

# El sistema fluvio-lacustre de Añavieja: facies y evolución sedimentaria durante el Holoceno. Cordillera Ibérica. NE de España

*The fluvio-lacustrine system of Añavieja: facies and sedimentary evolution during the Holocene. Iberian Range. NE of Spain*

Antonio Pérez <sup>(1)</sup>, Aránzazu Luzón <sup>(1)</sup>, Ana Rosa Soria <sup>(1)</sup>, Ángeles G. Borrego <sup>(2)</sup>, Jonatan Holmes <sup>(3)</sup> y M.José Mayayo <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza, España. anperez@unizar.es, aluzon@unizar.es, anasoria@unizar.es, mayayo@unizar.es

<sup>(2)</sup> Instituto Nacional del Carbón. CSIC. Oviedo, España. angeles@incar.csic.es

<sup>(3)</sup> Environmental Change Research Centre. London, England. jholmes@geog.ucl.ac.uk

## ABSTRACT

*The study of the Holocene sediments from AÑ1, AÑ2 and DV1 cores, drilled between Añavieja and Dévanos (Soria), has allowed to define nine sedimentary facies: black and grey lutites, brown lutites with carbonate nodules, phytoherms, yellow sands, yellow sands with tufa debris, yellow silts, black lutites with macrophyte remains and tufa debris, and gravels. These facies permit to interpret the Holocene as a fluvio-lacustrine area integrated by a shallow lake that passed downwards into a fluvial system with a high tufa development. The fluvial system corresponds to the barrage fluvial model. Eleven new radiometric datings (<sup>14</sup>C and U/Th) allow to establish a precise correlation between cores and evidence noticeable changes in thickness for the Holocene series, from 6 m-thick in the lake to more than 20 m-thick in the pools between tufa barriers.*

**Key words:** Lake, fluvial tufa, radiometric dating, Holocene, Ebro Basin.

*Geogaceta*, 48 (2010), 39-42  
ISSN: 0213-683X

Fecha de recepción: 15 de febrero de 2010

Fecha de revisión: 21 de abril de 2010

Fecha de aceptación: 28 de mayo de 2010

## Introducción

El sistema fluvio-lacustre de Añavieja-Río Añamaza se sitúa en el sector centro-occidental de la Cordillera Ibérica (Fig.1). La laguna de Añavieja, desecada en 1860, se ubicaba a una cota aproximada de 960 m.s.n.m. y conectaba aguas abajo con el estrecho valle del río Añamaza. En este sector del río existen abundantes depósitos de tobas del Mioceno y Cuaternario, de hasta 20 m de espesor. Arenas *et al.* (2009) realizan un estudio de las tobas actuales y, a partir de datos tomados sobre el lecho del río durante los dos últimos años, precisan que en la actualidad se registran tasas de crecimiento de 2,9 mm/año. Anteriormente Luzón *et al.* (2007) y (2008) definieron 5 unidades litológicas para el relleno sedimentario de la laguna de Añavieja, que abarcan prácticamente todo el Holoceno. Su caracterización está basada en los datos aportados por el registro sedimentario procedente de un sondeo de testigo continuo, de 16,6 m de profundidad (sondeo AÑ1, Fig 1). La realización de dos nuevos sondeos ha

aportado nuevos datos a partir de los cuales se ponen de manifiesto importantes cambios laterales de facies en el conjunto del sistema sedimentario. Además se dispone de nuevas dataciones radiométricas (<sup>14</sup>C AMS) en los sedimentos de los sondeos obtenidos y tres (U/Th) en tobas que afloran en superficie. El objeto del presente trabajo es correlacionar los diferentes sondeos y realizar un análisis de facies con el que se pretende mejorar el conocimiento de la evolución sedimentaria del sistema fluvio-lacustre a lo largo del Holoceno.

