

Sedimentología del sector occidental del abanico costero de Sant Llorenç del Munt (Eoceno, cuenca de antepaís surpirenaica)

Sedimentology of the NW part of the Sant Llorenç del Munt fan delta (Eocene, South-Pyrenean foreland basin)

M. López Blanco y M. Marzo

Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Universitat de Barcelona, 08071, Barcelona.

ABSTRACT

The Bartonian-Priabonian Sant Llorenç del Munt fan-delta complex is located at the SE margin of the South-Pyrenean foreland basin. During the deposition of this complex the basin margin was controlled by a series of sinistral strike-slip faults that under transpressive conditions developed some thrusting structures. The fan-delta complex consists of an alternation of detrital and carbonate facies. The detrital facies (more than the 90% in volume of the complex) include the deposits of four main facies belts: proximal alluvial fan (conglomerates), distal alluvial fan and fan-delta plain (conglomerates and red sandstones and mudstones), fan-delta front (sandstones and conglomerates) and fan-delta slope (blue-grey offshore marls and "turbiditic" sandstones and conglomerates). The carbonate facies are mainly represented by bioclastic shoals and reefs.

Key words: alluvial fan, fan delta, carbonate platform, Eocene.

Geogaceta, 14 (1993), 83-86
ISSN: 0213683X

Introducción

El complejo de abanico costero de Sant Llorenç del Munt se halla en la zona central del margen SE de la cuenca de antepaís surpirenaica. Esta cuenca se desarrolló principalmente durante el Terciario como respuesta a la formación de los Pirineos al norte, la Cadena Ibérica al suroeste y las Cadenas Costeras Catalanas al sureste. Como respuesta a una compresión de orientación norte-sur durante el Paleógeno, las Cadenas Costeras Catalanas desarrollaron una estructura caracterizada por una serie de fallas de zócalo direccionales, levógiras y en relevo, que levantaron los bloques situados al sureste de las mismas (Anadón *et al.*, 1985, b). En las proximidades de la zona estudiada, algunas de estas fallas estuvieron sometidas a condiciones transpresivas durante las que se desarrollaron pliegues y cabalgamientos que involucraron materiales del zócalo paleozoico, de la cobertura mesozoica y parte de los depósitos sintectónicos del borde de cuenca. De esta manera, durante el Paleógeno, al SE de las fallas principales, se localizaba una area montañosa. Al pie de estos relieves en crecimiento y junto al borde de cuenca, se generaron

una serie de abanicos aluviales, algunos de los cuales (Montserrat y Sant Llorenç del Munt) evolucionaron a abanicos costeros tras la "transgresión Biarritziense" (Anadón *et al.*, 1985, a).

Análisis de facies

En el complejo de abanico costero de Sant Llorenç de Munt alternan depósitos terrígenos de abanico aluvial y costero (figura 1) con facies de plataforma carbonática. Ambas asociaciones serán tratadas por separado.

Facies terrígenas

En el caso estudiado, los depósitos terrígenos representan un porcentaje muy elevado (superior al 90%) del volumen total de sedimentos. Dentro de éstos distinguiremos entre los depósitos de abanico aluvial (*sensu stricto*) y los de abanico costero (*sensu Nemeč y Steel*, 1987) (figura 1).

Abanico aluvial

La parte subaerea del complejo de Sant Llorenç tendría un radio comprendido entre los 9 y los 16 kilómetros aproximadamente y se caracteriza por la presencia de brechas, conglomerados, y

areniscas y arcillas de colores predominantemente rojizos. Se han diferenciado: (1) conglomerados masivos poligénicos, mal seleccionados, con cantos de origen predominantemente paleozoico y matriz arenosa localmente abundante; presentan una estratificación tabular difusa de orden métrico-decimétrico. Son facies depositadas a partir de flujos hiperconcentrados. Según Marzo y Anadón (1988) este tipo de depósitos se podrían producir por la rápida desaceleración de avenidas catastróficas, provenientes de un cañón, al llegar a la zona de abanico; (2) conglomerados y brechas compuestos predominantemente por cantos monogénicos de carbonatos mesozoicos; constituyen cuerpos tabulares de potencia variable (30 cms a 20 m), con base y techo abruptos y que constituyen excelentes niveles guía por su persistencia lateral kilométrica y su cementación característica. Son depósitos de *debris-flow* y *stream-flow* cuyo carácter monogénico estaría ligado a cambios abruptos en la composición del area fuente, presuntamente relacionados con la actividad tectónica; (3) brechas monogénicas, compuestas por cantos de origen paleozoico; aparecen restringidos a zonas próximas a los frentes de cabalgamiento de las escalas de materiales paleozoicos. Son de-

