

# Evolución morfosedimentaria del sistema aluvial de Valsalada (Leciñena, Los Monegros) durante el Pleistoceno superior-Holoceno: aproximación paleoambiental

*Upper Pleistocene-Holocene morphosedimentary evolution of the Valsalada alluvial system (Leciñena, Monegros): palaeoenvironmental approach*

C. Sancho <sup>(1)</sup>, A. Muñoz <sup>(1)</sup>, J.L. Peña <sup>(2)</sup> y P. González <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. csancho@unizar.es

<sup>(2)</sup> Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza

<sup>(3)</sup> Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Avenida de Montañana 1005, 50080 Zaragoza

## ABSTRACT

*A first approach to the palaeoenvironmental significance of the Valsalada (Central Ebro basin) alluvial record, Upper Pleistocene-Holocene in age, is presented starting from geomorphological, sedimentological and radiocarbon data. This morphosedimentary sequence is made up by three evolutionary phases: 1) lacustrine stage ( $37,050 \pm 50$  BP) under cool and humid conditions, 2) alluvial stage (from  $10,550 \pm 80$  BP to  $3,225 \pm 50$  BP) related to cold and wet climate and 3) colluvial fans stage ( $1,640 \pm 50$  BP) during arid climate with human action influence. The Valsalada alluvial system shows a singular morphosedimentary evolution strongly influenced by climatic changes bearing variations in water discharges and hydrological availability in surrounding saline wetlands.*

**Key words:** *Morphosedimentary alluvial record, Upper Pleistocene-Holocene, environmental change, Central Ebro basin.*

*Geogaceta, 41 (2007), 199-202  
ISSN: 0213683X*

## Introducción

La localidad de Leciñena (provincia de Zaragoza) (Fig. 1), situada en el sector occidental de la comarca de Los Monegros, se asienta a 416 m de altitud, adosada al piedemonte occidental de la Sierra de Alcubierre, en el centro de la Depresión del Ebro. El clima del área es semiárido (400 mm de precipitación y 14,5 °C de temperatura medias anuales) con fuertes contrastes estacionales y un elevado déficit hídrico. Al noroeste de esta localidad, se desarrolla un complejo de humedales salinos (El Siscal y Valsalada) drenados por el Barranco Salado (Fig. 1). La evolución de este sistema aluvial, durante el Pleistoceno superior-Holoceno, se caracteriza por la presencia de una serie de unidades morfosedimentarias de diferente naturaleza, que constituyen excelentes registros paleoclimáticos y paleoambientales. Debido a la reducida extensión de la cuenca de drenaje, la hidrología del sistema de Valsalada parece fuertemente controlada por las variaciones en las descargas que alimentan este foco endorreico, circunstancia

que marca una clara diferenciación tanto en el contexto geomorfológico habitual de los sistemas aluviales en la Depresión del Ebro (Peña *et al.* 2004), como en la respuesta morfosedimentaria de estos sistemas a los estímulos climáticos en otras regiones semiáridas (Waters y Haynes, 2001; Faust *et al.*, 2004; Muñoz *et al.*, 2006).

## Marco geológico y geomorfológico

El sustrato geológico del área de estudio está constituido, básicamente, por yesos masivos y nodulares, junto con arcillas, margas y areniscas pertenecientes a la unidad tectosedimentaria UTS5 de edad Mioceno y correspondientes a ambientes evaporíticos y salinos desarrollados en extensos sistemas lacustres con bajos niveles de agua (Pardo *et al.*, 2004).

Desde un punto de vista geomorfológico (Benito, 1989), el sistema aluvial de Valsalada, se localiza en el sector proximal del piedemonte occidental de la Sierra de Alcubierre dirigido hacia el río Gállego. Está conformado por extensos niveles de glacia cuaternarios, que en ocasiones se encuentran afecta-

dos por procesos de subsidencia kárstica sinsedimentaria. La incisión posterior de la red de drenaje ha favorecido el afloramiento del sustrato evaporítico, el desarrollo de amplias depresiones kársticas, con humedales salinos locales en puntos de descarga subterránea y la conformación de valles de fondo plano (Fig. 1).

