

Un sistema turbidítico Bartonense de tipo «channel-levee» en la Cuenca de Pamplona: implicaciones tectónicas y paleogeográficas

A Bartonian channel-levee turbidite system in the Pamplona Basin: tectonic and paleogeographic implications

A. Payros, V. Pujalte, X. Orue-Etxebarria y J.I. Baceta

[Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad del País Vasco, Apdo. 644; 48080 Bilbao

ABSTRACT

The Bartonian Ezkaba Sandstone, in the Pamplona Basin, seems to represent channel-fill deposits of a laterally migrating channel-levee turbidite system. Its siliciclastic nature and its northern derivation indicate the contemporaneous emergence of the orogenic inner zones in the western Pyrenees.

Key words: Eocene, western Pyrenees, channel-levee turbidite system, orogenic implications.

Geogaceta, 22 (1997), 145-148

ISSN: 0213683X

Introducción

Al comienzo del Terciario en el dominio pirenaico existía un golfo marino abierto hacia el Atlántico y flanqueado por plataformas carbonatadas en sus márgenes septentrional y meridional (i.e., Plataforma de Aquitania y Plataforma Noribérica; Baceta, 1996). Dicha situación varió sustancial aunque paulatinamente a lo largo del Paleógeno, como consecuencia de la convergencia de las placas Ibérica y Europea. Durante el Eoceno, en particular, el golfo pirenaico experimentó un importante estrechamiento y en su parte oriental tuvo lugar la surrección de relieves orogénicos que condujeron a la subdivisión del golfo en sendas cuencas de antepaís, norpirenaica y surpirenaica (Fig. 1). La prueba principal de la existencia de relieves emergidos es la llegada de sedimentos terrígenos a las citadas cuencas de antepaís, materiales procedentes del desmantelamiento del orógeno en crecimiento. Una parte importante de estos sedimentos siliciclásticos abastecieron los sistemas turbidíticos desarrollados en el fondo del golfo pirenaico.

El objetivo del estudio realizado ha sido el de analizar las sucesiones paleógenas de la parte occidental de la cuenca de antepaís surpirenaica (Cuenca de Pamplona, *sensu* Payros, 1997) y reconocer materiales que registraran una inversión paleogeográfica similar a la

descrita. Los resultados de dicho trabajo se dan a conocer en esta nota, presentándose una unidad estratigráfica (denominada Areniscas de Ezkaba) que, a nuestro parecer, registra la surrección del orógeno pirenaico occidental. Se describen las características sedimentológicas principales de dichos materiales, se establecen el ambiente y sistema sedimentarios en los que se acumularon, y se ofrecen datos de edad precisos en base a microfosforíferos planctónicos. Además, se realiza una propuesta de correlación de la citada unidad con materiales análogos de la parte central de la cuenca de antepaís surpirenaica (Cuenca de Jaca). Finalmente, se discuten las implicaciones tectónicas y paleogeográficas que se pueden extraer para la Cuenca de Pamplona en particular y para la cuenca de antepaís surpirenaica en general.

Las Areniscas de Ezkaba: facies y ambiente deposicional

El Bartonense de la Cuenca de Pamplona está caracterizado por depósitos de naturaleza esencialmente margosa. Entre éstos destacan las Margas de Erize (*sensu* Payros, 1997), del Luteciense superior-Bartonense inferior, y las Margas de Pamplona (*sensu* Mangin, 1959-60), del Bartonense medio y superior. Dichos materiales se acumularon, respectivamente, en ambientes de talud carbonatado y prodelta. La diferenciación de las

Margas de Erize y Pamplona es a menudo difícil, dadas sus semejanzas litológicas. No obstante, al norte de Pamplona ambas unidades están claramente separadas por litosomas de materiales terrígenos (Areniscas de Ezkaba), objetivo de este trabajo.

Los depósitos más característicos de las Areniscas de Ezkaba son cuarciarenitas calcáreas de grano medio-grosso, con proporciones variables de bioclastos. Por lo general aparecen en capas decimétricas que internamente muestran gradación vertical, laminaciones difusas y abundantes clastos blandos de tamaños centimétricos. Las capas presentan aspecto canaliforme, con bases erosivas en las que son relativamente frecuentes estructuras de paleocorrientes («flute casts», «groove casts» y «prod casts» principalmente); las direcciones de desplazamiento registradas por ellas señalan una orientación dominante de norte a sur (70% de 86 medidas realizadas). Las características señaladas permiten su consideración como turbiditas depositadas a partir de flujos de alta densidad (facies C2.1 y C2.2 de Pickering *et al.*, 1986; gS, gSM y glSM de Ghibaudo, 1992).