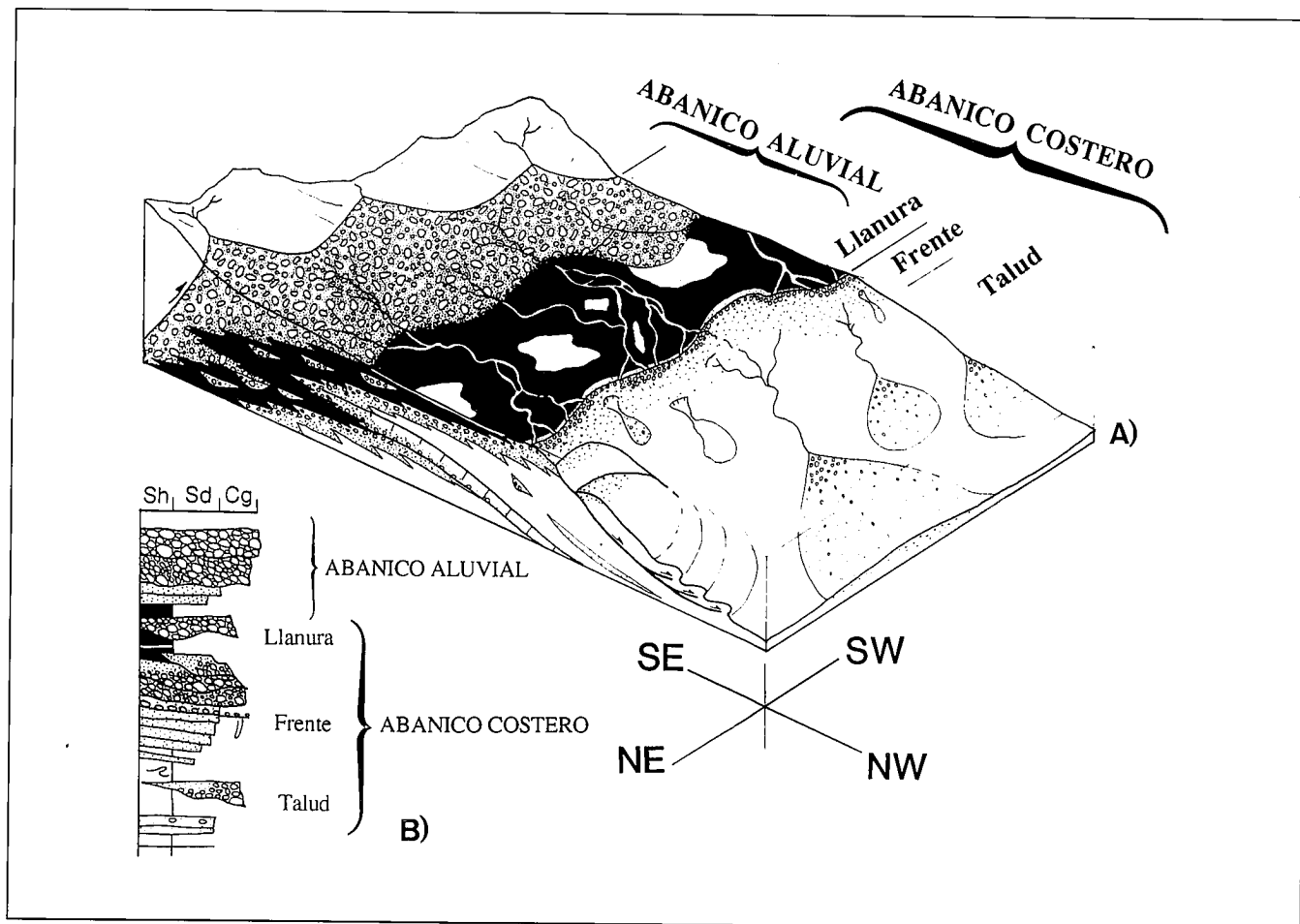


Fig.1. — Relaciones entre los cinturones de facies del abanico costero.

