

Influencia diapírica sobre depósitos fluviales de tipo «braided» en la cantera de Laño (Campaniense Superior-Maastrichtiense Inferior. Cuenca Vasco-Cantábrica)

Diapiric influence upon braided-type fluvial deposits at the Laño quarry (Upper Campanian-Lower Maastrichtian. Basque-Cantabrian Basin)

J. J. Gómez-Alday y J. Elorza

Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco. Apdo. 644; 48080 Bilbao. E-mail: nppelzaj@g.ehu.es

ABSTRACT

The western cliff of the Laño quarry shows extensive tabular sandsheet bodies of upper Campanian-lower Maastrichtian age, that represent channel-fill sequences deposited in a broad low-sinuosity braided-type fluvial system. Diverse sedimentological features such as channel incision, bedform types and palaeocurrent distribution, as well as the occurrence of seism related structures are interpreted in terms of possible synsedimentary tectonic activity of the very close Peñacerrada Diapir.

Key words: Campanian-Maastrichtian, braided-type fluvial deposits, synsedimentary tectonic activity, Peñacerrada Diapir.

Geogaceta, 25 (1999), 87-90
ISSN: 0213683X

Introducción y encuadre geológico

El área de estudio se localiza en la cantera de Laño (Fig. 1), situada en el flanco sur del Sinclinorio de Miranda-Treviño (Dominio Navarro-Cántabro, Cuenca Vasco-Cantábrica) en materiales de edad Campaniense superior-Maastrichtiense superior. Esta zona ha sido objeto de estudios geológicos de carácter general (Portero y Ramírez del Pozo, 1979) y tecto-sedimentarios (Floquet, 1992; Baceta *et al.*, 1994). Otros más específicos sobre la aparición de faunas de vertebrados fósiles (Astibia *et al.*, 1987) y estratigráficos han sido realizados en esta cantera (Gómez-Alday *et al.*, 1994).

En sección W-E, la cantera muestra la existencia de, al menos, seis rupturas dentro del registro sedimentario (Fig. 2A y B) que, de forma general, se compone de depósitos continentales (fluviales y palustres), de transición y marino someros. Las rupturas son discordancias angulares de muy baja inclinación que se solapan en dirección W. Este hecho, junto con la aparición de fallas sinsedimentarias de dirección NE-SE, sugiere la existencia de movimientos tectónicos probablemente derivados de la actividad halocinética del cercano Diapiro de Peñacerrada (Gómez-Alday *et al.*, 1994).

El presente trabajo trata de delimitar la relación entre la organización interna de los materiales fluviales que quedan expuestos en la pared W de la cantera y la actividad tectónica sinsedimentaria desarrollada en el área de estudio. Estos depósitos fluviales, definidos anteriormente como Sistema aluvial inferior de cantos «disk-shaped» (Gómez-Alday *et al.*, 1994), se componen mayoritariamente de arenas y arenas conglomeráticas siliciclásticas escasamente cementadas. Forman cinco cuerpos tabulares elongados, que corresponden con otras tantas secuencias de relleno multiepisódico de canal, con espesores de hasta 9 m y extensión lateral de orden kilométrico. Su edad puede corresponder al Campaniense superior-Maastrichtiense inferior (Baceta *et al.*, in press).

Descripción e interpretación de la serie

La sección estudiada, con una longitud en dirección E-W de 100 m, está situada en la pared occidental de la cantera. La serie, de 27 m de espesor, se compone de arenas y arenas conglomeráticas (95%) y, en menor proporción, conglomerados heterolíticos (2%) y lutitas (3%), en las cuales la bioturbación es escasa o inexistente. Los cantos que forman los

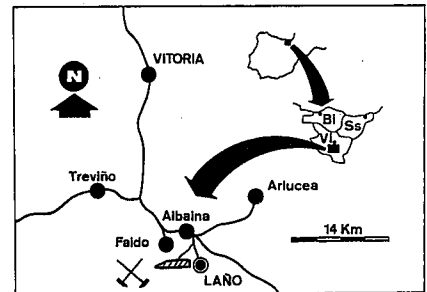


Fig. 1.- Localización de la cantera de Laño.

Fig. 1.- Location of the Laño quarry.

conglomerados, subsféricos o discoidales, raramente superan los 3 cm de diámetro mayor, alcanzando excepcionalmente 7 cm. Las arenas son de tamaño de grano muy fino a medio aunque en ocasiones puede llegar a ser grueso.

