

# Facies sedimentarias de la laguna kárstica de La Parra (Cuenca) durante los últimos 1600 años cal. BP

*Depositional facies of La Parra karstic lake (Cuenca) during the last 1600 cal. years BP*

Fernando Barreiro-Lostres, Ana Moreno Caballud y Blas Valero-Garcés

Instituto Pirenaico de Ecología (IPE)-CSIC. Avda. Montañana 1005. 50059 Zaragoza.  
ferbalos@ipe.csic.es; amoreno@ipe.csic.es; blas@ipe.csic.es

## ABSTRACT

The sedimentary and geochemical analyses performed in La Parra karstic lake sediment cores (Iberian Range, Cuenca) illustrate the onset of lacustrine sedimentation about 1.600 years ago and a depositional evolution mostly controlled by fluctuations in detrital input to the lake. A total of 11 sedimentary facies were recognized, grouped in 3 lithostratigraphic units, and mainly composed by banded and massive clastic carbonates and a few fine laminated layers. Presence of coarser littoral facies during the Low Middle Age and finely laminated during the Modern Ages suggest lower lake levels during the Medieval Climate Anomaly and higher during the Little Ice Age.

**Key-words:** Holocene, sedimentary facies, geochemistry, Iberian Range, karstic lake.

## RESUMEN

El análisis sedimentario y geoquímico llevado a cabo en los sondeos del lago kárstico de La Parra (Cordillera Ibérica, Cuenca) ilustra el comienzo de la sedimentación en la cuenca hace 1.600 años y su evolución sedimentaria, que principalmente está controlada por variaciones en la descarga detrítica hacia el lago. Un total de 11 facies sedimentarias han sido descritas, agrupadas en 3 unidades litoestratigráficas, compuestas en su mayor parte por carbonatos bandeados y masivos de origen clástico y algunas capas con laminaciones. La presencia de facies litorales más gruesas durante la Baja Edad Media y facies finamente laminadas durante la Era Moderna sugieren unos niveles del lago más bajos durante la Anomalía Climática Medieval y más altos durante la Pequeña Edad del Hielo.

**Palabras clave:** Holoceno, facies sedimentarias, geoquímica, Cordillera Ibérica, lago kárstico.

Geogaceta, 50-2 (2011), 109-112.  
ISSN:2173-6545

Fecha de recepción: 14 de Febrero de 2011  
Fecha de revisión: 28 de Abril de 2011  
Fecha de aceptación: 27 de Mayo de 2011

## Introducción

Los sedimentos lacustres constituyen un excepcional archivo de la evolución ambiental y climática de una zona, incluso en periodos históricos. En la Península Ibérica existen extensas áreas carbonatadas en las que se han desarrollado numerosas lagunas de origen kárstico (e. g. Valero *et al.*, 2009). Normalmente son depresiones pequeñas y relativamente profundas, que dan lugar a morfologías en embudo que interceptan los acuíferos circundantes. Estos sistemas lacustres son altamente sensibles a los balances hídricos regionales y presentan amplias variaciones tanto en sus niveles como en la química de sus aguas y biota en respuesta a cambios climáticos (Morellón *et al.*, 2009).

En este trabajo se realiza una descripción de las facies sedimentarias de sondeos obtenidos en el lago kárstico de La Parra (provincia de Cuenca) perteneciente al sistema de Torcas de Cañada del Hoyo. La secuencia muestra cambios en la sedimentación que

muestran la interrelación entre variabilidad climática e impacto humano durante los últimos 1600 años cal. BP.

## Área de estudio

La laguna de La Parra (UTM30 596745, 4426442; 1000 m s.n.m.) se sitúa en la Serranía de Cuenca, rama occidental de la Cordillera Ibérica (Fig. 1A), formando parte de un sistema kárstico de siete lagunas próximas entre sí, de morfología y sustrato similar (Fig. 1B). El lago en cuestión se ha desarrollado en una dolina ubicada en calizas y dolomías del Cretácico Superior, distribuidas en paquetes potentes de hasta 2 m, las cuales se superponen sub-horizontalmente sobre un nivel de margas verdes del Cenomaniense Medio-Superior. Actualmente, la profundidad del lago de La Parra es de 17,5 m (Fig. 1C) y presenta una morfología casi circular de 116 m de diámetro, estando el perímetro limitado en su mayor parte por un margen escarpado de dolomías.