Fig.1. — Relationships among the different fan-delta facies belts.

depósitos de *debris-flow* generados en conos de deyección locales; (4) brechas poligénicas con abundante matriz lutítica roja, de gran extensión areal (hasta más de 10km) depositadas a partir de avenidas catastróficas del tipo *debris-flow* cohesivo; (5) lutitas y areniscas rojas que pueden presentar moteados de colores grises, verdosos y amarillentos, bioturbaciones producidas por raíces y paleosuelos. Las areniscas, suelen presentarse en cuerpos tabulares de potencia centimétrica-decimétrica. Ocasionalmente se pueden preservar (si la bioturbación no es excesiva) laminación cruzada originada por la migración de ripples de corriente. Se trataría de depósitos distales-marginales del abanico, formados por procesos acuosos de desbordamiento y/o inundación.

Abanico costero

En el abanico costero (*fan-delta*) podemos distinguir tres asociaciones o cinturones de facies (figura 1).

Llanura de abanico costero: es la parte subaerea del sistema incluida en el abanico costero, equivalente a una llanura deltaica que se construye ganando terreno al mar. Como asociación de facies dominante encontramos la (5) del abanico aluvial y conglomerados con cantos bien redondeados, matriz arenosa y fábrica soportada por los cantos, que se presentan en cuerpos canaliformes, amalgamados o aislados. En el interior de los cuerpos, localmente se pueden apreciar imbricaciones, estratificación cruzada y secuencias grano-decrecientes, aunque también pueden mostrar un aspecto masivo. Son depósitos de canal distributivo con carga de lecho de gravas y arenas.

Frente de abanico costero: es el cinturón de facies ligado a la zona de tránsito entre las facies subaereas y submarinas. Se caracteriza por el desarrollo de facies conglomeráticas y arenosas que pasan a depósitos más finos (arcillosos) tanto hacia tierra (llanura de abanico costero) como hacia cuenca (talud de abanico costero).

Las facies de frente de abanico costero pueden presentar disposiciones progradantes, retrogradantes y agradantes. Los depósitos progradantes se manifiestan por medio de secuencias estrato y granocrecientes que no suelen sobrepasar los 20 metros de potencia. Estos depósitos constituyen prismas sedimentarios de hasta 4 kilómetros de longitud en la dirección de máxima progradación. Presentan una estratificación cruzada de gran escala y bajo ángulo. Hacia la cuenca suelen pasar a facies de margas gris-azuladas de prodelta, generalmente pobres en fauna. Los depósitos retrogradantes o agradantes están constituidos por secuencias grano-decrecientes de escasa potencia (excepcionalmente 8 metros) y forman prismas sedimentarios de menos de 1 kilómetro de longitud. La estratificación de estos depósitos suele ser horizontal a gran escala, aunque en su interior, muy localmente, se aprecien

tramos de estratificación cruzada de bajo ángulo. Hacia la cuenca, estas facies suelen estar cada vez más bioturbadas, pasando a margas arenosas con abundante fauna.