Dentro de la serie, hemos distinguido cinco cuerpos de geometría tabular, que en adelante denominaremos unidades, de hasta 9 m de espesor y longitudes de orden kilométrico en sentido perpendicular a las paleocorrientes medidas (Fig. 2C y D). Debido a las características del afloramiento, los límites laterales no ha sido posible precisar. El muro de la serie no aflora y el techo viene delimitado por una superficie de erosión que dibuja una dis-

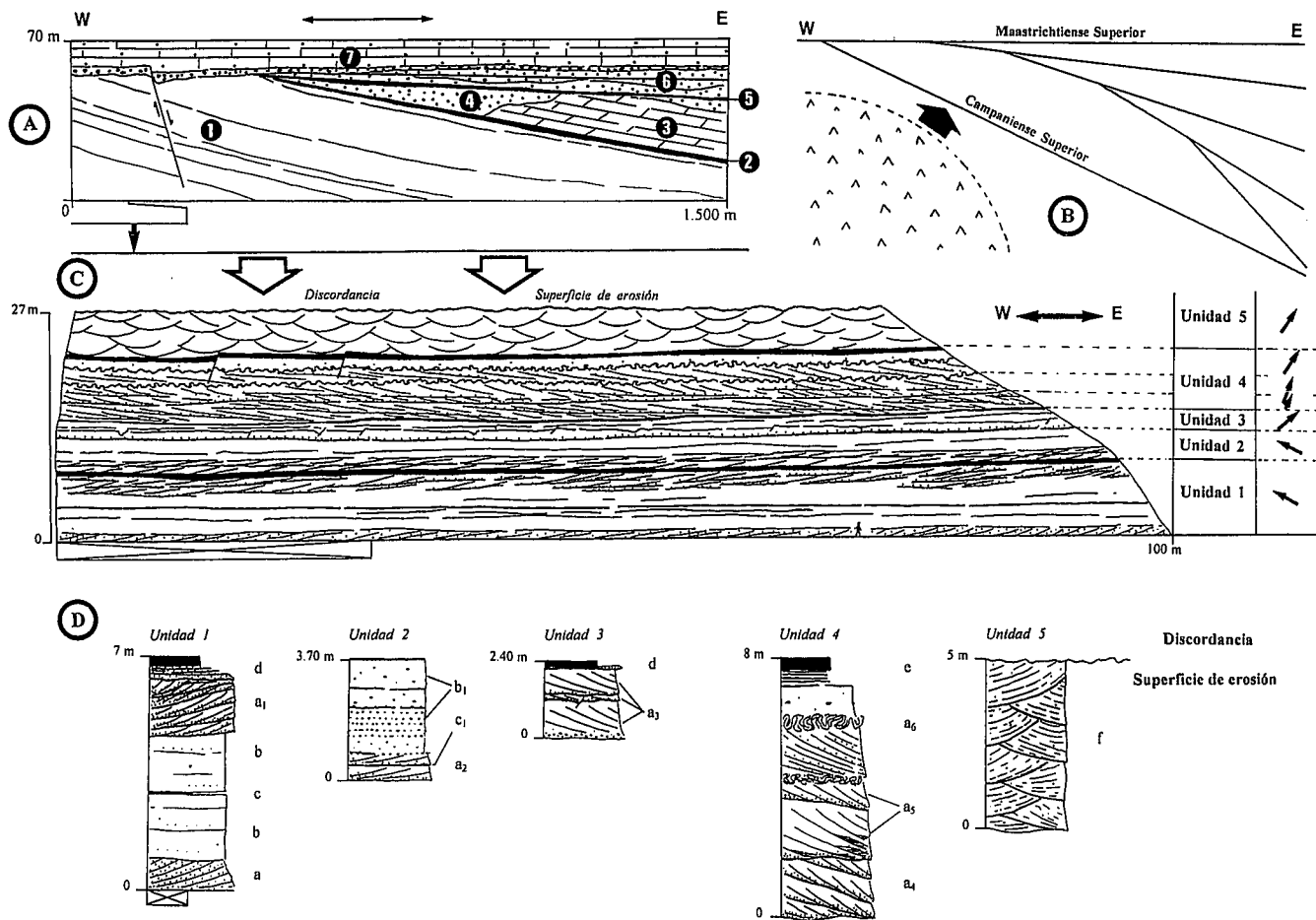


Fig. 2.- A) Corte geológico simplificado de la cantera de Laño (modificado de Gómez-Alday et al., 1994). 1: Sistema fluvial inferior de cantos «disk shaped». 2: Sistema palustre inferior. 3: Sistema palustre intermedio. 4: Sistema fluvial intermedio. 5: Sistema palustre superior. 6: Sistema fluvial superior. 7: Sistemas litorales superiores. B) Esquema de la disposición de las discordancias angulares sobre el área de levantamiento diapírico. C) Diagrama de facies del Sistema fluvial inferior de cantos «disk shaped» en la pared W de la cantera de Laño. Las flechas indican los valores medios de las paleocorrientes medidas. D) Columnas estratigráficas detalladas de cada unidad. Descripción de las facies en el texto.

Fig. 2.- A) Simplified cross-section at Laño quarry site (modified from Gómez-Alday et al., 1994). 1: Lower fluvial system with «disk-shaped» clasts. 2: Lower palustrine system. 3: Intermediate palustrine system. 4: Intermediate fluvial system. 5: Upper palustrine system. 6: Upper fluvial system. 7: Upper coastal systems. B) Schematic diagram showing the overlapping of discordances upon the diapiric uplift area. C) Facies diagram of the Lower fluvial system with «disk-shaped» clasts through the western cliff at Laño quarry. The arrows mean values of measured palaeocurrents. D) Detailed vertical logs of each unit. Facies description in the text.

cordancia angular con las unidades terrígeno-carbonatadas suprayacentes (Fig. 2A). Son visibles delgadas costras ferruginosas concordantes con la estratificación general y, en la mayoría de las ocasiones, coincidentes con los límites de las unidades establecidas.

Unidad 1

Facies a. Conglomerados y arenas conglomeráticas con estratificación cruzada planar: Comprende un set de 90 cm de espesor y extensión lateral superior a 100 m con foresets de bajo ángulo (< 10°).

Facies a₁. Arenas conglomeráticas con estratificación cruzada planar: Se organizan en sets de 20 a 70 cm de es-