Habitualmente estas capas se encuentran amalgamadas entre sí, configurando litosomas discontinuos de areniscas intercalados entre depósitos margosos. Se han diferenciado siete cuerpos areniscos principales, cuyos espesores individuales máximos oscilan entre los 10 y 75

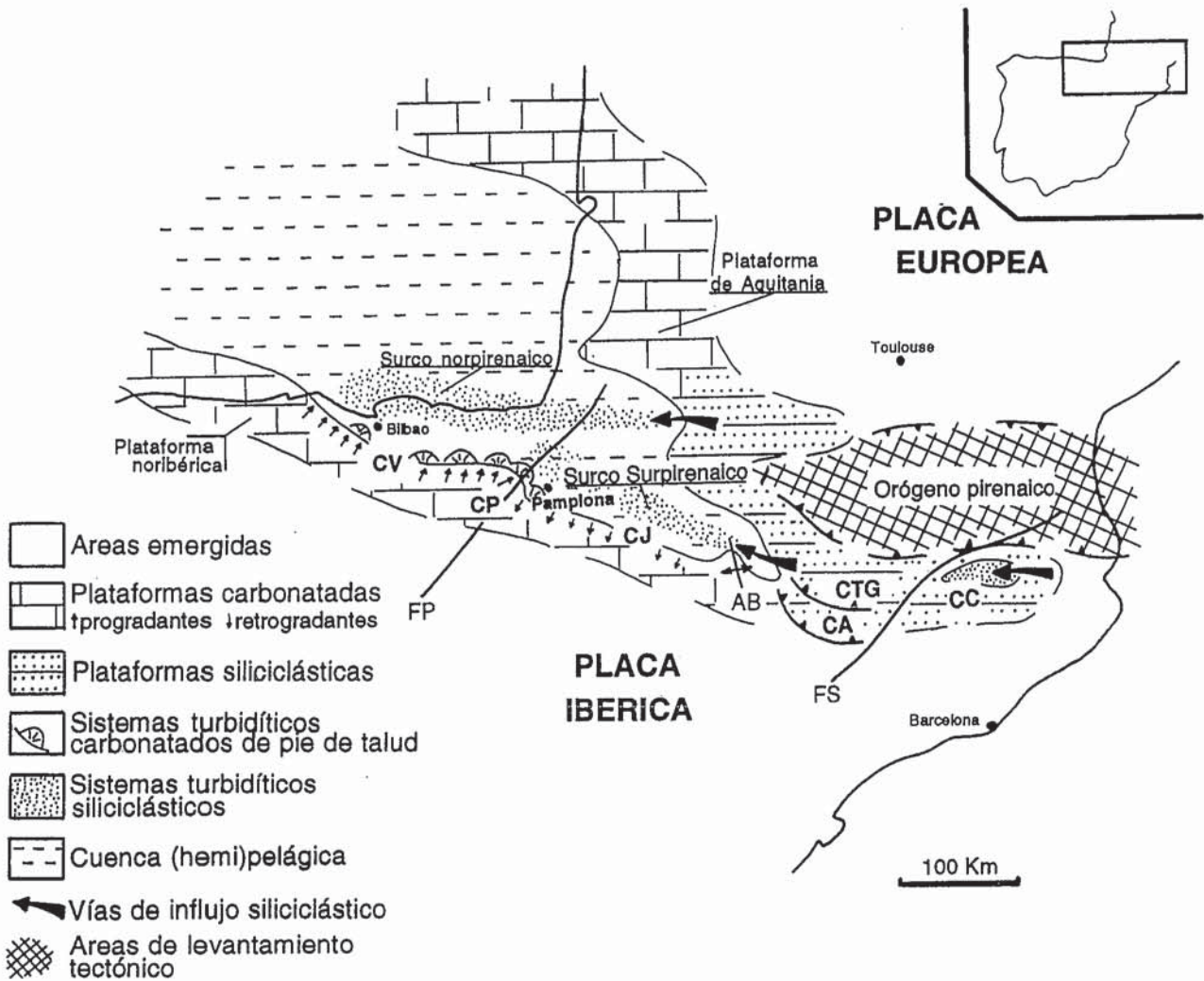


Fig. 1.- Paleogeografía simplificada de la zona pirenaica durante el Eoceno. C.V.: Cuenca Vasca; C.P.: Cuenca de Pamplona; C.J.: Cuenca de Jaca; C.T.G.: Cuenca de Tremp-Graus; C.A.: Cuenca de Ager; C.C.: Cuenca Catalana; F.P.: Falla de Pamplona; A.B.: Anticlinal de Boltaña; F.S.: Falla del Segre. La zona estudiada se encuentra inmediatamente al norte de Pamplona (ver Fig. 2a).

Fig. 1.- Simplified Eocene paleogeography of the Pyrenean zone. C.V.: Basque Basin; C.P.: Pamplona Basin; C.J.: Jaca Basin; C.T.G.: Tremp-Graus Basin; C.A.: Ager Basin; C.C. Catalan Basin; F.P.: Pamplona Fault; A.B.: Boltaña Anticline; F.S.: Segre Fault. The studied zone is immediately to the north of Pamplona (see Fig. 2a).

m y cuyas anchuras varían entre 300 m y 5 Km (Fig. 2). El espesor conjunto de los materiales estudiados es de unos 500 m. Los litosomas individuales de areniscas poseen bases irregulares cóncavas hacia arriba, techos planos y rellenos que configuran mesosecuencias positivas, por lo que se interpretan como canales (Mutti y Ricci Lucchi, 1975; Stow, 1984); además, dado que la capas turbidíticas descritas pasan, lateralmente y de forma progresiva, a facies margosas, los canales son considerados como de carácter deposicional (Normark, 1970). Sus ejes se orientan en una dirección N-S que coincide con las mediciones de paleocorrientes realizadas en base a estructuras de muro

de capas, corroborando así la dirección de transporte de sedimento.