Este cinturón de facies está formado principalmente por materiales originalmente depositados como barras de desembocadura, posteriormente retrabajados y modificados por las corrientes costeras y la actividad orgánica. Así se pueden diferenciar tres grupos principales de facies:

Facies de barra de desembocadura. Se depositarían en la boca del canal distributivo al llegar éste al mar. Se puede distinguir una zona proximal (1) formada por conglomerados y microconglomerados que pueden mostrar una fábrica soportada por una matriz arenosa o por los clastos y que presentan tanto un aspecto masivo como estratificación horizontal o cruzada de bajo ángulo hacia cuenca. Se trata de depósitos producidos por la descarga del material más grueso transportado por el canal distributivo, al frenarse la energía de la corriente fluvial al expandirse ésta al llegar al mar, formando barras, así como por la posterior migración de éstas debido a la acción de corrientes tractivas. Hacia la zona distal de la barra de desembocadura (2) los conglomerados pasan lateralmente a depósitos arenosos que se presentan generalmente como *sets* de cuerpos tabulares, de potencia centimétrica-decimétrica. Pueden mostrar laminaciones paralela o cruzada de bajo ángulo, ripples de corriente, bases localmente erosivas con *tool casts*, granoclasificación positiva, fragmentos vegetales orientados, cantos blandos y cantos imbricados. Son depósitos producidos por corrientes turbidíticas al expandirse el flujo fluvial de mayor densidad al llegar a la desembocadura. También son frecuentes las facies arenosas con estratificación y laminación cruzada marcada por alternancias de diferentes granulometrías (incluso gránulos), indicando paleocorrientes hacia la cuenca (NW). Los *sets*, de espesor decimétrico-métrico, pueden presentar bases erosivas y gradaciones positivas. Estos depósitos son el producto de la migración de *megaripples* inducida por corrientes fluviales o de *outflow* en las zonas distales de las barras de desembocadura.

Facies de retrabajamiento por el oleaje. Estas facies pueden encontrarse tanto aisladas como intercaladas entre las de barra de desembocadura. Son el

producto del retrabajamiento y redistribución por el oleaje y otras corrientes costeras del sedimento depositado previamente en la desembocadura de los distributivos. Este retrabajamiento queda reflejado en: (1) *lags* de cantos y gránulos, producto del lavado en el *foreshore* de las granulometrías más finas de los depósitos de barra de desembocadura; (2) laminaciones paralelas y de bajo ángulo típicas del *foreshore*; (3) estratificaciones y laminaciones cruzadas, producto de la migración de formas de lecho en el *shoreface*, inducida por corrientes paralelas (SW-NE) o perpendiculares (NW-SE) a la línea de costa; (4) la presencia de ripples de oscilación.

Tanto las facies de barra de desembocadura como las de retrabajamiento por el oleaje pueden presentar grados de bioturbación variables. Igualmente pueden hallarse deformadas, mostrando estructuras del tipo *dish & pillar*, producto de procesos de escape de agua, y *ball & pillow* formadas por compactación diferencial y diferencias de densidad.

Facies de retrabajamiento orgánico. Se pueden encontrar dentro de las secuencias negativas de frente deltaico progradante o a techo de éstas. Hacia cuenca estas facies pueden estar lateralmente relacionadas con facies carbonáticas de plataforma. El retrabajamiento orgánico afecta a sedimentos costeros y, en ocasiones, también a los subaereos. Se manifiesta por la presencia de una bioturbación marina de intensidad variable que, en ocasiones, provoca la completa homogeneización del sedimento. Estas facies están asociadas a episodios de baja actividad fluvial, más patentes durante períodos transgresivos.

Talud de abanico costero: es el cinturón de facies más distal del abanico, bien desarrollado durante períodos de progradación del sistema. Generalmente presenta pendientes deposicionales más pronunciadas que los depósitos subaereos y de frente. Consiste en depósitos margosos gris azulados (producto de la decantación de material lutítico en suspensión), los cuales esporádicamente engloban areniscas y conglomerados, depositados a partir de flujos gravitativos de sedimento, al igual que bloques deslizados y "slumpizados". La presencia de estas intercalaciones ligadas a procesos de resedimentación resulta más frecuente a partir del punto en que las facies de frente de abanico costero progradante alcanzan la ruptura de pen-

diente asociada al margen de una unidad progradante infrayacente.

