamíferos de Fonelas P-1 (Fig. 3 A). La segunda unidad, un tapón de arcillas situado estratigráficamente por debajo del yacimiento (Fig. 3), consiste en una paleosuperficie fluvial que presenta una serie de marcas, tanto de origen orgánico como inorgánico, de las que ya se ha realizado un análisis preliminar (Pla *et al.*, 2005).

En este estudio se ha constatado la existencia de dos conjuntos de marcas superpuestas en el tapón de



arcillas (Fig. 3B). Dentro del primer conjunto, que comprende aquellas marcas generadas en sustrato blando bajo lámina de agua, se distinguen las marcas inorgánicas y las trazas orgánicas. Las estructuras inorgánicas se atribuyen a marcas de corriente sobre un sustrato blando arcilloso, esencialmente de tipo *flute y groove marks*, entre otras. Las trazas orgánicas aparecen superpuestas a las marcas de flujo, y se atribuyen a huellas de tránsito de grandes vertebrados. Dentro del segundo conjunto de marcas, generadas en un sustrato en proceso de litificación, cuando sobre el tapón de arcillas se depositó una capa de arenas, aparecen icnitas con morfologías muy variadas. Pertenecen presumiblemente a una paleoicnocoenosis de invertebrados dulceacuícolas, caracterizada por el desarrollo de estructuras de locomoción, alimentación y/o habitación en la interfase arena-arcilla.

Conclusiones

De los estudios estratigráficos realizados hasta la fecha, como se observa en el esquema (Fig. 2), se puede concluir que los yacimientos FPB-4, FP-1, FSCC-1 y FSCC-2 se encuentran dentro de los materiales del denominado Sistema Axial (SA). Los yacimientos FPB-4 y FSCC-2 se localizan estratigráficamente por debajo de FP-1 y de FSCC-1, lo que confirma que su antigüedad es mayor, cuestión ya planteada por los datos bioestratigráficos (Arribas *et al.*, 2004). El yacimiento Mencil-2 aparece sin embargo en facies del llamado Sistema Transversal Externo (STE), y según se deduce de los datos de campo obtenidos hasta la fecha reflejados en el esquema (Fig. 2), estaría situado estratigráficamente algo más bajo que el conjunto de los yacimientos localizados en el SA.

El conjunto de procesos identificados en la paleosuperficie fluvial, y que dan como resultado las marcas orgánicas e inorgánicas, es inmediatamente anterior en el tiempo a la formación de la capa paleontológica que constituye el yacimiento de grandes mamíferos de Fonelas P-1. Un estudio más detallado de la paleoicnología de los tapones de arcilla que aparecen asociados a él permitirá, por tanto, una mejor comprensión futura de los cambios paleoambientales locales anteriores y posteriores al yacimiento, aportando información sobre los procesos y agentes sedimentológicos y paleobiológicos que han contribuido a ellos.

Agradecimientos

Las investigaciones desarrolladas en el marco del

Proyecto Fonelas son financiadas por los proyectos del IGME 2001-016 y 2005-009, y por el Proyecto General de Investigación de la Dirección General de Bienes Culturales de la Junta de Andalucía. Este trabajo también forma parte de los resultados del Proyecto CGL2005-06224/BTE y del Grupo de Investigación RNM 163 de la Junta de Andalucía.

Referencias

- Agustí, J., Moyà-Solà, S. y Pons-Moyà, J. 1987. La sucesión de mamíferos en el Pleistoceno inferior de Europa: proposición de una nueva escala bioestratigráfica. *Paleontología i Evolució, Mem. esp.*, 1, 287-295.
- Alberdi, M.T. y Bonadonna, F.P. 1989. Geología y Paleontología de la Cuenca de Guadix-Baza. *Trabajos Neógeno-Cuaternario*, 11.
- Alberdi, M.T., Alonso, M.A., Cerdeño, E. y Ruiz-Bustos, A. 1989. Investigaciones paleontológicas realizadas en la cuenca de Guadix-Baza, entre 1983 y 1987. En: Alberdi, M.T. y Bonadonna, F.P. (eds.), Geología y paleontología de la Cuenca de Guadix-Baza. *Trabajos Neógeno-Cuaternario*, 11, 13-50.
- Alonso Diago, M.A. 1989. La sedimentación continental plio-pleistocena en la zona occidental en la Depresión de Guadix-Baza. Evolución geodinámica del área. *Trabajos Neógeno-Cuaternario*, 11, 53-78.
- Alonso Diago, M.A. 1990. *El Plio-Pleistoceno de la Cuenca de Guadix-Baza (Zona occidental y área de Cúllar de Baza): estratigrafía, sedimentología y evolución paleogeográfica, tafonomía de yacimientos de vertebrados*. Tesis Doctoral (inédita), Universidad de Salamanca, 561pp.
- Arribas, A., Riquelme, J.A., Palmqvist, P., Garrido, G., Hernández, R., Laplana, C., Soria, J., Viseras, C., Durán, J.J., Gumiel, P., Robles, F., López-Martínez, J. y Carrión, J. 2001. Un nuevo yacimiento de grandes mamíferos villafranquienses en la Cuenca de Guadix (Granada): Fonelas P-1, primer registro de una fauna próxima al límite Plio-Pleistoceno en la Península Ibérica. *Boletín Geológico y Minero*, 112 (4), 3-34.
- Arribas, A., Baeza, E., Bermúdez, D., Blanco, S., Durán, J.J., Garrido, G., Gumiel, J.C., Hernández, R., Soria, J.M. y Viseras, C. 2004. Nuevos registros paleontológicos de grandes mamíferos en la Cuenca de Guadix-Baza (Granada): aportaciones del Proyecto Fonelas al conocimiento sobre las faunas continentales del Plioceno-Pleistoceno europeo. *Boletín Geológico y Minero*, 115 (3), 567-581.
- Fernández, J., Bluck, B.J. y Viseras, C. 1993. The effects of fluctuating base level on the structure of alluvial fan and associated fan delta deposits: an example from the Tertiary of the Betic Cordillera, Spain. *Sedimentology*, 40, 879-893.
- Fernández, J., Soria, J.M. y Viseras, C. (1996a): Stratigraphic architecture of the Neogene basins in the central sector of the Betic Cordillera (Spain): tectonic control and base level changes. En: Friend, P.F. y Dabrio,