Los cuerpos de areniscas están vertical y lateralmente relacionados con depósitos esencialmente margosos, a veces afectados por fenómenos de deslizamientos gravitacionales (slumps; facies F2.1 y F2.2 de Pickering *et al.*, 1986). Entre ellos se intercalan delgadas capas turbidíticas planoparalelas de areniscas finas depositadas a partir de flujos diluidos y expandidos (facies C2.2 y C2.3 de Pickering *et al.*, 1986; facies tgSM, trSM, glMS y lMS de Ghibaudo, 1992); no se han podido medir paleocorrientes en estas últimas capas, pero por su posición y facies se consideran resultado del desbordamiento de las corrientes turbidíticas

concentradas que circularían por los ejes de los canales.

El análisis de facies permite deducir un ambiente deposicional de pie de talud, por el cual, y a través de canales, habrían circulado corrientes de turbidez originadas pendiente arriba. El desbordamiento de estas corrientes habría construido diques marginales que delimitarían los canales y confinarían de un modo más o menos efectivo las corrientes de turbidez que por ellos fluían. Aunque los canales areniscos aparecen en la actualidad como cuerpos aislados entre margas, los datos cartográficos y la correlación de perfiles demuestran una disposición en relevo. Además, su desplazamiento parece haber seguido una trayectoria cohe-

rente de este a oeste, como lo indica el trazado de la envolvente de los canales (Fig. 2b). Todo ello sugiere que las Areniscas de Ezkaba, en su conjunto, constituyen depósitos de relleno de canales de un único sistema de «channel-levee». En apoyo de esta interpretación, cabe señalar que el desplazamiento (o «deriva») de los canales es un hecho relativamente frecuente en sistemas de «channel-levee» recientes (e.g., Pautot *et al.*, 1984; Martínez del Olmo, 1984).

La ausencia de afloramientos de materiales contemporáneos al sur de Pamplona impide conocer la extensión hacia el sur del sistema de «channel-levee» de Ezkaba. Tan sólo puede determinarse que en los sondeos realizados al sur de Pamplona no se han identificado areniscas de esta edad. Ello parece sugerir una rápida dilución del sistema turbidítico hacia regiones meridionales. Cabe señalar que el intervalo estratigráfico equivalente en esas regiones podría corresponder al cambio litológico que en el sondeo Pamplona-5 se reconoce a los 505 m de profundidad.