## Metodología y plan de trabajo

El estudio del registro aluvial de Valsalada se inició con la elaboración de una cartografía geomorfológica a partir del análisis fotogeológico y del reconocimiento posterior de campo. Este último sirvió, a su vez, para diferenciar tres unidades morfosedimentarias, levantar perfiles estratigráficos y localizar restos de materia orgánica susceptibles de ser datados en el Laboratorio de Radiocarbono de la Universidad de Zurich.

## Caracterización de los registros morfosedimentarios

El registro morfosedimentario de Valsalada (Fig. 2A) se caracteriza por presentar tres unidades pertenecientes a

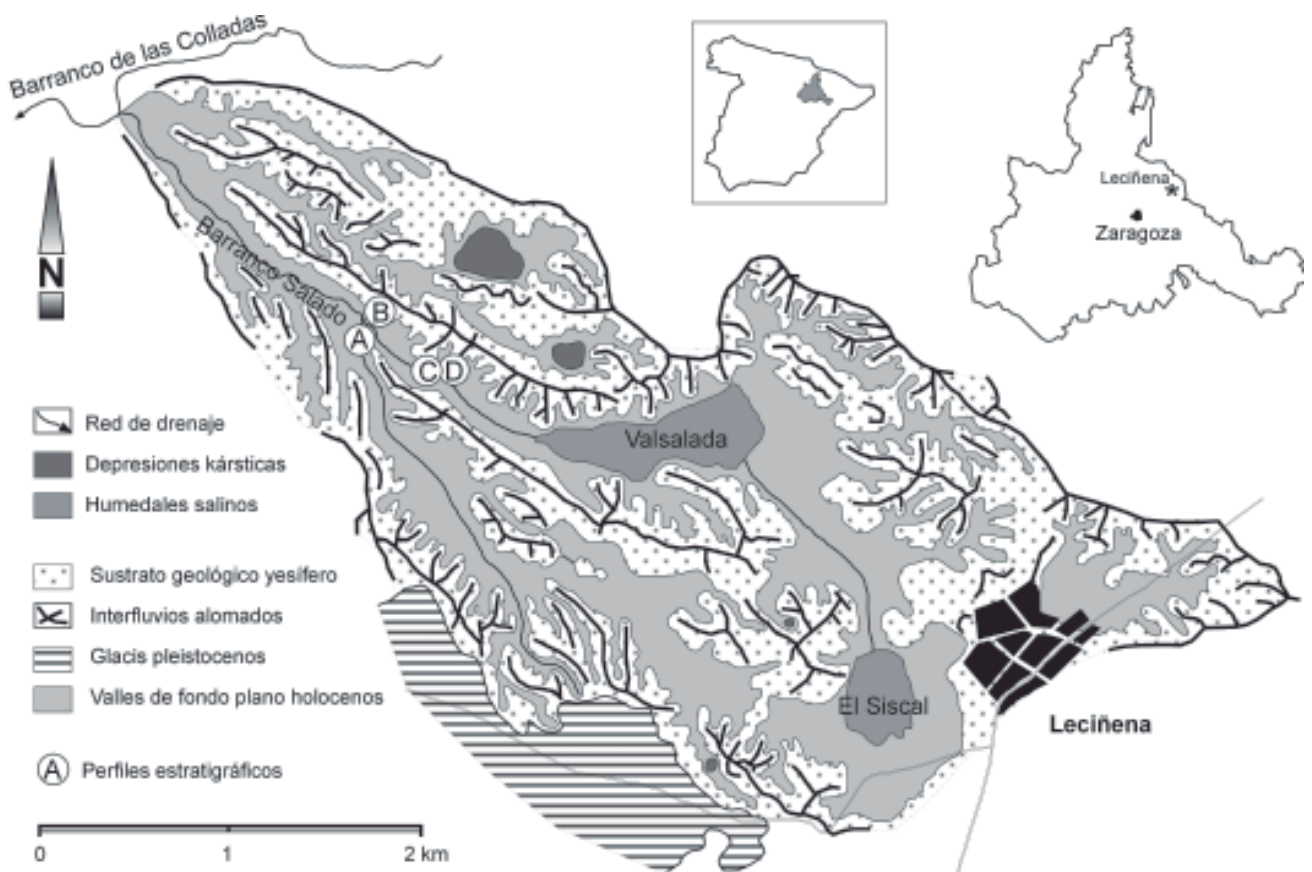


Fig. 1.- Localización y cartografía geomorfológica de Valsalada (Leciñena, provincia de Zaragoza).

