

# Modelo genético de las secuencias arenosas de plataforma de la Formación Balmaseda (Albiense de la Cuenca Vascocantábrica, N de España)

*Model for genesis of shelf sandstone sequences of the Albian Balmaseda Formation  
(Basque-Cantabrian Basin, N. Spain)*

A. Pérez García, S. Robles y J.C. Vicente Bravo

Dpto. Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología. Universidad del País Vasco. Apartado 644. 48080 Bilbao. Spain.

## ABSTRACT

*A new palaeoenvironmental interpretation of the Middle Albian-Lower Cenomanian Balmaseda Formation, deposited in SW margin of the Basque Cantabrian Basin (N Spain) is offered here. According to the facies association, sedimentary sequences and paleocurrents analysis of the unit in the Tornos Pass cross section (Vizcaya, Burgos and Cantabria provinces), the western part of the Balmaseda Fm. has been explained as a storm dominated siliciclastic shelf.*

**Key words:** storm-dominated siliciclastic shelf, Albian, Basque Cantabrian Basin.

*Geogaceta*, 14 (1993), 76-79

ISSN: 0213683X

## Introducción

El término genérico de Formación Balmaseda se ha aplicado a los depósitos siliciclásticos de transición desarrollados en el margen meridional de la Cuenca Vascocantábrica durante el Albiense medio-Cenomaniense inferior. Estas facies se relacionan genéticamente hacia el centro de cuenca con el Flysch Negro, y hacia el continente con las unidades fluvio-deltaicas y fluviales de Escucha y Utrillas. Su espesor sedimentario máximo, cercano a 5000 m, corresponde a la transversal de la unidad al S de Bilbao. Hacia el W el espesor disminuye alcanzando 1700 m en la transversal estudiada del Puerto de los Tornos, en el límite de Vizcaya, Burgos y Cantabria (Fig. 1).

El carácter deltaico de la Formación Balmaseda ha sido asumido por diversos autores (Woort, 1964; Aguilar, 1975; Reitner, 1982; Feuillée *et al.*, 1983; Pujalte y Monge, 1985). El análisis y distribución de las facies, secuencias sedimentarias y paleocorrientes de la unidad en la transversal del Puerto de los Tornos, establecido mediante series de campo y su correlación sedimentológica con diagráffas de sondeo, permite proponer una interpretación paleoambiental diferente, válida al menos para la zona occidental de esta unidad.

## Descripción e interpretación sedimentaria de las facies

Las facies constituyentes se asocian en secuencias de orden decamétrico, estrato y grano crecientes hacia techo. La

secuencia ideal, en la que aparecen todos los tipos de facies, presenta los términos siguientes (Fig. 2).