De proximal a distal, los depósitos de *flujos gravitativos de sedimento* se componen de: (1) facies conglomeráticas y arenosas de *debris-flow* cohesivos; (2) facies conglomeráticas y arenosas de relleno de canal (simple o *multistorey*) depositadas por turbiditas de alta densidad del tipo R3, S1 y S3 de Lowe (1982), canalizadas en *gullies* de pocos metros de anchura incididos en el talud del abanico; (3) margas, limos y capas de areniscas lateralmente ligadas a los depósitos de relleno de canal e interpretadas como facies de *levee* y/o desbordamiento; (4) margas y cuerpos arenosos y conglomeráticos de topografía convexa, de pocos cm a 2m de potencia, que se corresponden con depósitos de corrientes de turbidez de alta (R1, R2, R3, S1, S2 o S3 de Lowe, 1982) y/o baja densidad (Ta-b o Ta-c de Bouma, 1962) depositados en pequeños lóbulos de decenas a cientos de metros de anchura y que estarían alimentados por los *gullies* anteriormente descritos.

En el talud y frente de abanico costero también se han reconocido procesos de *deslizamientos* y "*slumps*", diferenciándose zonas extensionales (caracterizadas por estructuras tales como: fallas normales y lísticas, *rollover anticlines* y *boudinage*) localizadas en la cabecera del deslizamiento y zonas compresivas (caracterizadas por estructuras de tipo compresional, como cabalgamientos, *horses*, *duplexes*, esquistosidad y pliegues con vergencia talud abajo) situadas en la zona donde el desplazamiento de la masa inestabilizada se para o frena debido a una disminución de la pendiente del talud.

Facies carbonáticas

Plataforma carbonática

Las facies de plataforma carbonática ocupan un porcentaje bastante bajo (inferior al 10%) del total del volumen de sedimentos. Los tramos carbonáticos más importantes no superan los 20 m. de espesor. Los depósitos de plataforma carbonática están asociados a períodos transgresivos caracterizados por un aporte de sedimentos siliciclásticos muy bajo. Estos episodios transgresivos inundaron las llanuras del abanico costero, generando extensas zonas de aguas poco profundas, favorables para el desarrollo de fauna marina somera y

la generación de depósitos carbonáticos. En algunos casos estas facies se pueden correlacionar lateralmente con sedimentos de frente de abanico costero retrabajados por los organismos. Generalmente las facies de plataforma carbonática se sitúan sobre *lags* conglomeráticos producidos por el retrabajamiento por el oleaje. Suelen mostrar tendencias de tipo transgresivo, aunque en ocasiones donde los depósitos carbonáticos están bien desarrollados (sucesiones de potencia decamétrica) pueden mostrar tendencias de tipo transgresivo/regresivo. Dentro de las plataformas carbonáticas se han distinguido dos asociaciones de facies principales.

Barra bioclástica: son las facies más frecuentes en los depósitos de plataforma carbonática y suelen representar la parte transgresiva de las sucesiones carbonáticas de tipo transgresivo/regresivo. Vienen representados por cuerpos de 0.1 a 3m. de potencia y extensiones laterales de hasta 2.5km hacia cuenca. Se han diferenciado cinco cinturones de facies principales orientados paralelamente a la paleolínea de costa. De más someros a más profundos, estos son: (1) areniscas margosas y conglomeráticas, muy bioturbadas y con fauna de nummulites y bivalvos, correspondientes a depósitos de frente de abanico costero retrabajados por los organismos. Estos depósitos pasan hacia cuenca a facies de barra bioclástica *sensu stricto*, compuestas por *packstones* de foraminíferos (nummulites en las zonas más someras (2), y discocyclinas en las más profundas (3)) que se interpretan como acumulaciones de fauna *in situ* (Serra-Kiel, 1982 y Aigner, 1982). Los *packstones* se pueden encontrar interestratificados con *grainstones* de nummulites (4) que pueden interpretarse como pequeñas barras o *shoals*, producto del retrabajamiento de las acumulaciones de fauna por medio de corrientes costeras. Más hacia cuenca, los *packstones* de discocyclinas pasan a margas gris azuladas con discocyclinas (5).