pesor, con gradación positiva, y decenas de metros de extensión lateral, en los cuales se observa una tendencia a la disminución de espesor hacia el techo. Las bases de los sets son erosivas y dibujan superficies de erosión de bajo ángulo (< 5°) que buzcan en el sentido de las láminas de foreset, cuya inclinación es inferior a 10°. Forman un coset tabular de 1.50 m de potencia.

Facies b. Arenas con laminación paralela: Forman sets tabulares de orden métrico (0.4 - 1 m) de gran continuidad lateral.

Facies c. Lutitas laminadas: Consisten en pasadas de 0.5 a 5 cm de espesor asociadas a techo de las «Facies b».

Facies d. Conglomerados masivos y lutitas laminadas: Forman un paquete continuo, que limita la unidad a techo, constituido por 50 cm de conglomerados masivos de base suavemente erosiva que pasan verticalmente a 40 cm de conglomerados con intercalaciones lutíticas, lutitas con delgadas pasadas conglomeráticas y finalmente lutitas de tonos rosáceos a violáceos.

La asociación de facies descrita sugiere estructuras sedimentarias que se componen de «sheets» de laminación paralela (b), barras transversales o linguoides aisladas (a) y barras compuestas (a₁) formadas por el apilamiento de barras transversales o linguoides con una ligera componente descendente (Colin, 1979; Haszeldine, 1983; Røe

y Hermansen, 1993). La «Facies d» se interpreta como depósitos de abandono del canal. Las paleocorrientes tomadas en las «Facies a y a₁» (n= 8) marcan un sentido medio de N298E.

La baja inclinación de los *foresets* de la estratificación cruzada y la frecuente laminación paralela con cantos gruesos dispersos es indicativa de flujos altos, posiblemente dentro del campo de transición de dunas a lechos planos de alto régimen de flujo, y alta carga de sedimento (Røe, 1987). Las superficies de erosión entre los *sets* de la barra compuesta (superficies de 2º orden, Haszeldine, 1983), sugieren cambios bruscos en el régimen de descarga dentro de un canal con una tendencia hacia una lámina de agua cada vez menor (Colin, 1979). Por otra parte, la geometría de los cuerpos, la existencia de delgadas pasadas lutíticas a techo de niveles con laminación paralela y las dimensiones de las formas del lecho, sugieren la existencia de flujos efímeros periódicos, poco canalizados, sin evidencias de marcadas diferencias topográficas en el lecho fluvial.