**Facies lutíticas** (contenido en arena 0-10%).

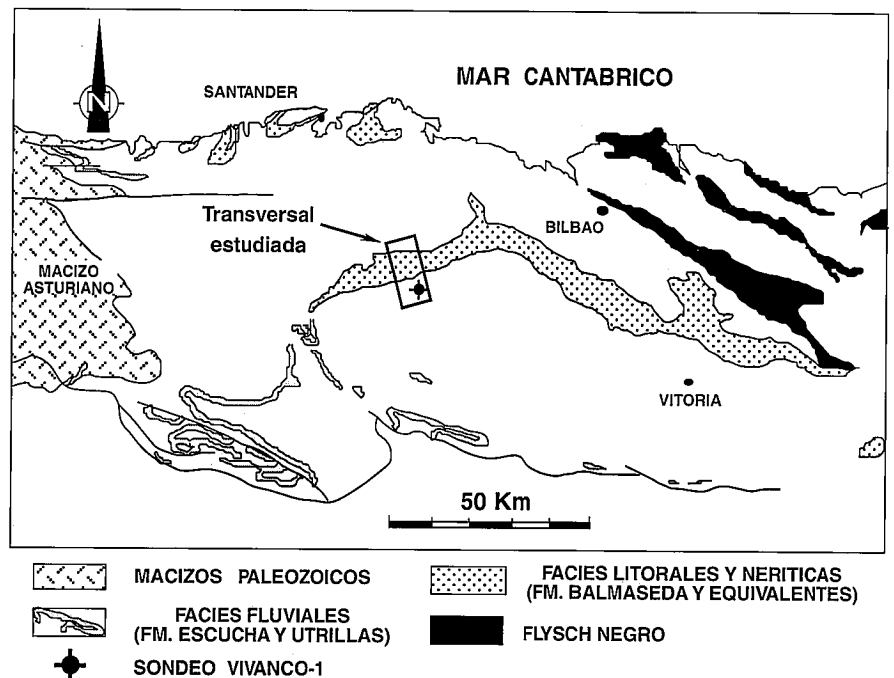


Fig. 1.— Afloramientos de la Formación Balmaseda en la Cuenca Vascocantábrica.

Fig. 1.— Balmaseda Formation outcrops in the Basque Cantabrian Basin.

PALEOCORRIENTES FACIES Y SECUENCIA TIPO IDEAL

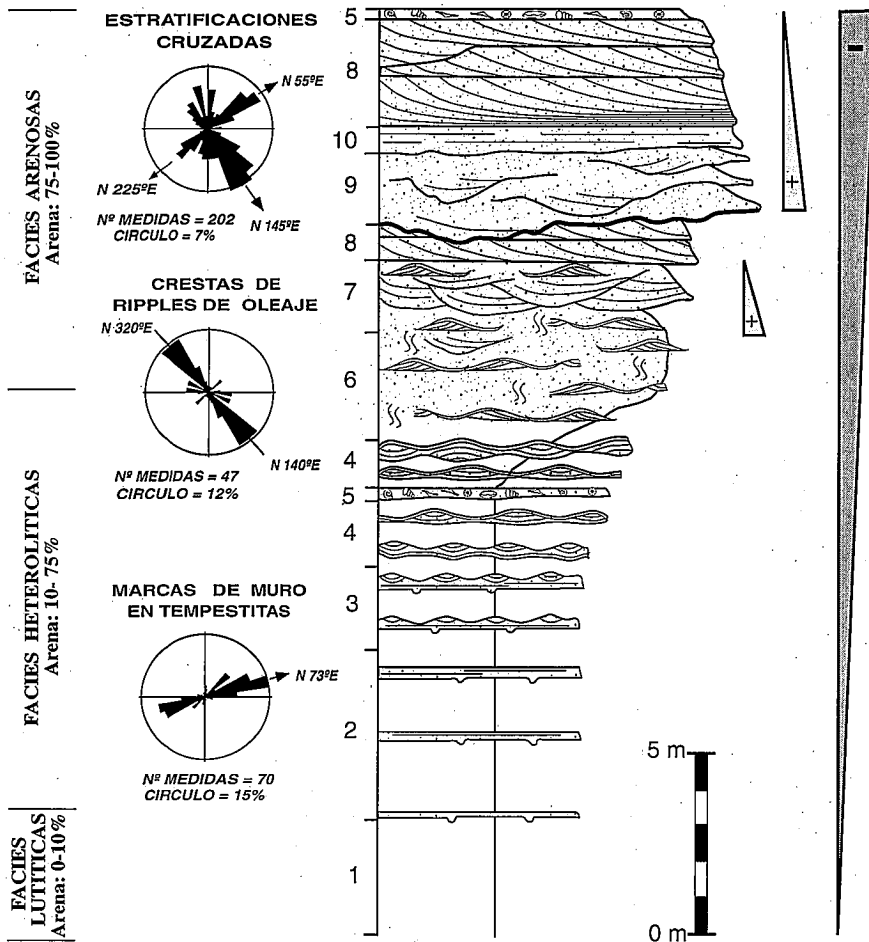


Fig. 2.— Asociación de facies y paleocorrientes de la Formación Balmaseda en la transversal del Puerto de los Tornos.