## Metodología

Los datos de los sondeos proceden de campañas de campo realizadas en Marzo y Octubre de 2008. Los testigos fueron extraídos a rotación con una sonda RL-48-L. Sus referencias y coordenadas UTM son: Sondeo AÑ2 (30TWM 835356) y Sondeo DV1 (30TWM 871389). Los testigos fueron trasladados al laboratorio de Estratigrafía de la Universidad de Zaragoza donde se realizó su descripción siguiendo el protocolo reco-

mendado por el Limnological Research Center (Schnurrenberger, 2003) para el estudio de sedimentos lacustres y un muestreo de detalle. Se realizaron levigados y además se analizó el contenido en materia orgánica por ignición (Dean, 1974; Heiri *et al.*, 2001). Para el análisis mineralógico de las muestras por difracción de rayos-X (DRX) se utilizó un generador Philips PW 1710 semiautomático. La preparación de las muestras para datación radiométrica mediante <sup>14</sup>C fue llevada a cabo por el Laboratorio del Departamento de Geografía de la Universidad de Zurich y la datación se realizó por el Instituto de Física de las Partículas en el Instituto Federal Suizo de Tecnología. Las dataciones de U/Th se efectuaron a partir de muestras procedentes de depósitos de tobas y se realizaron en el laboratorio del Instituto Jaime Almera (CSIC) de Barcelona.

## Resultados

### *Dataciones y correlación*

Las dataciones de <sup>14</sup>C han sido realizadas sobre restos vegetales leñosos con-

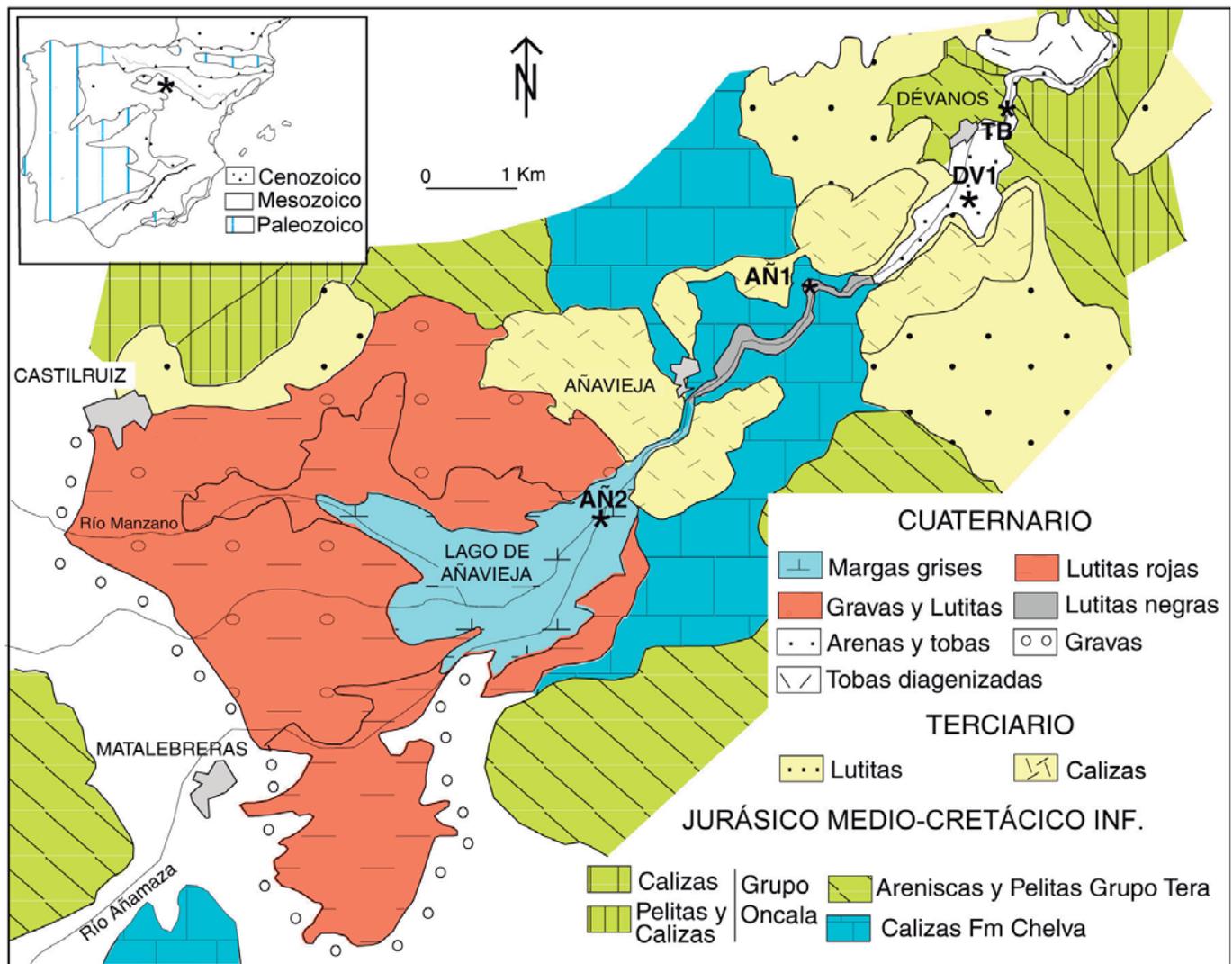


Fig. 1.- Situación geológica del área de estudio. AÑ1, AÑ2 y DV1 indica situación de los sondeos realizados. TB muestra la localización de la barrera de tobas datada.