Unidad 2

Facies a₂. Arenas conglomeráticas con estratificación cruzada planar: Forman dos *sets* de 43 y 45 cm respectivamente, con gradación positiva y *foresets* de bajo ángulo (< 10º).

Facies b₁. Arenas con laminación paralela y cantos blandos: Están organizadas en *sets* tabulares de orden decimétrico (10 - 70 cm) y gran extensión lateral, separados por niveles de cantos blandos.

Facies c₁. Lutitas masivas: Aparecen en niveles grisáceos o violáceos de espesor centimétrico (0.5 - 6 cm) que pueden asociarse a techo de las «Facies a₂ y b₁».

La «Facies a₂» representa barras transversales o linguoides desarrolladas en canales muy poco profundos. La aparición de lutitas a techo de los *sets* de estratificación cruzada (a₂) y con laminación paralela (b₁), unida a la ausencia de pasos transicionales a otras estructuras sedimentarias, es interpretada como resultado de rápidas disminuciones en el poder del flujo (Dreyer, 1993). Estas características, junto con la geometría de los estratos (relaciones anchura/espesor) sugieren flujos efímeros, poco canalizados y esporádicos o «sheet-floods» (Friend, 1983). Las paleocorrientes medidas en la «Facies a₂» (n= 2) muestran un sentido N290E.

Unidad 3

La base de la unidad, ligeramente erosiva, está definida por un «lag» conglomerático.

Facies a₃. Arenas conglomeráticas con estratificación cruzada planar: Forman *sets* de 0.20 a 1.20 m con gradación positiva y *foresets* de bajo ángulo (< 10º).

Facies d. Conglomerados masivos y lutitas laminadas: Aparecen a techo de la unidad y consisten en 9 cm de conglomerados masivos de base suavemente erosiva que pasan verticalmente a 18 cm de lutitas de tonos rosáceos a violáceos.

Las estructuras sedimentarias sugieren formas del lecho muy próximas a las barras linguoides o transversales producidas por flujos efímeros poco canalizados, aunque más desarrolladas que en la Unidad 2.

Dentro de la «Facies a₃» se observan microfallas de salto milimétrico a centimétrico y zonas de cizalla vertical limitadas a muro y techo por sedimentos no deformados, características que son relacionadas por varios autores como evidencias de actividad sísmica sinsedimentaria (Alfaro et al., 1995; Mastalerz y Wojewoda, 1993). La «Facies d» se interpreta como de abandono del canal. Las paleocorrientes tomadas (n= 2) muestran un valor medio N040E.

Unidad 4

Facies a₄. Arenas conglomeráticas con estratificación cruzada planar: Comprenden *sets* con base erosiva, de 40 a 50 cm de espesor, con gradación positiva y decenas de metros de extensión lateral que dibujan superficies que buzcan aproximadamente 5º en el sentido de las láminas de *foreset* cuya inclinación es inferior a 10º. Forman un *coset* tabular de 1.70 m de potencia con una marcada base erosiva.

Se interpreta como una barra compuesta por el apilamiento de barras transversales o linguoides con una componente descendente de mayor inclinación que en la Unidad 1. Las superficies que separan cada *set* (superficies de 2º orden) pueden resultar de la erosión de las formas del lecho, como consecuencia de un aumento brusco de la lámina de agua. Por otra parte las dimensiones de las formas del lecho, apuntan a la existencia de flujos canalizados de al menos 1.70 m de profundidad con evidencias de marcadas diferencias topográficas en el lecho y

fluctuaciones en el régimen de descarga. El valor medio de las paleocorrientes tomadas (n= 5) muestra un sentido N019E.

Facies a₅. Arenas, arenas conglomeráticas y conglomerados con estratificación cruzada planar con intrasets: Constituyen *sets*, de base erosiva, que poseen espesores entre 0.30 a 1.10 m. Las láminas de *foreset* presentan una baja inclinación (< 10º) y las paleocorrientes (n= 10) marcan un sentido N016E. Los *sets*, a su vez, contienen *intrasets* con estratificación cruzada, de pocos centímetros de espesor, que muestran un valor medio de paleocorriente (n= 6) de N216E.