Fig. 2.— Facies association and paleocurrents of the Balmaseda Fm. in the Tornos Pass cross section.

1. Lutitas o limos en niveles de espesor centimétrico a decimétrico. Son depósitos de suspensión propios de zonas de plataforma no alcanzadas por el oleaje o corrientes.

**Facies heterolíticas** (contenido en arena 10-75%).

2. Areniscas de granulometría variable en capas aisladas de espesor centimétrico a decimétrico, con secuencias de Bouma Tab. Paleocorrientes dominantes hacia el N70°. Son depósitos de flujos turbidíticos representativos de las partes distales de las corrientes de tempestad. Se intercalan en facies lutíticas depositadas en los períodos de buen tiempo.

3. Capas similares a las anteriores cuya parte superior presenta estructuras *hummocky*. Depósitos distales de las corrientes de tempestad con el techo re-

trabajado por el oleaje residual de la tormenta. Se intercalan en lutitas de buen tiempo.

4. Areniscas en capas centimétricas a decimétricas con estructuras *hummocky* y frecuentemente ripples de oscilación a techo. Están originadas por el oleaje de grandes tempestades que alcanza fondos más profundos que el oleaje normal. Los ripples de oscilación representan el decrecimiento de la energía conforme amaina la tormenta. Hay intervalos lutíticos de igual significado que en los casos anteriores.

5. Calizas arenosas conchíferas en niveles decimétricos. La fauna es muy abundante, heteroespecífica (Bivalvos, Braquiópodos, Gasterópodos, Cefalópodos, Corales solitarios, etc..) y generalmente muy bien conservada. Aparecen intercaladas con las anteriores o

en el techo de la secuencia (Fig. 2). En el primer caso pueden ser depósitos residuales transportados por tormentas, y en el segundo niveles residuales de aventamiento (*winnowed shell lag*), relacionados con el cese de la formación de la secuencia.

**Facies arenosas** (contenido en arena 75-100%)

6. Areniscas de grano fino a medio con estratificación flaser y/o ondulada y/o lenticular, de ripples de corriente y fundamentalmente oleaje, formando paquetes de 0,1 a 2 m de potencia, frecuentemente muy bioturbados. Suelen intercalarse con la facies 4 y con facies arenosas (Fig. 2). La orientación de las crestas de los ripples de oleaje es muy persistente (N140°), señalando la dirección predominante de los vientos en buen tiempo y la orientación aproximada de la paleocosta. Durante episodios de corriente u oleaje originados por tormentas menores (o en relación con partes distales de corrientes de marea) se genera la migración de ripples arenosos, mientras que en los períodos alternantes de buen tiempo, ocurre el retrabajamiento por el oleaje normal o bien la decantación de lutitas y la bioturbación.

7. Areniscas con estratificación cruzada cóncava y laminación de surco laxa, con grupos de láminas de 10 a 25 cm de espesor y 1 a 2 m de anchura, amalgamados en paquetes tabulares de 1 a 2 m de potencia. Suelen manifestar secuencia positiva por disminución del tamaño de las estructuras hacia el techo, donde incluso pueden aparecer ripples (Fig. 2). Se generan por la migración de megaripples laxos individuales o de crestas muy sinuosas, originados por corrientes de tempestad de intensidad decreciente y posible retrabajamiento del techo al cesar la tormenta (Johnson, 1978; Boersma, 1975).