Fig. 1.- Location and geomorphological mapping of Valsalada area (Leciñena, Zaragoza province).

ambientes deposicionales distintos. Entre ellas aparecen relaciones morfoestratigráficas evidentes (Fig. 2B), de manera que es posible establecer una ordenación espaciotemporal relativa, validada con edades absolutas.

*Unidad Lacustre*

Aparece en un afloramiento reducido (1 m de espesor observado) localizado en

el fondo del tramo intermedio de Valsalada (Figs. 3 y 4A). Está constituida por una alternancia de lutitas y margas ocre y grises, masivas, dispuestas en niveles tabulares de espesor centimétrico, con algunos restos vegetales y cristales de yeso con hábito lenticular. La unidad aparece coronada por un nivel carbonoso tabular de 7 cm de espesor con cristales de yeso que posiblemente señala la

colmatación del lago. La edad de radiocarbono obtenida en este nivel es 37.050±550 BP (muestra VS-04) (Tabla I).

*Unidad Aluvial*

Aflora de manera generalizada en las dos márgenes de Valsalada, con espesores máximos en torno a los 4 m (Fig. 2B). Localmente se apoya sobre la Unidad Lacustre, sobre la que es claramente erosiva. Los



Fig. 2.- A) Contexto geomorfológico de Valsalada. B) Relaciones de campo entre unidades morfosedimentarias.

Fig. 2.- A) Geomorphological features of Valsalada infilled valley. B) Field morphostratigraphic relations among sedimentary units.