Las estructuras mayores muestran un valor de paleocorriente orientado a alto ángulo respecto a los *intrasets*, lo que sugiere que eran formas del lecho con una cresta curvada, típica de barras linguoides de morfología lobada (Colin, 1979). La presencia de superficies de erosión inclinadas suavemente entre *cosets* de estratificación cruzada (superficies de 1º orden) implica un retrabajamiento importante de las macroformas del lecho debido a fluctuaciones notables en la descarga, caracterizada por flujos y transporte de sedimento altos en un canal de al menos 2.5 m de profundidad.

Facies a₆. Arenas y conglomerados con estratificación cruzada planar: Forman un paquete de 2.70 m de espesor y gran continuidad lateral. Los *foresets* presentan un bajo ángulo (aprox. 12º). El valor medio del paleoflujo (n= 5) muestra un sentido N027E.

Esta facies representa el depósito de una gran forma del lecho, bien una barra transversal o bien linguoide, en un canal de al menos 1.80 m de profundidad dentro de un régimen de descarga con fluctuaciones lo suficientemente bajas como para que la laminación de *foreset* no sufriera modificación por erosión importante. Sin embargo la alternancia de niveles de arenas con niveles más conglomeráticos podría ser indicativo de fluctuaciones en el caudal de pequeña escala.

Facies e. Arenas y lutitas laminadas: Compuesta por arenas de tamaño medio a grueso laminadas con *ripple?*, e interestratificadas con delgadas pasadas de lutitas violáceas en *sets* de 10 a 15 cm que evolucionan verticalmente a 30 cm de lutitas violáceas. Representa el abandono del canal.

La aparición de niveles de laminación «convolute» de escala considerable con estructuras tipo «dique», «pilar», «volcanes de arena», microfallas y fallas norma-

les de salto decimétrico asociados a techo de las «Facies a₃, a₄, a₅ y e» se interpreta como evidencias de actividad sísmica sin-sedimentaria (Owen, 1996; Alfaro *et al.*, 1995; Mastalerz y Wojewoda, 1993).

Unidad 5

Facies f. Arenas con estratificación cruzada de surco a gran escala: Forma un cuerpo de geometría tabular y gran extensión lateral con festones de 2 m de altura y anchuras de 2 a 3 m. Las láminas de *foreset* poseen una inclinación próxima a 30° y muestran un valor medio de paleoflujo (n= 3) de N025E.

Estas facies son indicativas de dunas de cresta sinuosa de grandes dimensiones que en ríos actuales tienden a formarse en las zonas más profundas de los canales (Cant y Walker, 1978; Todd y Went, 1991). No han sido observadas discontinuidades en los *foresets*, ni diferencias importantes en el tamaño de grano, lo que sugiere variaciones en la lámina de agua poco marcadas.

Discusión y conclusiones

Uno de los aspectos sedimentológicos que más llama la atención en la serie estudiada es la variabilidad del tipo de facies y la organización interna de los cuerpos tabulares arenosos. Cada unidad representa el relleno multiepisódico de canales organizados en cuerpos tabulares elongados de gran extensión lateral (Collinson, 1986) con profundidades entre 2.70 y 9 m. Ríos con altas relaciones anchura/profundidad, posiblemente excediendo de 40 y transportando el sedimento como carga de fondo, definen a los sistemas fluviales de baja sinuosidad (<1.3) tipo «braided» (Miall, 1977).

Las Unidades 1, 2 y 3 representan canales muy someros, con flujos expandidos, velocidades y relaciones de carga de sedimento altas, con un pobre desarrollo de subcanales durante estadios de flujo medio o bajo y marcados picos de descarga. Por otro lado las Unidades 4 y 5 parecen indicativas de corrientes fluviales en canales más profundos, con rasgos más incisivos y notables diferencias topográficas, pudiéndose desarrollar subcanales durante los estadios medios y bajos de

descarga. También, las «Facies a₆» y «Facies f» de la Unidad 5 indican fluctuaciones menos marcadas en la descarga.