Fig. 1.- Geological framework of the study site. AÑ1, AÑ2 and DV1 stars indicate core location whereas TB shows the tuff building dated for this work.

servados en la serie sedimentaria (caso de AÑ1 y DV1), o en margas ricas en materia orgánica o nódulos carbonosos englobados en lutitas anaranjadas (AÑ2). Su situación y edad se recoge en la figura 2. Las muestras de tobas datadas se sitúan en la barrera localizada inmediatamente aguas abajo de Dévanos (Fig. 1).

A partir de las dataciones de <sup>14</sup>C se puede realizar una correlación precisa de los tres sondeos. En la figura 2 se sintetiza la sucesión litológica de cada uno y se observa su correlación, según una transversal N-S. Los sondeos DV1 y AÑ1 tienen como yacente lutitas terciarias y calizas jurásicas, respectivamente; integran una serie de 21 y 16,6 m de espesor, cuya base presenta una edad de unos 10581 años cal BP. AÑ2 integra una sucesión de unos 22,5 m y la datación obtenida hacia la base representa 19287 años cal BP, mientras que a los materiales situados a

2,5 m de profundidad les corresponde una edad de 9270 años cal BP.

Los resultados de las dataciones de las tobas representan un intervalo de entre 7080 +280/-278 años BP y 4752 +186/-186 años BP.

*Descripción de facies*

Para realizar el análisis de facies de los sedimentos holocenos se ha considerado que la secuencia de esta edad comienza en la laguna de Añavieja (sondeo AÑ2) con la sucesión de gravas que aparece aproximadamente a 6 m de profundidad (Fig. 2). Esta asunción se ha basado en el hecho de que estas gravas forman parte del dispositivo sedimentario que rodea la laguna en la actualidad. Se han definido 9 facies para los materiales holocenos identificados. Su descripción se sintetiza en la tabla I y su cartografía se refleja en la figura 1.

**Discusión y Conclusiones**

Las facies de gravas (1) y de lutitas con nódulos carbonatados (2) evidencian la existencia de procesos aluviales. Las gravas se depositarían bajo la acción de corrientes acuosas tractivas y las lutitas por decantación. La asociación de ambas facies, reconocida en el sondeo AÑ2, se interpreta como propia de sectores distales de abanicos aluviales surcados por canales con amplias llanuras de barros sometidas a procesos edáficos, en relación con los cuales se generaron nódulos carbonatados.

Las facies de lutitas negras y grises (3), también identificadas en AÑ2, representan los materiales depositados en la antigua laguna de Añavieja. Denotan la presencia de aguas estancadas muy someras, pudiendo haber existido desecaciones y procesos pedogenéticos. En este sentido en los tra-

bajos anteriores a la desecación de esta laguna (Palacios, 1880) se señala que su superficie, de unos 5 km<sup>2</sup>, era muy variable, hasta el punto de que en los estíos llegaba a ser vadeable por distintas zonas. El espesor de la lámina de agua era escaso, de forma que en ocasiones eran visibles los 6 «ojos de agua» (manantiales) de alrededor de 8 m de diámetro cada uno, que se situaban en el fondo de la laguna. La laguna era un punto de interés ecológico, tal como apuntan López (1730) y Madoz (1845), abundando en ella aves acuáticas, peces, cangrejos, tortugas y anguilas, además de abundante carrizo impenetrable. En la figura 1 se recoge la distribución areal actual de facies de lutitas negras y grises que se extienden al suroeste de la localidad de Añavieja y se observa como están rodeadas de una estrecha banda de lutitas rojas que enlaza lateralmente con depósitos de gravas y lutitas (facies 1 y 2), depositadas en abanicos aluviales de corto desarrollo longitudinal, que proceden de los relieves que circundan el sistema lacustre de Añavieja.