8. Areniscas con laminación cruzada sigmoidal y menos frecuente planar, de media a gran escala, en capas tabulares o en cuña de 0,2 a 1 m de espesor. Las capas con laminación sigmoidal presentan a menudo: haces de láminas (*bundles*) con variaciones progresivas del espesor, tapices lutíticos (*mud drapes*) y superficies de erosión interna, diagnósticos en conjunto de flujos mareales. Se originan por migración de megaripples de crestas ligeramente sinuosas o rectas, que presentan paleocorrientes con tres modas principales (Fig. 2). Según lo expuesto y apoyados en interpretaciones similares de Johnson (1978),

consideramos que la extensión del campo de megaripples se debe en la mayoría de los casos a corrientes mareales reforzadas por tormentas, o bien cuando no existen criterios diagnósticos mareales a corrientes de retorno durante el apo-

geo de la tormenta (Banks, 1973). Los megaripples migrando hacia el N55° y N225° debieron generarse respectivamente por corrientes de refluo (principales) y flujo, mientras que las formas que migran hacia el N145° (las más

abundantes), dado su orientación podrían explicarse por corrientes generadas por la onda de marea (Houbolt, 1968).  
9. Areniscas de grano medio a grueso, sin estructura interna evidente o con laminación cruzada de surco de ángulo