Se trata de una laguna enmarcada en un contexto climático mediterráneo (precipitación y temperatura anual media de 507 mm y 12,6 °C, AEMET, 2005), cuya hidrología está controlada por: (i) una cuenca de drenaje de 20 Ha, (ii) un régimen de lluvias con importante estacionalidad, (iii) la evaporación y (iv) los aportes de aguas subterráneas procedentes del acuífero local kárstico, afectado por extracciones de uso agrícola, lo que produce, en la actualidad, fluctuaciones importantes del nivel de agua. La laguna es holomíctica, con aguas de composición bicarbonatada-magnésica.

## Metodología

En mayo de 2010 se recuperaron dos sondeos paralelos (de 6,93 m (PA10-1A-1U) y 5,24 m (PA10-1B-1U) de longitud) en la zona más profunda de la laguna de La Parra (17,5 m) con un equipo sondeador instalado en una plataforma UWITEC®. También se tomaron cuatro sondeos cortos de

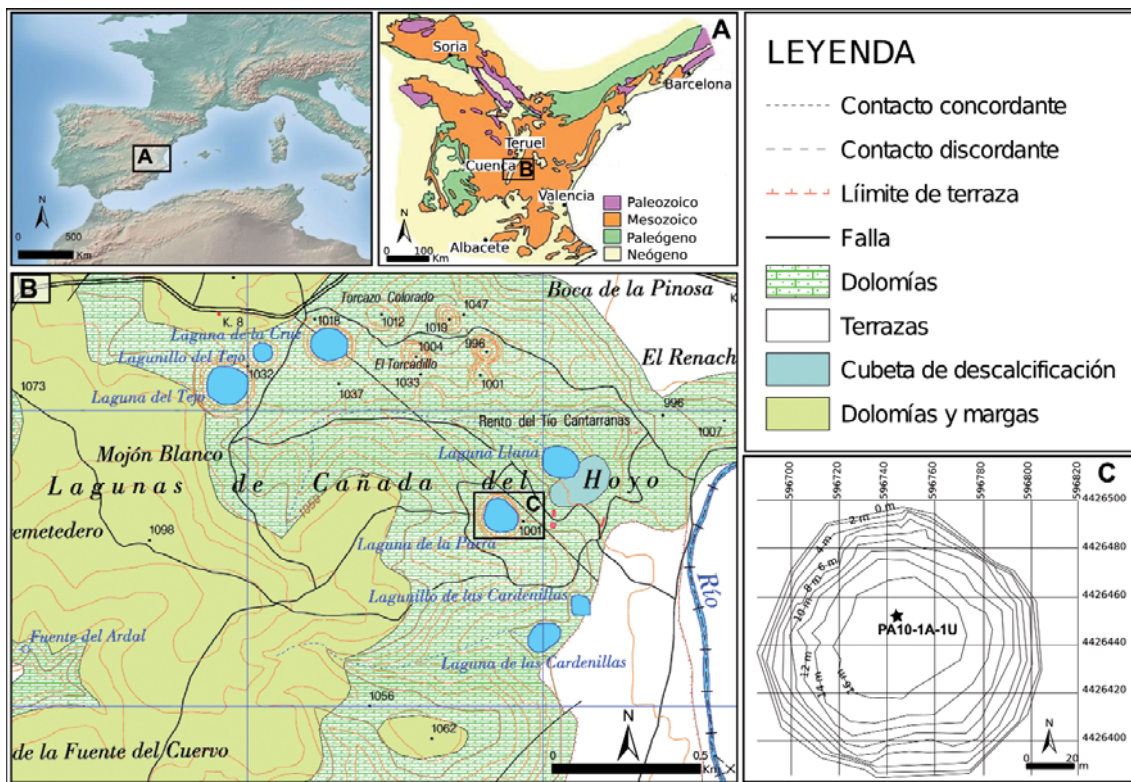


Fig. 1.- A: Localización del área de estudio y esquema geológico de la Cordillera Ibérica. B: Mapa geológico de detalle del entorno de la laguna de La Parra (ver leyenda en la parte superior derecha) (Ramírez del Pozo *et al.*, 1973) sobre el mapa topográfico nacional (IGN, 2002). C: Batimetría de la laguna de La Parra con la ubicación del sondeo estudiado.

Fig. 1.- A: Location of the study area and geological scheme of the Iberian Range. B: Detailed geological map of the surroundings of La Parra lake (see legend at the right-top side) (Ramírez del Pozo *et al.*, 1973) and national topographical map (IGN, 2002). C: La Parra lake's bathymetry and location of studied core.

gravidad que preservan la interfase sedimento-agua.