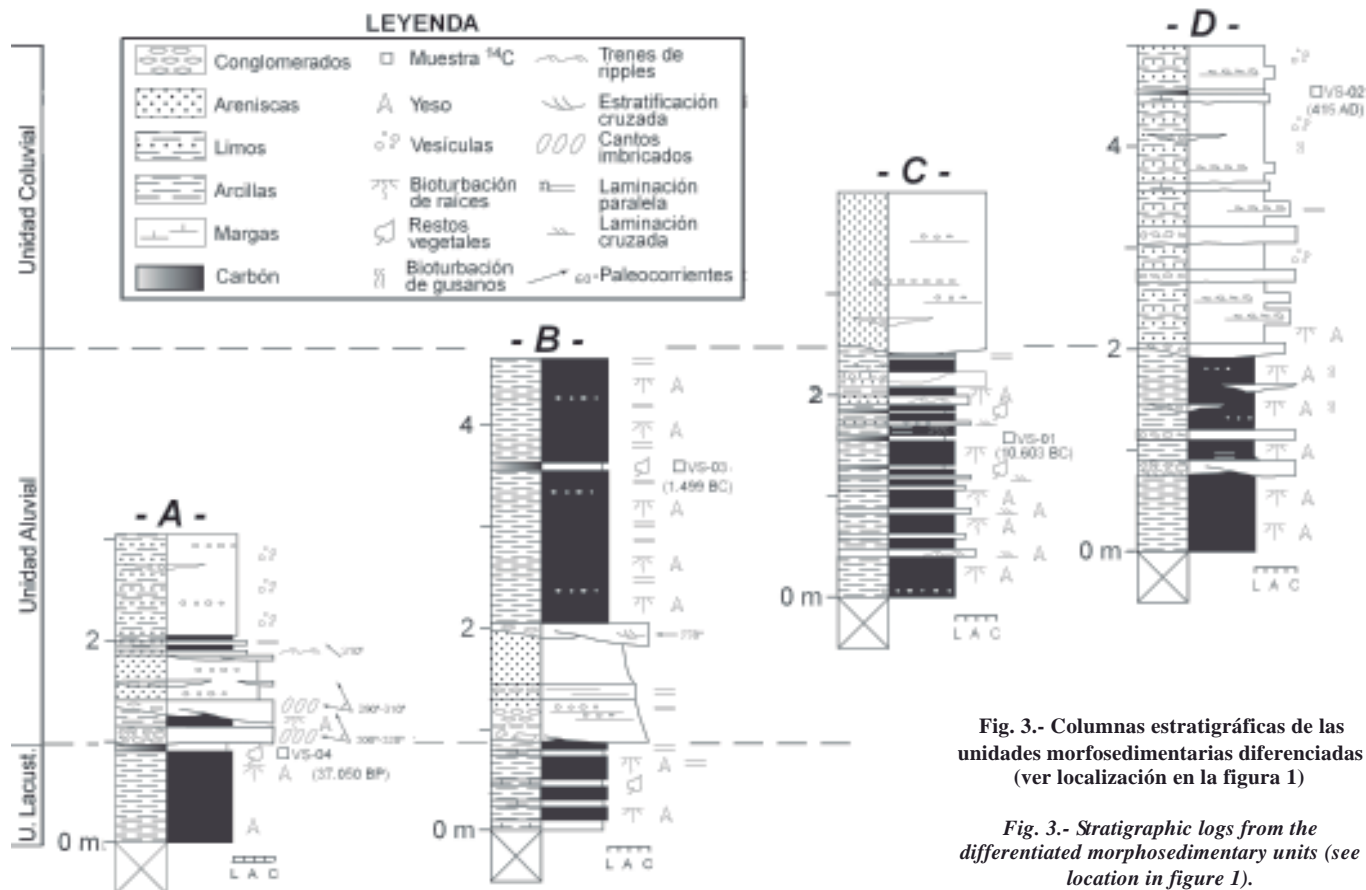


Fig. 3.- Columnas estratigráficas de las unidades morfosedimentarias diferenciadas (ver localización en la figura 1)

Fig. 3.- Stratigraphic logs from the differentiated morphosedimentary units (see location in figure 1).

niveles basales, con geometría lenticular, están constituidos por brechas grises que alternan con areniscas grises y ocre. Las brechas presentan cantos imbricados, estratificación cruzada y numerosas superficies erosivas mientras que las areniscas muestran ripples de corriente, lo que permite interpretar este tramo como un pequeño sistema de barras y canales fluviales. Estas litologías se repiten hacia el techo de la unidad, mientras que en la parte central dominan las lutitas ocre y grises, por lo general masivas, dispuestas en estratos tabulares de potencia centimétrica o decimétrica con abundante bioturbación vertical de raíces generalmente rellena de yeso microcristalino. Estas lutitas intercalan areniscas ocre dispuestas en estratos tabulares centimétricos con abundantes ripples de corriente. El conjunto lutítico-arenoso puede interpretarse como una llanura aluvial surcada por pequeños canales y a la que llegan de forma esporádica desbordamientos procedentes de canales adyacentes de mayor envergadura (Figs. 3 y 4B y C).

En esta unidad se han datado mediante radiocarbono muestras extraídas de niveles de materia orgánica que parecen asociados con incendios naturales de la vegetación que tapizaba el fondo aluvial.

Las edades obtenidas (Tabla I) son  $10.550 \pm 80$  BP (muestra VS-01) y  $3.225 \pm 50$  BP (muestra VS-03).

*Unidad Coluvial*

Presenta buenos afloramientos en los escarpes actuales de Valsalada y se identifica claramente por el aspecto que le otorga su naturaleza litológica yesífera y su origen lateral (Figs. 2A y B). La coalescencia de pequeños abanicos aluviales ha conformado la superficie morfogenética del relleno final de Valsalada, posteriormente incidida por la red de drenaje. Siempre se apoya sobre la Unidad Aluvial. Su espesor visible supera los 3 m y está formado por un conjunto heterolítico de arenas, brechas y lutitas ocre, ligeramente cementados por yeso. Dominan las geometrías irregulares y canaliformes y puede reconocerse bioturbación vertical e hiladas de clastos yesíferos (Fig. 3).

Localmente se ha observado un pequeño horno que se superpone a la base de la unidad y aparece fosilizado por depósitos del techo de la misma. Los restos de carbón localizados en su interior han ofrecido una edad de  $1.640 \pm 50$  BP (muestra VS-02) (Tabla I), lo que indica que el desarrollo de esta unidad tuvo lugar durante el siglo V coincidiendo con la fase más tardía de la época romana.