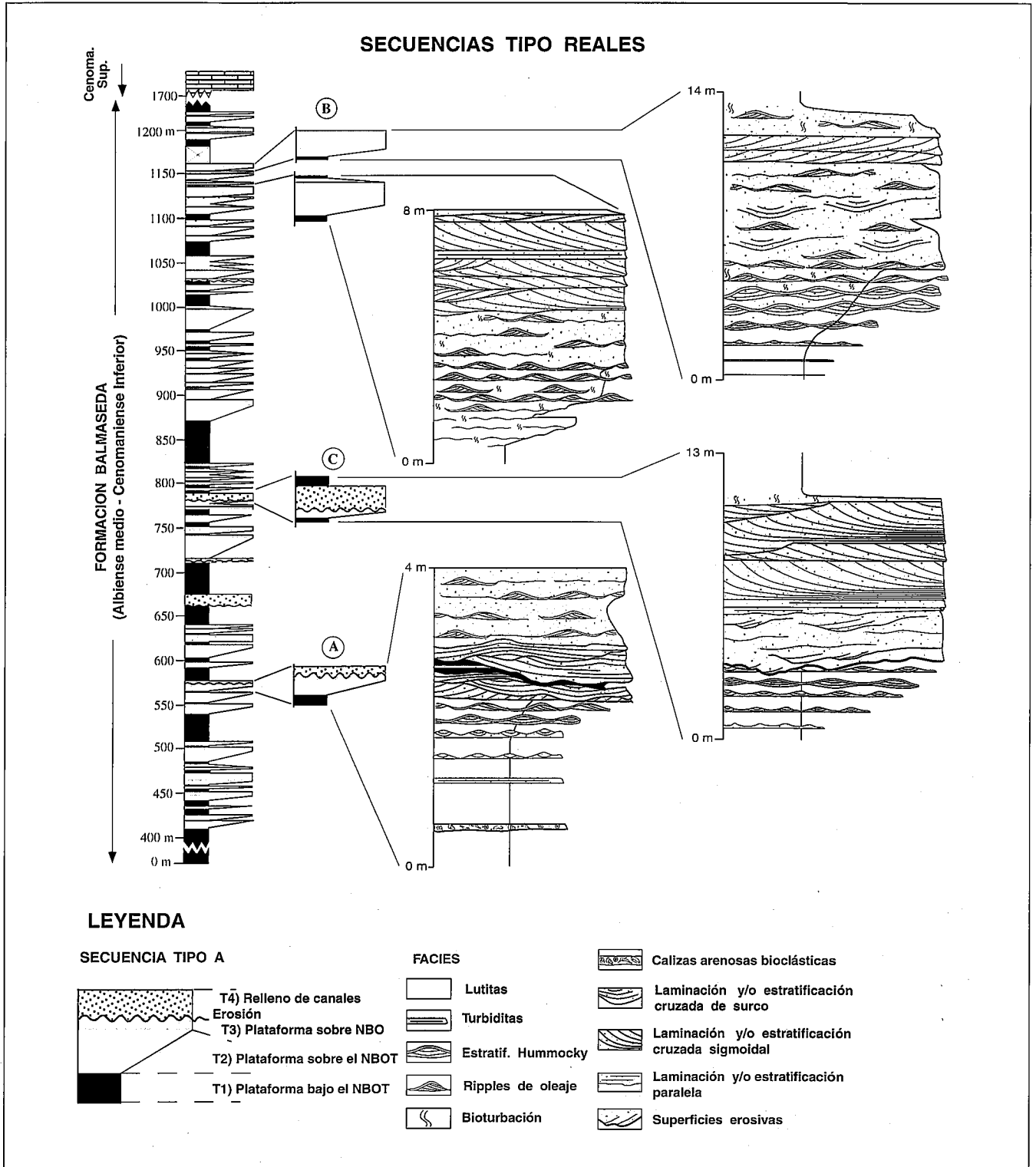


Fig. 3.— Secuencias sedimentarias e interpretación paleoambiental de la Fm. Balmaseda en la transversal del Puerto de Los Tornos.

Fig. 3.— Sedimentary sequences and palaeoenvironmental interpretation of the Balmaseda Fm. in the Tornos Pass cross section.

variable y escala media a grande. Forman paquetes de 0,3 a 3 m de espesor que presentan en la base e internamente superficies erosivas muy irregulares que provocan la amalgamación de los estratos arenosos o su digitación lateral, denotando procesos erosivos y de *bypass* (Fig. 2). Estas facies pueden explicarse por la formación de depresiones erosionales o canales, producidos por las corrientes de retorno durante el apogeo del temporal, y el subsecuente relleno cuando decrece la intensidad de las corrientes generadas. Esta interpretación está de acuerdo con la propuesta por Banks (1973) para bancos de plataformas precámbricas.

10. Areniscas de grano medio a grueso con laminación paralela o cruzada de muy bajo ángulo y gran escala. Presentan estratificación tabular en capas de 0,3 a 0,7 m agrupadas en paquetes de hasta 1,5 m de potencia. De acuerdo con Johnson (1978) y Boersma (1975) son depósitos originados por flujos de alto régimen (corrientes y olas), donde la arena es muy abundante como carga de fondo y suspensión, debido a la combinación de una gran energía causada por la tormenta y la gran disponibilidad de sedimento arenoso litoral y sublitoral. Facies relativamente similares son descritas por Banks (1973) quien las relaciona con las intensas corrientes de retorno y formándose frente a los canales causados por dichas corrientes. Estas facies son muy poco abundantes en la transversal estudiada, por la posición que ocupan en la secuencia sedimentaria pueden representar un episodio del relleno de dichos canales o un recubrimiento posterior. No se han encontrado criterios que apoyen su interpretación como depósitos de playa.

### Secuencias e interpretación paleoambiental

Las facies descritas, además de reflejar una alternancia de períodos de tormenta y buen tiempo, se organizan en secuencias sedimentarias negativas definidas por el tamaño de grano, espesor de los estratos y la energía reflejada en las estructuras sedimentarias, crecientes todas hacia la parte alta de la sucesión. Estas secuencias deben representar una disminución de la batimetría de la plataforma, reflejada por el aumento hacia el techo de las facies de alta energía, lo que a su vez debe significar la progradación de los diferentes sub-

medios. Secuencias negativas han sido descritas en plataformas siliciclásticas, tanto dominadas por corrientes de tormenta (Banks, 1973; Gabaldón, 1989), como por oleaje (De Raaf, 1977) o por corrientes mareales inducidas o con la superposición del oleaje o tormentas.