Datación bioestratigráfica

Al contrario que las unidades infra- y suprayacentes, los depósitos margosos incluidos en el sistema de «channel-levee» de Ezkaba presentan asociaciones ricas de foraminíferos planctónicos. Sin embargo, su datación ha resultado complicada, ya que se trata de un intervalo estratigráfico cuyas especies índices no habían sido descritas previamente en el ámbito pirenaico. Entre las especies más frecuentes reconocidas se pueden citar, entre otras, *Eoglobigerina linaperta* (Finlay), *E. pseudocaena* (Subbotina), *E. lozanoi* (Colom), *E. eocaena* (Hagn y Lindenberg), *E. senni* (Beckmann), *E. bizkaiensis* (Orue-Etxebarria), *Turborotalia cerroazulensis pomeroli* (Toumarkine y Bolli) y *Pseudohastigerina micra* (Cole), todas ellas de una amplia distribución temporal, lo cual ha dificultado especialmente la datación. Sin embargo, y de acuerdo a Toumarkine y Luterbacher (1985), la presencia de especies como *Acarinina primitiva* (Finlay), *T. cerroazulensis cerroazulensis* (Cole) y *Hantkenina dumblei* Weinzierl y Applin, junto con la ausencia de otras como *E. inaequispira* (Subbotina), *E. frontosa* (Subbotina), *A. broedermanni* (Cushman y Bermudez) y *P. wilcoxensis* (Cushman y Ponton), permite la atribución de estas asociaciones a la biozona de *Orbulinoides beckmanni* (Saito) (Bartoniense inferior, parte alta). Esta datación ha podido ser