Las secciones se dividieron longitudinalmente en dos mitades y se fotografiaron a alta resolución. El análisis sedimentario incluyó la descripción detallada de las facies acompañado de observaciones de frotis de sedimento con microscopio óptico (Valero-Garcés, 2003). Posteriormente, se analizaron con un escáner de Fluorescencia de Rayos X (FRX) Avaatech® (Richter *et al.*, 2006) en la Universidad de Barcelona. Para cada sondeo se hicieron dos escáneres, con una corriente de 2000 µA y un voltaje de 10 kV (15 s) el primero y de 30 kV (25 s) en el segundo, a una resolución espacial de 5 mm. De los elementos analizados, en este trabajo, se ha utilizado el Ti como indicador del contenido clástico no carbonatado (Kylander *et al.*, 2011).

Se han realizado 9 dataciones de <sup>14</sup>C AMS, obtenidas a partir de macro-restos vegetales terrestres del sondeo PA10-1A-1U. Dos de ellas no han sido incluidas en el modelo de edad al presentar edades incoherentes con su posición estratigráfica, debido probablemente a que han sido re TRABAJADAS de niveles más antiguos. El modelo de edad, por tanto, se basa en siete dataciones que se calibraron con el programa CALIB REV6.0.0 y la curva INTCAL09 (Reimer *et al.*, 2009), seleccionando el punto medio del intervalo de probabilidad 2σ (Fig. 3).

### Sedimentología y Estratigrafía

La identificación e interpretación de las diferentes facies del registro sedimentario del lago integra las descripciones sedimentológicas y microscópicas con los datos geoquímicos obtenidos por FRX en el sondeo PA10-1A-1U. Se definieron un total de 11 facies sedimentarias que se distribuyen en 2 grupos principales: detríticas y laminadas (Tabla I). Las facies detríticas están integradas por i) limos finos grises o negros masivos (facies A y B); ii) limos de tamaño medio, ocre que presentan un débil bandeado claro y oscuro centimétrico (facies C); iii) limos gruesos de color gris claro u oscuro con fragmentos milimétricos de restos vegetales (facies D Fig. 2, y E); y iv) arenas desde muy finas, pasando por finas y medias, hasta gruesas (facies F, G y H) dispuestas en capas irregulares, v) gravas finas y medias (facies I y J) de límites irregulares y clastos angulosos. El grupo de facies laminadas está constituido por una única facies de limos finos compuestos por láminas milimétricas carbonatadas claras y orgánicas oscuras (facies K, Fig. 2).

El análisis geoquímico y sedimentológico permitió diferenciar en el sondeo estudiado 3 unidades litoestratigráficas principales (unidades I a III, Fig. 3) en el relleno lacustre y una en el sustrato (unidad IV) que está formada por margas verdes del

Cenomaniense Superior con evidencias de alteración kárstica (texturas de disolución y brechificación). La Unidad III la compone una secuencia grano-creciente constituida en la base por la facies limosa C y hacia

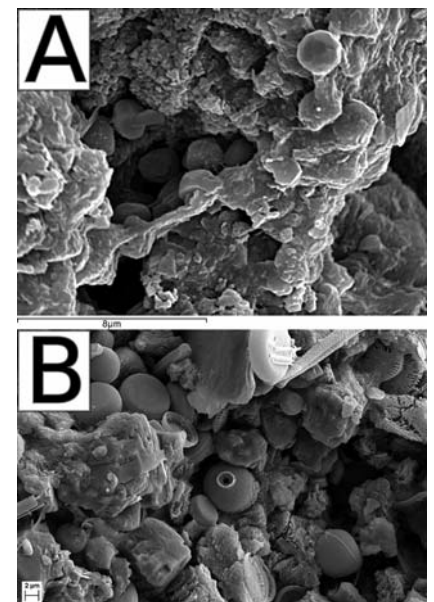


Fig. 2.- A) Fotografía de SEM de la facies de limos gruesos grises (facies D), con abundantes cristales de pirita. B) Detalle de SEM de la facies de limos finos laminados, con gran concentración de diatomeas (facies K).

Fig. 2.- A) SEM picture of coarse silts (facies D) with abundant pyrite crystals. B) Laminated fine silts SEM detail, showing high concentration of diatoms (facies K).