En la figura 3 se muestra la serie estratigráfica sintética de la Fm. Balmaseda en la transversal estudiada, interpretada en base a los tres tipos de secuencias sedimentarias más representativas. La *Secuencia Tipo A* es la más completa, aunque no la más frecuente; está constituida por cuatro términos (Fig. 3), cuya interpretación paleoambiental y facies representativas (siglas 1 a 10) son:

**T1. Plataforma externa bajo nivel de base del oleaje de tormenta (NBOT).** Depósitos de suspensión (1) correspondientes a períodos de buen tiempo y partes distales de las corrientes de tempestad (2) en tormentas.

**T2. Plataforma externa sobre nivel de base oleaje de tormenta (NBOT).** Depósitos de suspensión (1) en buen tiempo y facies de oleaje y corrientes de tempestad (3), (4) y (5).

**T3. Plataforma proximal sobre nivel de base del oleaje (NBO).** Depósitos de corrientes de tempestad y/o corrientes mareales reforzadas por tormenta (7) y (8) intercalados o tapizados por ripples de oleaje bioturbados (6), correspondientes a los períodos de buen tiempo.

**T4. Plataforma proximal sobre nivel de base del oleaje (NBO) con desarrollo de canales.** Relleno o soterramiento de canales producidos por corrientes de retorno (superficies fuertemente erosivas) mediante depósitos de corrientes de tormenta o mareas reforzadas (8), (9) y (10). Pueden conservarse intercalaciones de ripples (6) de los períodos de buen tiempo.

La *Secuencia Tipo B* es la más frecuente y carece de depósitos canalizados, lo que puede interpretarse como perteneciente a perfiles laterales o algo más distales de la barra de plataforma, secuencias similares en cuanto a facies e interpretación se describen en el Cámbrico y Ordovícico de la Cordillera Ibérica y Carbonífero inferior de Ossa Morena (Gabaldón, 1989). Por el contrario la *Secuencia Tipo C* (Fig. 3) puede indicar perfiles más proximales de la

barra (mayor progradación) o bien secuencias donde los episodios de tormentas han sido especialmente intensos y erosivos.

### Conclusiones

- 1.- En la transversal estudiada la Formación Balmaseda puede considerarse como un sistema de plataforma siliciclástica (posiblemente relacionada con un sistema deltaico dado su gran espesor) dominada principalmente por corrientes y oleaje de tempestad, y por corrientes de marea reforzadas por las tormentas o superpuestas a ellas.
- 2.- La interpretación propuesta además de en el análisis de las facies y secuencias sedimentarias, se basa en el dispositivo de paleocorrientes que es coherente con el modelo paleoambiental sugerido y en la gran extensión lateral de la mayoría de las secuencias, establecida por correlación entre series de campo y diagráfias de sondeo distantes 10 Km.

### Agradecimientos

Contribución al Proyecto de Investigación del Gobierno Vasco PGV 91-16.

### Referencias

- Aguilar, M.J. (1975): Estudios Geológicos, XXXI, nº 1 y 2: 213 pp.
- Banks, N.L. (1973): *Norg. Geol. Unders.*, 288: 7-15.
- Boersma, J.R. (1975): *Tidal Deposits: A Casebook of Recent Examples and Fossil Counterparts.* Springer-Verlag, Berlin: 2 pp.
- De Raaf, J.F.M., Boersma, J.R. y Van Gelder, A. (1977): *Sedimentology*, 24: 451-483.
- Feuillee, P., Pascal, A. y Rat, P. (1983): *Mém. Géol. Univ. Dijon*, 9: 117-122.
- Gabaldón López, V. (1989): Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona: 200 pp.
- Houbolt, J.J.H.C. (1968): *Geol. Mij.*, 47: 245-273.
- Johnson, H.D. (1978): *Sedimentary Environments and Facies.* Blackwell Sci. Publ., 557 pp.
- Pujalte, V. y Monge, C. (1985): 6th European Regional Meeting of Sedimentology, I.A.S., Abstracts Book, Lleida: 381-384.
- Reitner, J. (1982): *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 165: 87-101.
- Woort, H.B. (1964): *Geol. Rdsch.*, 53: 220-223.