Las facies de lutitas negras y grises con restos de macrofitas y tobas (4), se desarrolló en un contexto muy diferente. Los sedimentos orgánicos constan, principalmente, de material húmico procedente de tejidos lignocelulósicos de plantas superiores (Borrego *et al.*, 2009). La madurez

de los sedimentos estimada a través de la reflectancia de la huminita (RrH) es muy baja y de ello se deduce una alta preservación de los tejidos. Estos depósitos representan un área de tipo ciénaga. La fauna de ostrácodos identificada en ellos, evidencia una importante actividad de manantiales en la zona. La elevada cantidad de fragmentos de tobas se interpreta en relación con el desarrollo de construcciones tobáceas que fueron erosionadas, alcanzando la zona de ciénaga. Esta facies está muy representada en el sondeo AÑ1, integrando la casi totalidad del registro (>15m). Basado en los datos aportados por este sondeo y en los afloramientos actuales, se observa que se desarrolla sobre un recorrido de unos 3 km a lo largo del actual río Añamaza (Fig. 1), aguas abajo de Añavieja. En este sector se localizan, al menos, dos barreras de tobas muy antropizadas. En el sondeo DV1 se identifican además, niveles carbonatados muy cementados de restos vegetales en posición de vida (facies 5) que han sido interpretados como una bioconstrucción. La facies de lutitas marrones con restos de toba (facies 6) es resultado de la alteración superficial de la facies 4.

Las facies de limos y arenas amarillas-blancas y arenas con fragmentos de toba (facies 7, 8 y 9), reconocidas ampliamente en el sondeo DV1, son interpreta-

das en relación con la existencia de piscinas entre barreras de tobas. A partir de las dataciones realizadas en las barreras de tobas, y conocida la edad de las facies de arenas y lutitas negras con macrofitas (Fig. 2), podemos afirmar que las barreras se generaron a la vez que las facies de arenas amarillas y que el dispositivo de facies correspondería al modelo «fluvial de barreras de tobas» de Pedley (1990). En estas piscinas vivían abundantes organismos tales como carofitas y ostrácodos, cuyos restos constituyen el grueso del depósito.

A partir de la correlación entre los depósitos identificados en los diferentes sondeos, se deduce que la tasa de sedimentación ha sido mucho mayor en relación con las facies de lutitas negras con macrofitas y las facies de limos y arenas amarillas (sondeos AÑ1 y DV1), todas ellas con abundantes fragmentos de tobas, que en las facies de lutitas marrones y negras reconocidas en el sondeo AÑ2. Teniendo en cuenta que el espesor conservado oscila entre 16,5 y 21 m y, considerando la edad de los sedimentos estudiados, se puede estimar una tasa de sedimentación entre 1,65 y 2,1 mm/año durante el Holoceno, que es comparable con la calculada por Arenas *et al.* (2009) de 2,9 mm/año para el crecimiento de tobas actuales del río Añamaza.