Facies		Descripción
<b>FACIES DETRÍTICAS</b>		
A	<b>Limos finos grises</b>	Masivos, en capas de 10-25 cm de espesor y con contactos difusos.
B	<b>Limos finos negros</b>	Masivos, en niveles aislados de 2-5 cm de espesor de límites netos.
C	<b>Limos medios ocreos.</b>	Dispuestos en capas de 5-20 cm de límites difusos en bandas ocreas y grises oscuras de 2 cm de espesor
D	<b>Limos gruesos gris claro</b>	Masivos, en capas de 5-15 cm de espesor, con texturas granodecrecientes, límites basales irregulares con clastos carbonatados dispersos, < 2 mm, y fragmentos mm de materia orgánica (M. O.)
E	<b>Limos gruesos gris oscuro</b>	Masivos, en capas de 2-10 cm con límites irregulares en la base. Alto contenido en fragmentos milimétricos de M.O.
F	<b>Arenas muy finas verdes</b>	Masivas, en niveles aislados de escasa potencia (3-4 cm) y con matriz de limo verde.
G	<b>Arenas finas y medias ocreas</b>	Masivas, en niveles de 2-10 cm con contactos muy irregulares y matriz limosa fina-media.
H	<b>Arenas gruesas ocreas</b>	Masivas, con clastos angulosos carbonatados y en una única capa de 10 cm de espesor con contactos muy irregulares.
I	<b>Gravas finas ocreas</b>	Masivas, en un único nivel de 2 cm de espesor de límites irregulares, compuestas por clastos carbonatados.
J	<b>Gravas medias ocreas</b>	Masivas, en una capa de 30 cm de contactos muy irregulares. Clastos carbonatados en matriz limosa.
<b>FACIES LAMINADAS</b>		
K	<b>Limos finos laminados</b>	Constituidos por sets de no más de 5 cm de espesor que incluyen láminas claras de calcita y oscuras de materia orgánica de 1 mm con contactos regulares y netos.

Tabla I.- Facies del sondeo PA10-1A-1U y su descripción sedimentológica.

Table I.- Facies of PA10-1A-1U core and sedimentological description.

techo por la alternancia entre las facies E (limos gruesos oscuros) y F (arenas muy finas verdes). El contenido en Ti es bajo. La Unidad II, de evolución grano-decreciente, se inicia con la facies de arenas finas y medias ocreas (G), y continúa con una alternancia entre las facies E y C en paquetes de 5-20 cm. Esta unidad está caracterizada por los mayores valores de Ti de la secuencia. La Unidad I está formada por 3 secuencias grano-decrecientes: i) la inferior está compuesta por un paquete de 30 cm de gravas medias ocreas (facies J) en la base, seguido por una alternancia entre las facies E y C en paquetes de 10-15 cm; ii) la secuencia media presenta la mayor variabilidad de facies; comienza con una subsecuencia grano-decreciente de 40 cm, desde la facies de arenas gruesas ocreas (H) hasta la facies de limos finos laminados (K), que posteriormente pasa a una alternancia de facies E y K -con aparición de D y B- sustituida hacia techo por una alternancia de facies E y C con K; iii) la secuencia superior está formada por dos subsecuencias grano-decrecientes, la primera, de 20 cm, está constituida por las facies I, D, E y C, mientras que la segunda, de 95 cm, comienza con la facies de arenas finas y medias G, para pasar a una alternancia entre las facies E y C, y culmina con la facies de limos finos A. El contenido en Ti es similar al de la unidad III.

## Discusión

El registro sedimentario de la laguna de La Parra comienza hace unos 1.600 años, según el modelo de edad realizado a partir de las dataciones radiocarbónicas disponibles. Con anterioridad, la cuenca de La

Parra sería una torca seca, con el nivel freático por debajo de la superficie. La Unidad III representa los primeros depósitos lacustres que evidencian un aumento del nivel hidrológico. La sedimentación de facies con débil laminación fina (facies K, Fig. 2), y el desarrollo de una secuencia granocreciente hasta llegar a la deposición de arenas muy finas sugiere que el cambio hidrológico fue rápido y que los ambientes litorales y someros dominaban en la sedimentación durante este primer siglo. La Unidad II presenta una clara diferencia respecto al resto en cuanto al mayor contenido en Ti (Fig. 3), lo que se interpreta como un aumento de los aportes minerales detríticos finos de composición silicatada al lago (Kylander *et al.*, 2011). El predominio de facies finas (limos), y el aumento del contenido en titanio sugiere mayores tasas de aporte de sedimentos finos no carbonatados durante este periodo, que pueden ser debidas a cambios en el sistema hidrológico (nivel del lago más elevado) y/o mayor alteración antrópica del entorno (aumento de la erosión). La sedimentación de la Unidad I está marcada por un descenso en el contenido de Ti que se mantendrá en toda la unidad. La presencia de facies gruesas en la base marca un periodo de predominio de facies litorales clásticas que coincide con el comienzo de la Anomalía Climática Medieval (900 años cal. BP). El dominio de las facies finas durante la secuencia intermedia y, en particular el depósito de la facies finamente laminada K, marcaría un periodo de niveles del lago más elevados, con frecuente anoxia en el fondo. Este periodo coincide cronológicamente con la Pequeña Edad del Hielo. Un mayor desarrollo de la meromixis y de la sedimentación de facies laminadas durante las fases frías de la Pequeña Edad del