- C.J. (eds.), *Tertiary Basins of Spain: the Stratigraphic Record of Crustal Kinematics*, Cambridge University Press, Cambridge, 353-365.
- Fernández, J., Viseras, C. y Soria, J.M. (1996b): Pliocene - Pleistocene continental infilling of the Granada and Guadix basins (Betic Cordillera, Spain): The influence of allocyclic and autocyclic processes on the resultant stratigraphic organization. En: Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (eds.), *Tertiary Basins of Spain: the Stratigraphic Record of Crustal Kinematics*, Cambridge University Press, Cambridge, 366-371.
- Fonelas Project: <http://www.igme.es/internet/museo/investigacion/paleontologia/fonelas/index.htm>
- Garrido, G. 2006. *Paleontología sistemática de grandes mamíferos del yacimiento del Villafranquiense superior de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix, Granada)*. Tesis Doctoral (inédita), Universidad Complutense de Madrid, 726 pp.
- Martín Penela, A. 1987. Paleontología de los grandes mamíferos del yacimiento achelense de la Solana del Zamborino (Fonelas, Granada). Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 268 pp. Publicada en *Antropología y Paleoecología humana*, 5, 29-188.
- Peña, J.A. 1979. La Depresión de Guadix-Baza. Estratigrafía del Plio-Pleistoceno. Tesis Doctoral (inédita), Universidad de Granada, 160 pp.
- Pla, S., Arribas, A., Viseras, C. y Soria, J.M. 2005. Trazas orgánicas e inorgánicas en una paleosuperficie fluvial asociada a un yacimiento de grandes mamíferos del Plio-Pleistoceno (Fonelas P-1, Cuenca de Guadix-Baza, Cordillera Bética). *Geo-Temas*, 8, 85-88.
- Pla, S., Viseras, C., Arribas, A. y Soria, J.M. 2006. Un esquema estratigráfico preliminar para los yacimientos de macrovertebrados del sector occidental de la Cuenca de Guadix-Baza (Cordillera Bética). *Geo-Temas*, 9 (en prensa).
- Silvertop, C. 1836. Geological sketch of the tertiary formation in the provinces of Granada and Murcia, Spain. *Longman ress. Edt.* Londres.
- Turq, A., Martínez Navarro, B., Palmqvist, P., Arribas, A., Agustí, J. y Rodríguez Vidal, J. 1996. Le Plio-Pleistocene de la région d'Orce, province de Grenade, Espagne: bilan et perspectives de recherches. *Paléo*, 8, 161-204.
- Vera, J.A. 1970. Estudio estratigráfico de la Depresión Guadix-Baza. *Boletín Geológico y Minero*, LXXXI-V, 429-462.
- Viseras, C. y Fernández, J. 1988. Las brechas del Río Gor: una nueva formación en el Neógeno de la Cuenca de Guadix. *II Congreso Geol. España*, Resúmenes 1, 221-224.
- Viseras, C. y Fernández, J. 1995. The role of erosion and deposition in the construction of alluvial fan sequences in the Guadix Formation (SE Spain). *Geologie en Mijnbouw*, 74, 21-33.
- Viseras, C. 1991. *Estratigrafía y sedimentología del relleno continental de la Cuenca de Guadix (Cordillera Bética)*. Tesis Doctoral (inédita), Universidad de Granada, 327 pp.
- Viseras, C., Soria, J.M., Durán, J.J. y Arribas, A. 2003. Contexto geológico y sedimentario del yacimiento de grandes mamíferos Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix, Cordillera Bética). *Geo-Temas*, 5, 247-250.
- Viseras, C., Soria, J.M., Durán, J.J. y Arribas, A. 2004a. Condicionantes geológicos para la génesis de un yacimiento de grandes mamíferos: Fonelas P-1 (límite Plioceno-Pleistoceno, Cuenca de Guadix-Baza, Cordillera Bética). *Boletín Geológico y Minero*, 115 (3), 551-566.
- Viseras, C., Soria, J.M. y Fernández, J. 2004b. Cuencas neógenas postorogénicas de la Cordillera Bética. En: Vera, J.A. (ed.), *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, 576-581.
- Viseras, C., Soria, J.M., Durán, J.J., Pla, S., Garrido, G., García-García, F. y Arribas, A. 2006. A large-mammal site in a meandering fluvial context (Fonelas P-1, Late Pliocene, Guadix Basin, Spain). Sedimentological keys for its paleoenvironmental reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (en prensa).
- Viseras, C., Soria, J.M., Fernández, J. y García García, F. 2005. The Neogene-Quaternary Basins of the Betic Cordillera: an overview. *Geophysical Research Abstracts*, 7, 11123-11127.
- Von Drasche, R. 1879. Geologische skizze des hochgebirge thale der Sierra Nevada. *Jahrbuch der K.K. geol. Reicherstald. Bd.*, 29, 93-122 (trad. *Bol. Com. Map. Geol.*, 6, 353-388).

Recibido: diciembre 2005

Aceptado: julio 2006