FACIES	DESCRIPCIÓN
1.- Gravas marrones y grises	Gravas masivas. Textura granosostenida y abundante matriz arenosa o lutítica. Niveles de 20 a 55 cm de espesor. Cantos heterométricos y subredondeados. Centilo 4-7 cm.
2.- Lutitas marrones y ocreas con nódulos carbonatados	Lutitas y lutitas arenosas masivas. Unidades de 20-50 cm de espesor. Esporádicamente se observa aspecto laminado con láminas milimétricas grises y marrón-anaranjado. Abundantes nódulos tubulares carbonatados de 2 cm de diámetro y 3-4 cm de longitud dispuestos perpendicularmente u oblicuos a la estratificación (bioturbación por raíces). Aumento gradual de nódulos de base a techo de los niveles lutíticos.
3.- Lutitas negras y grises	Lutitas laminadas con bandeado de 1 a 20 cm dado por alternancia de láminas de color negro, gris y ocasionalmente gris-anaranjadas (posible bioturbación). Niveles de 10 a 20 cm de espesor. Gasterópodos (Planorbis) y restos vegetales leñosos frecuentes. Nódulos carbonatados dispersos.
4.- Lutitas negras con restos de macrofitas y debris de tobas	Lutitas masivas con abundantes niveles de macrofitas (cm-dm) con matriz lutítica negra. Restos de tobas en niveles blanco-grisáceos de 7-10 cm de espesor. Clastos alargados de 2-5 cm, con textura granosostenida o no granosostenida y matriz lutítica negra. Frecuentes conjuntos de 20 a 50 cm dados por alternancias de lutita negra-macrofitas o lutita-clastos de tobas. A veces se observan sucesiones de lutita negra-clastos de tobas-macrofitas con lutita. Abundantes moluscos (lamelibránquios-Cyrenidae-; gasterópodos-Limnaea, Planorbis, Ancylus, Hydrobia) y artrópodos (Ostrácodos-Prionocypris zenkeri, Herpetocypris brevicaudata, lilocypris, Cycloocypris). LOI (media): 23%. Mineralogía (media): Cc-56%, MA-24%, Q-14%, Pi-5%, Y-0,4%, CcMg-0,6%
5.- Fitohermo	Boundstone de plantas erectas o recumbentes muy cementadas y a veces fragmentadas. Niveles de 10-30 cm de espesor.
6.- Lutitas marrones	Lutitas y lutitas arenosas, masivas, con debris de toba.
7.-Limos amarillos-blancos	Limos carbonatados masivos con escasos restos de carofitas, ostrácodos y gasterópodos en niveles de hasta 2,6 m separados por intercalaciones milimétricas de arcilla. Mineralogía (media): Cc>95%, Q<5%
8.-Arenas amarillas-blancas	Arenas masivas de grano fino a medio con debris de tobas milimétricas. Abundantes restos de gasterópodos, tallos y oogonios de carofitas y raros ostrácodos. Conjuntos de 0,60 a 1,80 m de espesor separados por láminas milimétricas de lutita. Mineralogía (media): Cc-100%
9.-Arenas amarillas con debris de tobas	Arenas masivas con abundantes debris de tobas dispersos de 0,5 a 1 cm, y clastos cuarcíticos milimétricos. Secuencias granoecientes de 25-35 cm de espesor. Restos de carofitas, gasterópodos y ostrácodos frecuentes. Mineralogía (media): Cc>98%, Q<2%

Tabla I.- Principales características de las facies definidas en el sistema de Añavieja a partir del estudio de los sondeos AÑ1, AÑ2 y DV1. (Cc: calcita, MA: minerales de las arcillas, Q: cuarzo, Pi: pirita, CcMg: calcita con alto contenido en magnesio).

Table I.- Main features of the facies defined in the Añavieja system from the study of AÑ1, AÑ2 and DV1 cores. (Cc: calcite, MA: clay minerals, Q: quartz, Pi: pyrite, CcMg: high magnesium calcite).