Hielo también se ha descrito en la Laguna de La Cruz (Julià *et al.*, 1998). Finalmente, la desaparición de las facies finamente laminadas en la unidad superior y el predominio de limos finos masivos sugieren un descenso relativo del nivel de la laguna en épocas recientes.

## Conclusiones

El registro sedimentario de la zona más profunda de la laguna de La Parra, principalmente constituido por sedimentos clásticos carbonatados, está caracterizado por una gran variabilidad de facies sedimentarias, controlado principalmente por cambios en los aportes detríticos. Estas fluctuaciones reflejan a su vez una gran variabilidad hidrológica a lo largo de los últimos 1.600 años. El inicio de la sedimentación lacustre demuestra un aumento del nivel hidrológico en torno al siglo V de nuestra era. El dominio de sedimentación clástica fina con elevados valores de Ti sugiere un periodo de niveles del lago relativamente altos y elevada tasa de erosión con anterioridad al siglo IX. El predominio de facies clásticas, durante la Baja Edad Media podría indicar un descenso del nivel del lago sincrónico a la Anomalía Climática Medieval y un posible aumento de las tasas de erosión asociado a una mayor actividad humana en la cuenca. Posteriormente, la sedimentación de limos finos y la presencia de facies laminadas, que reflejan una mayor tendencia al desarrollo de meromixis, sería coherente con niveles más altos de la laguna durante la Pequeña Edad del Hielo.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado con los proyectos GLOBALKARST (CGL2009-08415) y GRACCIE