**Consideraciones paleoambientales**

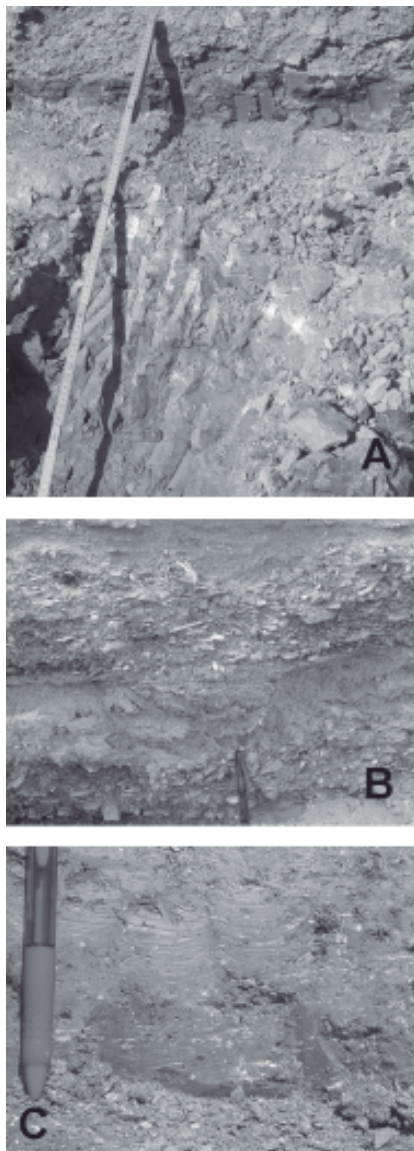
El análisis geomorfológico, sedimentológico y cronológico de las unidades reconocidas en el relleno morfosedimentario de Valsalada aporta nuevos datos paleoambientales, de especial relevancia para evaluar la evolución paleoclimática del centro de la Depresión del Ebro durante el Pleistoceno superior y Holoceno.

Muestra	Coordenadas	Edad Radiocarbono BP	Edad calibrada
VS-01	30T 0695103 4631926	$10.550 \pm 80$	$10.603 \pm 189$ BC
VS-02	30T 0695315 4631787	$1640 \pm 50$	$415 \pm 70$ AD
VS-03	30T 0694483 4632320	$3.225 \pm 50$	$1499 \pm 59$ BC
VS-04	30T 0694543 4632246	$37.050 \pm 50$	-

Tabla I.- Resultados de las dataciones

Table I.- Radiocarbon data.





**Fig. 4.-** A) Margas y nivel de turba correspondientes a la Unidad Lacustre. B) Gravas de la base de la Unidad Aluvial. C) Limos y arcillas laminados con grietas de desecación del techo de la Unidad Aluvial.

*Fig. 4.-* A) Marls and peat from the Lacustrine Unit. B) Gravels from the lower interval of the Alluvial Unit. C) Laminated silts and clays with mud cracks from the upper interval of the Alluvial Unit.

La presencia de ambientes lacustres de baja salinidad en el sector central de la Depresión del Ebro hace 37 ka, nos habla de condiciones de humedad y balances hidrológicos altos. Regionalmente, esta edad coincide, a grandes rasgos, con un período de estabilización glaciaria importante en el Alto Gállego (Sancho *et al.*, 2004) y con un estadio de aluvionamiento importante, tanto en las cuencas de los ríos pirenaicos Cinca y Gállego (Sancho *et al.*, 2004), como del río Guadalupe, en el margen ibérico (Fuller *et al.*, 1998). Por tanto, es posible proponer una situación

generalizada fría y húmeda para el NE peninsular que se aproxima a la indicada para el suroeste de Europa en torno al evento H4 del Atlántico Norte (Sánchez-Goñi *et al.*, 2000).

La siguiente etapa sedimentaria reconocida tiene lugar, al menos, entre los 12.600 y los 3.500 cal yr BP. Corresponde a una unidad aluvial que marca una reducción importante en el balance hídrico del sistema de Valsalada, pero que mantiene su dinámica fluvial bajo condiciones frías registradas entre los períodos Younger Dryas y Subboreal de la cronología paleoclimática europea. Especial interés despierta la detección del Younger Dryas, circunstancia poco frecuente en los registros aluviales de la Cuenca del Ebro (Muñoz *et al.*, 2006). Por otro lado, ha sido identificada una terraza de esta edad asociada con el río Cinca (Sancho *et al.*, 2004) y una fase de agradación fluvial en el río Guadalupe (Fuller *et al.*, 1998). Las condiciones de enfriamiento y de menor disponibilidad hidrológica, asociadas con el aluvionamiento en el sistema de Valsalada se prolongarían al menos hasta el período Subboreal. A partir de este momento se intensificarían las condiciones de aridez, de acuerdo con la variabilidad de circulación atmosférica en el Atlántico Norte NAO (Björck *et al.*, 2006). A este respecto Faust *et al.* (2004) indican una clara relación climática entre la región noratlántica y la cuenca mediterránea para el Holoceno superior.