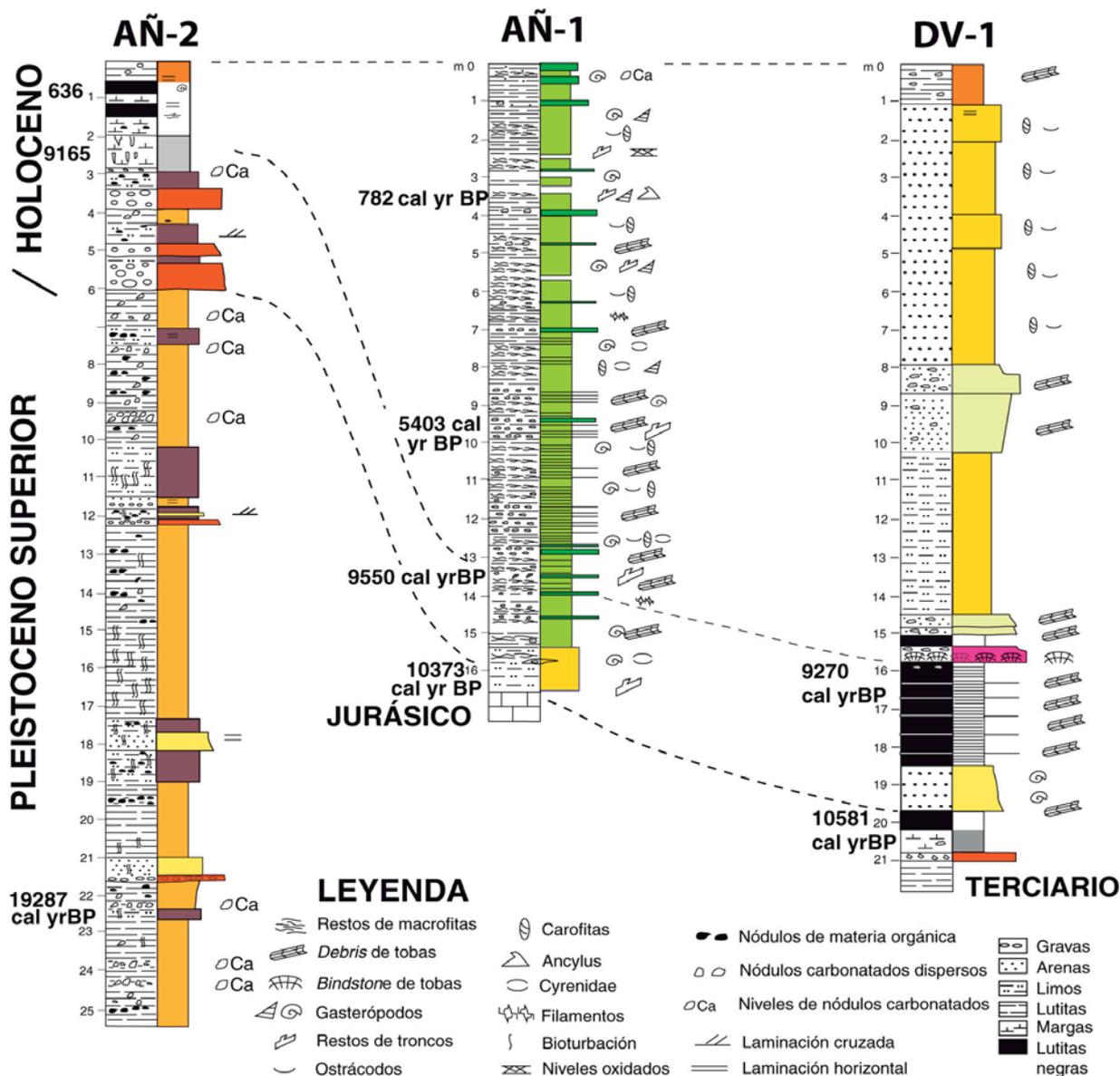


Fig. 2.- Esquema de correlación de los sondeos extraídos en el sistema de Añavieja. Las edades indicadas son dataciones de 14C AMS.

Fig. 2.- Correlation sketch for the cores made in the Añavieja system. 14C datings are indicated at the left of each core.

Como conclusión, a través de la correlación realizada, se puede afirmar que el sistema lacustre de Añavieja se caracteriza a lo largo del Holoceno por el desarrollo de un lago somero con vegetación enraizada en sus orillas que enlazaba aguas abajo con un sistema fluvial con piscinas naturales represadas por barreras de tobas.

**Agradecimientos**

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos CGL2009-09165/BTE del Ministerio de Ciencia e Innovación y los fondos FEDER, UZ 2008-CIE-12 de la Universidad de Zaragoza y E-28 del Gobierno de Aragón.

**Referencias**

Arenas, C., Sancho, C., Pardo, G., Vazquez-Urbez, M., Osácar, C. y Auqué, L. (2009). En: *27 IAS Meeting of Sedimentology, Alghero, Italy*. Comunicaciones, 430.  
 Borrego, A.G., Luzón, A., Pérez, A. (2009). En: *Joint 61<sup>st</sup> ICCP-26<sup>th</sup> TSOP (The Society for Organic Petrology) Meeting, Porto Alegre, Brasil*. Abstracts, 48.  
 Dean, W.E. (1974). *J. Sedimentary Petrology*, 44, 242-248.  
 Heiri, O., Lotter, A.F. y Lemcke, G. (2001). *J. Paleolimnology*, 25, 101-110.  
 López, T. (1730). *Atlas General de España*. Madrid.  
 Luzón, A., Pérez, A., González, A., Sán-

chez, J.A., Coloma, P. y Soria, A.R. (2008). *Geotemas*, 10, 207-210.  
 Luzón, A., Mayayo, M.J., Coloma, P., Pérez, A., Sánchez J.A. y Soria, A.R. (2007). *4<sup>th</sup> International Limnogeology Congress. Barcelona*. Comunicaciones. 148-149.  
 Madoz, P. (1845). *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*. Madrid.  
 Palacios, P. (1880). *Memorias de la comisión del Mapa Geológico de España*. Madrid, 588 p.  
 Pedley, H.M. (1990). *Sedimentary Geology*, 68, 143-154.  
 Schnurrenberger, D., Russell, J. y Kelts, K. (2003). *J. Paleolimnology*, 29, 141-154.