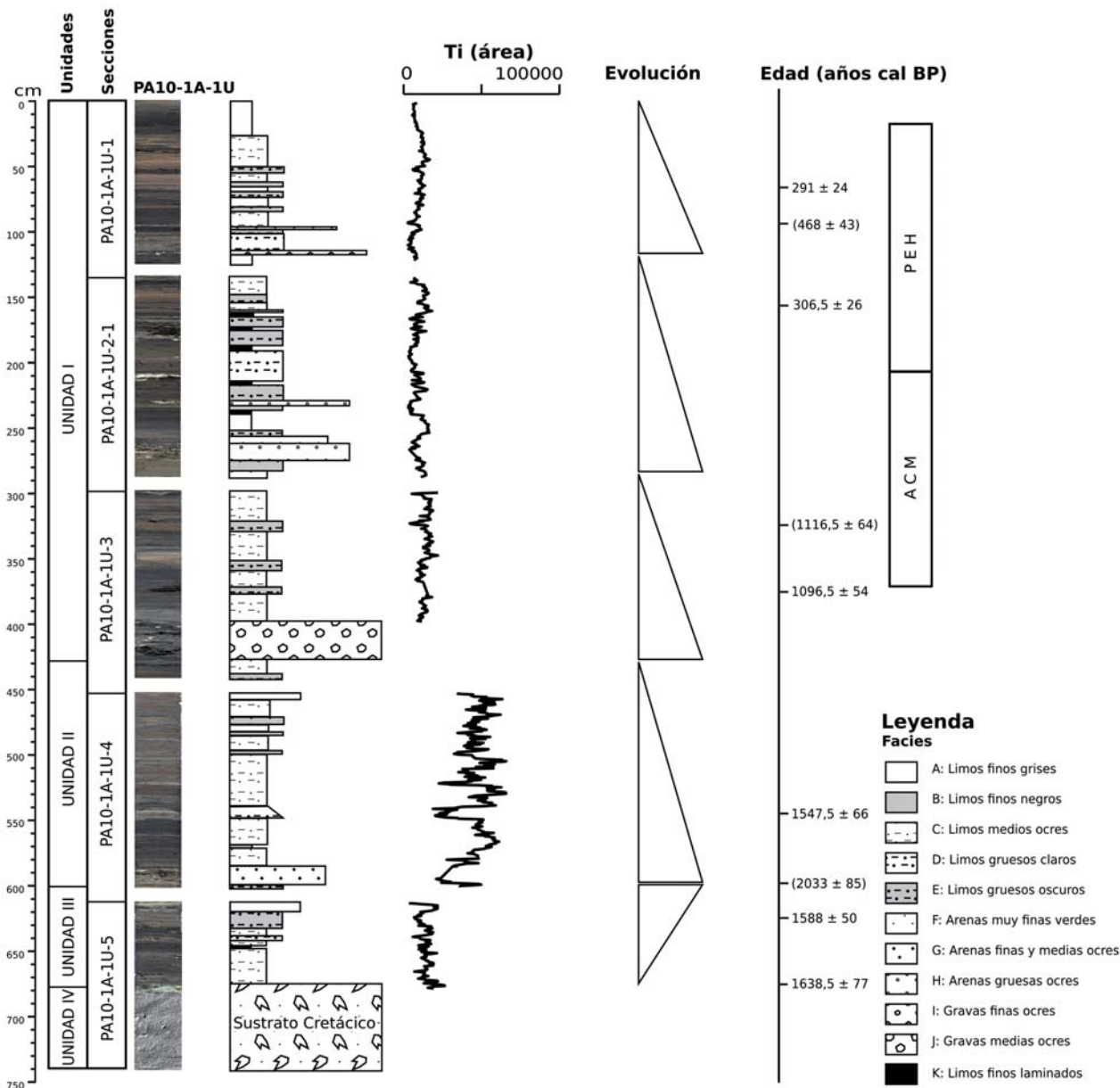


Fig. 3.- Secuencia sedimentaria del sondeo PA10-1A-1U, que incluye unidades y tramos, fotografía del sondeo, perfil sedimentológico; perfil de Ti medido con FRX (área); secuencias y escala temporal derivada del modelo de edad preliminar. Las edades entre paréntesis no se han incluido en el modelo debido a que pertenecen a material reabajado; ACM: Anomalía Climática Medieval. PEH: Pequeña Edad del Hielo.

Fig. 3.- Sedimentary sequence for PA10-1A-1U core, including: sedimentary units and sections, core image, sedimentological profile; XRF derived Ti profile (area); sequences and age scale derived from the preliminary age model. The dates in brackets are not included in the age model because correspond to reworked material; ACM: Medieval Climate Anomaly. PEH: Little Ice Age.

CONSOLIDER-INGENIO (CSD2007-00067), concedidos por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).

Los autores quieren agradecer la colaboración de las personas que participaron en los muestreos y al servicio de laboratorio del IPE-CSIC.

**Referencias**

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) (2005). *Guía Resumida Del Clima En España 1971-2000: Plan Estadístico Nacional 2001-2004*. Ministerio de Medio Ambiente. 257 p.  
 Instituto Geográfico Nacional (IGN) (2002).

*Mapa Topográfico Nacional. Escala 1:25.000. Hoja de Fuentes (635-II)*. Madrid.  
 Julià, R., Burjachs, F., Dasi, M.J., Mezquita, F., Miracle, M.R., Roca, J.R., Seret, G., y Vicente, E. (1998). *Aquatic Sciences*, 60, 4, 279-299.  
 Kylander, M.E., Ampel, L., Wohlfarth, B. y Veres, D. (2011). *Journal of Quaternary Science*, 26, 1, 109-117.  
 Morellón, M., Valero-Garcés, B., Rico, M., Mata, P., Delgado-Huertas, A. y Romero, Ó. (2009). *Geogaceta*, 46, 115-118.  
 Ramírez del Pozo, J., Portero, J.M. y Olivé, A. (1973). *Mapa Geológico de España y Memoria, Hoja nº 635 (Fuentes)*. IGME.

Reimer, P. y 27 autores más (2009). *Radiocarbon*, 51, 1111-1150.  
 Richter, T.O., van der Gaast, S., Koster, B., Vaars, A., Gieles, R., de Stigter, H.C., De Haas, H. y van Weering, T.C.E. (2006). *Geological Society, London, Special Publications*, 267, 39-50.  
 Valero, B., Morellón, M., Puertas, C. M., Moreno, A., Corella, P., Sampériz, P., Rico, M., Mata, P., y Navas, A. (2009). *Boletín Geológico y Minero*, 120, 479-496.  
 Valero-Garcés, B.L. (Ed.) (2003) *Limnogeología en España: un tributo a Kerry Kelts*, CSIC, Madrid. 438 p.