Así mismo, las Unidades 1 y 2 por un lado y las 3, 4 y 5 por otro, muestran un cambio en la paleopendiente de los canales, con sentido NW en las primeras y NE en las segundas, que puede tener su origen en un basculamiento de la llanura fluvial hacia el E provocando un giro en el trazado de los canales.

Procesos externos, como el clima y la tectónica, posiblemente ejercieron un control sobre el tipo de registro sedimentario, ya que el techo de cada unidad marca un cambio en las condiciones del medio, tales como el régimen de descarga, carga de sedimento, anchura y profundidad, velocidad, inclinación y rugosidad del lecho (Miall, 1977). No existen, a priori, evidencias indudables de cambio climático a gran escala en los depósitos descritos. Sin embargo, la aparición de discordancias angulares y fallas normales que afectan al registro sedimentario presente en la cantera, y el desarrollo, dentro de la serie estudiada, de niveles con microfallas y fallas normales de salto decimétrico y laminación «convolute» coincidentes con cambios en las condiciones de sedimentación del medio, pudo haber estado relacionado con una actividad tectónica sindeposicional.

Así, en zonas de levantamiento y debido a un cambio en el gradiente, es habitual una degradación e incisión de los canales, con erosión de sedimentos previos (p. e. con la formación de terrazas), un mayor desarrollo de subcanales (Ouchi, 1985) e importantes cambios en la geometría de los cuerpos arenosos (Guiseppe y Heller, 1998).

Las observaciones apuntadas anteriormente sugieren que, durante el depósito del sistema fluvial, la actividad halocinética del Diapiro de Peñacerrada ejerció una influencia importante en la configuración del sistema, sin descartar un movimiento compresivo inicial durante la Orogenia Alpina.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación UPV/EHU 130-310-EB 177/96.

Referencias

- Alfaro, P., Domènech, C., Estévez, A. y Soria, J. M. (1995): *Geogaceta*, 17: 91-95.
- Astibia, H., García-Garmilla, F., Orue-Etxebarria, X., Rodríguez-Lázaro, J., Buscalioni, A. D., Sanz, J. L. y Jiménez-Fuentes, E. (1987): *Cret. Res.*, 8: 15-27.
- Baceta, J. I., Pujalte, V. y Payros, A. (1994): *Geogaceta*, 16: 90-94.
- Baceta, J. I., Pujalte, V. y Orue-Etxebarria, X. (in press): *Paleontología i Evolució*.
- Cant, D. J. y Walker, R. G. (1978): *Sedimentology*, 25: 625-648.
- Colin, M. J. (1979): *Sedimentary Geology*, 24: 85-104.
- Collinson, J. D. (1986): *In: Sedimentary environments and facies. 2nd. Ed. Chapter 3:* 20-62.
- Dreyer, T. (1993): *Spec. Publs int. Ass. Sediment.*, 17: 337-363.
- Floquet, M. (1992): *Int. Symp. Strat. of Mesozoic-Cenozoic Basins. Field Guide Book:* 130 p.
- Friend, P. F. (1983): *Spec. Publs int. Ass. Sediment.*, 6: 345-355.
- Gómez-Alday, J. J., Elorza, J. y García-Garmilla, F. (1994): *Geogaceta*, 16: 90-94.
- Guiseppe, A. C. y Heller, P. L. (1998): *Geology*, 3: 239-242.
- Haszeldine, S. R. (1983): *Spec. Publs int. Ass. Sediment.*, 6: 449-456.
- Mastalerz, K. y Wojewoda, J. (1993): *Spec. Publs int. Ass. Sediment.*, 17: 293-304.
- Miall, A. D. (1977): *Earth-Science Reviews*, 13: 1-62.
- Ouchi, S. (1985): *Geological Society of America Bulletin*, 96: 504-515.
- Owen, G. (1996): *Sedimentology*, 43: 279-293.
- Portero y Ramírez del Pozo (1979): *Memoria explicativa del Mapa Geológico de España. E: 1:50.000 n° 170* (Haro). Instituto Geológico y Minero de España: 43 p.
- Roe, S. -L. (1987): *Sedimentology*, 34: 89-101.
- Roe, S. -L. y Hermansen, M. (1993): *Spec. Publs int. Ass. Sediment.*, 17: 151-166.
- Todd, S. P. y Went, D. J. (1991): *Sedimentology*, 38: 997-1020.