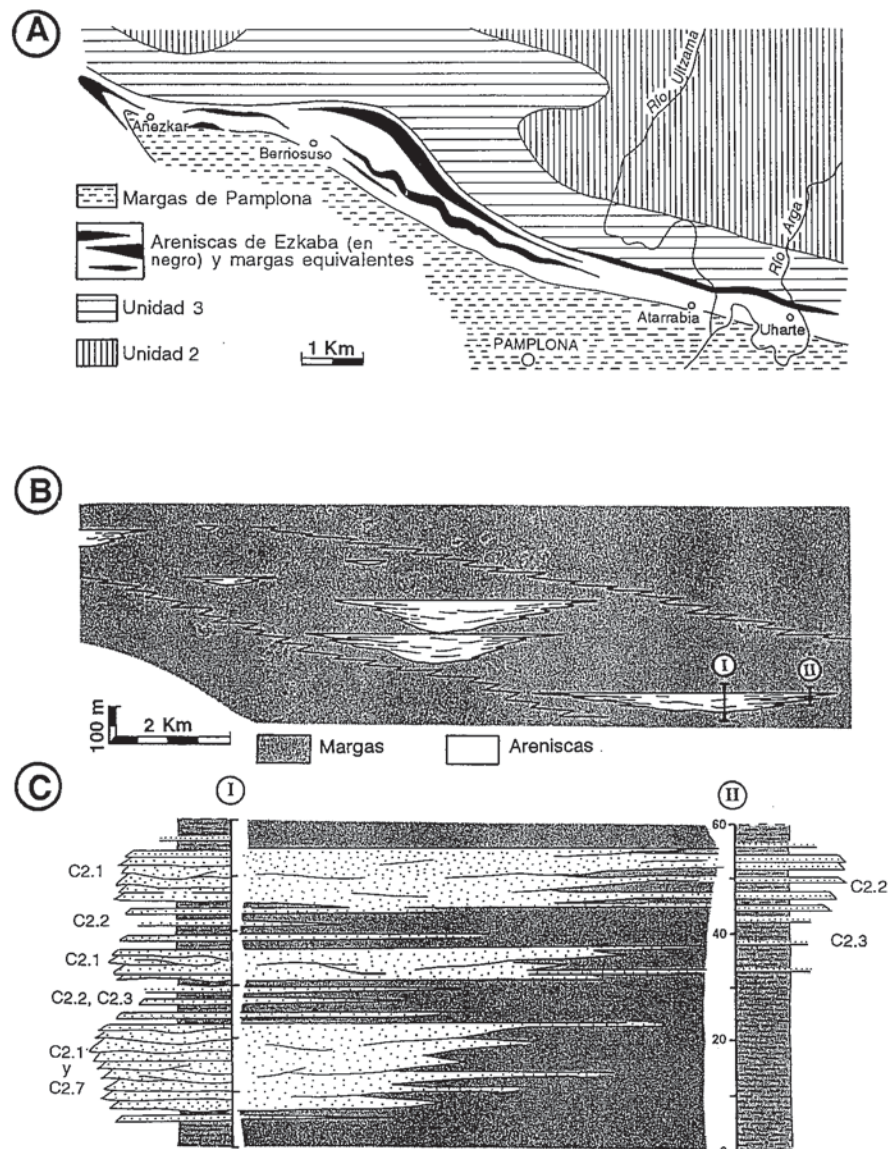


Fig. 2.- (A) Cartografía del Eoceno en las inmediaciones de Pamplona. (B) Panel estratigráfico de las Areniscas de Ezkaba, reconstruido a partir de relaciones cartográficas y correlación de perfiles (explicación en el texto). (C) Facies de uno de los litosomos de arena y su transición lateral a depósitos más margosos, suscitando su consideración como canal turbidítico de tipo deposicional.

Fig. 2.- (A) Geological map of Eocene terrains near Pamplona. (B) Stratigraphic cross-section based on the geological map and correlation of key profiles. As explained in the text, the resulting depositional geometry strongly suggests a laterally migrating channel-levee system. (C) Detail cross-section showing lateral transition from channel axis to channel margin, a clear proof of the depositional character of these channels.

ratificada al encontrar, por primera vez en el dominio pirenaico, algunos ejemplares de la especie índice que da nombre a la biozona.

Equivalencia estratigráfica

Según Puigdefábregas *et al.* (1975) los equivalentes laterales de las Areniscas de Ezkaba al este de la zona de estudio (i.e., su

unidad Limolitas glauconíticas de Urrotz) se correlacionan con la Formación Areniscas de Sabiñanigo de la Cuenca de Jaca. No obstante, Gonzalvo *et al.* (1994) señalaron que las Areniscas de Sabiñanigo se ubican en la biozona *T. rohri* (Bartoniense medio), y por tanto se tratarían de materiales más modernos que los aquí estudiados.

Desde el punto de vista sedimentológico, las Areniscas de Ezkaba tienen gran se-

mejanza con las Areniscas de Rapitán de la Cuenca de Jaca (ver Remacha *et al.*, 1991, 1995), ya que en ambos casos conforman sistemas de «channel-levee» de afinidad septentrional. Sin embargo, dataciones realizadas en las Areniscas de Rapitán sitúan esos materiales en el Luteciense superior (Canudo y Molina, 1988). Debe mencionarse, no obstante, que a la vista de lo trabajado que ha resultado determinar correctamente la edad de las Areniscas de Ezkaba, sería aconsejable realizar una revisión de la posición cronoestratigráfica de los materiales de la Cuenca de Jaca antes de intentar establecer una correlación fidedigna entre los materiales de ambas zonas.

Discusión

Los datos expuestos demuestran que en la parte alta del Bartonense inferior tuvo lugar un importante cambio paleogeográfico en la Cuenca de Pamplona en particular y, probablemente, en todo el conjunto de la Cuenca Surpirenaica en general. Entre dichos cambios destaca que se pasó de paleogeografías dominadas por sistemas carbonatados de polaridad SW-NE a sistemas siliciclásticos que evolucionaban de áreas someras en el norte a ambientes profundos en el sur. En efecto, la paleopolaridad del sistema de «channel-levee» de Ezkaba demuestra que el área fuente que lo abastecía se encontraba al norte. Ello sugiere la existencia de relieves emergidos en el proto-orógeno pirenaico occidental.

La inversión paleogeográfica que durante el Bartonense tuvo lugar en la Cuenca de Pamplona estuvo motivada, con toda seguridad, por razones tectónicas. En este sentido, según Martínez-Torres (1989) el desplazamiento hacia el sur del Arco Vasco durante la orogenia pirenaica afectó al macizo paleozoico de Cinco Villas, el cual durante el Eoceno se vio incluido en estructuras tectónicas alóctonas. De modo similar, Razin (1989) señala que hacia el Luteciense superior tuvo lugar el desplazamiento de los Macizos Vas-

cos, si bien para este autor el movimiento habría sido hacia el norte. A los efectos que aquí nos interesan, parece probado que durante la parte alta del Bartonense inferior al menos el Macizo paleozoico de Cinco Villas estuvo involucrado en láminas cabalgantes profundas. Ello habría originado su progresivo levantamiento tectónico, llegando eventualmente a emerger. Así, es posible que durante esta etapa de evolución al norte de la zona de estudio existieran áreas emergidas en las cuales afloraran rocas paleozoicas. Su erosión y desmantelamiento daría lugar al abastecimiento del sistema turbidítico de Ezkaba.