Como consecuencia destacable, la asociación de condiciones frías y húmedas con la dinámica aluvial sedimentaria supone un comportamiento diferencial con respecto a la evolución habitual observada en sistemas aluviales holocenos en zonas semiáridas (Waters y Haynes, 2001; Faust *et al.*, 2004; Peña *et al.*, 2004; Muñoz *et al.*, 2006) en los que la activación sedimentaria se asocia con condiciones de mayor aridez.

Con toda probabilidad, la respuesta diferencial ante la variabilidad climática holocena del sistema aluvial de Valsalada puede deberse a la reducida extensión de la cuenca de drenaje, los bajos gradientes topográficos del sistema aluvial y la alimentación hidrológica, al menos parcial, procedente de los humedales salinos durante etapas frías y de mayor humedad, lo que favorecería el desarrollo de un sistema aluvio-fluvial con secuencias estratigráficas condensadas de baja energía con una elevada continuidad en la sedimentación y bajas tasas de acumulación.

Por otro lado, la Unidad Coluvial que se superpone a la anterior constituye una respuesta regional validada en diferentes áreas de la parte central de la Depresión

del Ebro (Peña *et al.*, 2004). Esta acumulación de edad tardirromana procedente del desmantelamiento de los limos yesíferos que recubrían las laderas circundantes se asocia con condiciones climáticas secas y cálidas del período Subatlántico, en un medio de alta fragilidad en el que la presión antrópica favorecería el desencadenamiento de los procesos erosivos (Faust *et al.*, 2004; Peña *et al.*, 2004).

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el FEDER (Proyecto BTE2003-01296). Es una contribución de los grupos consolidados Paleoaambientes del Cuaternario y Análisis de Cuencas Sedimentarias Continentales del Gobierno de Aragón.

#### Referencias

- Benito, G (1989). *Geomorfología de la Cuenca Baja del río Gállego*. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 764 p.
- Björck, S., Rittenour, T., Rosén, P., França, Z., Möller, P., Snowball, I., Wastegard, S., Bennike, O. y Kromer, B. (2006). *Quaternary Science Reviews*, 25, 9–32.
- Faust, D., Zielhofer, Ch., Baena, R. y Díaz del Olmo, F. (2004). *Quaternary Science Reviews*, 23, 1757-1775.
- Fuller, I.C., Macklin, M.G., Lewin, J., Passmore, D.G. y Wintle, A.G (1998). *Geology*, 26, 275-278.
- Muñoz, A., Sancho, C., Peña, J.L., Benito, G., Rhodes, E., McDonald, E. y Longares, L.A. (2006). *Geogaceta*, 40, 263-266.
- Pardo, G, Arenas, C., González, A., Luzón, A., Muñoz, A., Pérez, A., Pérez-Rivarés, F.J., Vázquez-Urbez, M. y Villena, J. (2004). En: *La Cuenca del Ebro* (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, 533-543.
- Peña, J.L., Julián, A., Chueca, J., Echeverría, M.T. y Ángeles, G. (2004). En: *Geografía Física de Aragón: aspectos generales y temáticos* (Peña, J.L., Longares, L.A. y Sánchez, M., Eds.). Universidad de Zaragoza-Institución Fernando el Católico, 289-302.
- Sánchez-Goñi, M.F., Turon, J.L., Eynaud, F. y Gendreau, S. (2000). *Quaternary Research*, 54, 394-403.
- Sancho, C., Peña, J.L., Lewis, C., McDonald, E. y Rhodes, E. (2004). En: *Itinerarios geológicos por Aragón* (Colombo, F., Liesa, C.L., Meléndez, G., Pocolí, A., Sancho, C. y Soria, A.R., Eds.). Geo-Guías, 1, 181-205. Sociedad Geológica de España.
- Waters, M.R. y Haynes, C.V. (2001). *Geology*, 29, 399-402.