En la parte central de la cuenca de antepaís surpirenaica los cambios sedimentarios contemporáneos se han relacionado también a movimientos tectónicos. Así, la implantación de sistemas deposicionales siliciclásticos de afinidad septentrional se ha relacionado en la Cuenca de Jaca con el levantamiento del orógeno pirenaico (Puigdefábregas y Souquet, 1986; Remacha *et al.*, 1991). Para estos autores dicho proceso fue consecuencia, entre otros factores, del apilamiento antiformal de láminas cabalgantes en la parte axial de la cadena.

Según lo expuesto, se deduce que la surrección de relieves en el orógeno pirenaico fue aproximadamente simultáneo en la parte central de la cuenca de antepaís surpirenaica y en su parte occidental. Ello demuestra que el episodio tectónico que lo causó fue de gran importancia y tuvo una amplia manifestación e incidencia. Por último, cabe suponer que la activación de la lámina cabalgante que afectó al Macizo de Cinco Villas en la parte occidental de la cuenca surpirenaica, podría estar relacionada con el apilamiento antiformal de la parte central de la cuenca.

Agradecimientos

Contribución a los proyectos de investigación UPV 121.310-EB233/93 de la Universidad del País Vasco y PB95-0500 de la DGICYT.

Referencias

- Baceta, J.I. (1996): *Tesis Doctoral*, Universidad del País Vasco, 372 p.
- Canudo, J.I. y Molina, E. (1988): *II Congr. Geol. Esp., Granada; Comunicaciones*, 1: 273-276.
- Ghibaudo, G. (1992): *Sedimentology*, 39: 423-454.
- Gonzalvo, C., Canudo, J.I. y Molina, E. (1994): *II Congr. Grupo Español del Terciario, Jaca; Comunicaciones*: 121-124.
- Mangin, J.Ph. (1959-60): *Pirineos*, 51-58: 656 p.
- Martínez del Olmo, W. (1984): *I Congr. Geol. Esp., Salamanca*, t.V, 53-75.
- Martínez-Torres, L.M. (1989): *Tesis Doctoral*, Universidad del País Vasco, 294 p.
- Mutti, E. y Ricci Lucchi, F. (1975): *IX Congr. Inter. Ass. Sedim., Nice; Excursión A11*, 21-36.
- Normark, W.R. (1970): *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 54: 2170-2195.
- Payros, A. (1997): *Tesis Doctoral*, Universidad del País Vasco, 403 p.
- Pautot, G., Le Cann, C., Coutelle, A. y Mart, Y. (1984): *Marine Geol.*, 55: 387-409.
- Pickering, K.T., Stow, D., Watson, M. y Hiscott, R. (1986): *Earth Sci. Reviews*, 23: 75-174.
- Puigdefábregas, C. y Souquet, P. (1986): *Tectonophysics*, 129: 173-203.
- Puigdefábregas, C., Rupke, N.A. y Sole Sedo, J. (1975): *IX Congr. Inter. Ass. Sedim., Nice; Excursión 19C*, 33 p.
- Razin, P. (1989): *Tesis Doctoral*, Universidad de Bordeaux III, 464 p.
- Remacha, E., Picart, J. y Oms, O. (1991): *I Congr. Grupo Español del Terciario, Vic; Comunicaciones*, 280-282.
- Remacha, E., Oms, O. y Coello, J. (1995): *In: Pickering et al. (eds.), Atlas of deep-water environments: architectural style in turbidite systems*. Chapman y Hall, London: 145-149.
- Stow, D.A.V. (1984): *In: Reading (ed.), Sedimentary environments and facies; Backwell, Oxford*: 399-444.
- Toumarkine, M. y Luterbacher, H. (1985): *In: Bolli et al. (eds.), Plankton stratigraphy*. Cambridge Univ. Press: 87-154.