Facies arrecifales: pueden pasar tanto vertical como lateralmente a facies de barra bioclástica. Los arrecifes estudiados se desarrollaron sobre substratos conglomeráticos o previamente colonizados por fauna. Los organismos constructores son algas rodofíceas y co-

rales. Se han distinguido dos tipos principales de arrecife:

Arrecifes costeros, localizados en las zonas más someras (SE) de algunas plataformas carbonáticas y sobre conglomerados retrabajados por el oleaje. Se depositaron durante los períodos de máxima transgresión asociados a algunas sucesiones carbonáticas. El núcleo arrecifal está formado por *boundstones* de algas rojas y corales que hacia cuenca pasan a *rudstones*, producto de la destrucción del arrecife, y que a su vez pasan a facies de barra bioclástica.

Arrecifes barrera, generalmente desarrollados en los últimos estadios de desarrollo de la plataforma y que en ocasiones muestran un carácter regresivo. El núcleo arrecifal está formado por *boundstones* nodulosos algales y coralinós. Estas bioconstrucciones protegían una zona de *lagoon* situada hacia el SE, donde se depositaban facies margosas y de barra bioclástica. Hacia el NW se localizaba el talud arrecifal, caracterizado (de más proximal a más distal) por *rudstones*, *packstones* y margas con discocyclinas.

Conclusiones

En la sucesión estudiada se reconocen dos sistemas sedimentarios alternantes en el tiempo (abanicos aluviales y costeros, y plataformas carbonáticas) que muestran una profundización de la cuenca hacia el NW. Las facies terrígenas, mucho más importantes volumétricamente que las de plataforma carbonática, se componen de cuatro asociaciones o cinturones de facies principales: abanico aluvial, llanura de abanico costero, frente de abanico costero y talud de abanico costero. Los abanicos aluviales constan de una zona proximal conglomerática caracterizada por el desarrollo de flujos gravitativos de sedimento, ligados a la existencia de fuertes pendientes. La llanura del abanico costero y abanico aluvial distal, de menor pendiente, se caracterizan por un predominio de flujos canalizados en una llanura de inundación esencialmente lutítica. El frente del abanico costero está formado por depósitos conglomeráticos y arenosos ligados a la formación y migración de barras de desembocadura. Gran parte de los depósitos de frente de abanico costero reflejan un in-

tenso retabajamiento por el oleaje y otras corrientes costeras. El talud de abanico costero se caracteriza por el predominio de facies margosas y la presencia de procesos de resedimentación (representados por "turbiditas" de alta y baja densidad que se presentan tanto canalizadas como en acumulaciones lobulares al pie de talud deltaico) y desestabilización (que incluyen fallas lítricas, deslizamientos, *slumps*, pliegues y cabalgamientos de pequeña escala). Las plataformas carbonáticas se instalan durante periodos transgresivos o de baja actividad aluvial. Hacia el NW pueden pasar a margas de cuenca y hacia el SE a depósitos detríticos costeros y subaéreos. Estas plataformas muestran un carácter somero y una clara zonación faunística en función de la profundidad y proximidad a la línea de costa. También pueden desarrollarse construcciones arrecifales tanto de tipo barrera como "franjeantes".

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por los proyectos DGICYT PB91-0805 y DGICYT PB91-0801.

Bibliografía

- Aigner, T. (1982): En: *Cyclic and Event Stratification*. (Einsele & Seilacher eds.), Springer, 248-262.
- Anadón, P., Marzo, M. y Puigdefábregas, C. (1985, a): IV Europ. Reg. Meet. I.A.S. Excursion Guidebook., 109-146.
- Anadón, P., Cabrera, L., Guimerá, J. y Santanach, P. (1985, b): En: *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*. (Biddle & Christie Blick eds.), Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Mineral., 37, 303-318.
- Bouma (1962): *Sedimentology of Some Flysch Deposits: A Graphic Approach to Facies Interpretation.*, 168pp., Elsevier, Amsterdam.
- Lowe, D.R. (1982): *Journal of Sedim. Petrol.*, 52, 279-297.
- Marzo, M. y Anadón, P. (1988): En: *Fan Deltas: Sedimentology and Tectonic Settings*. (Nemec & Steel eds.), 318-340.
- Nemec, W y Steel, R. J. (1987): *Abstracts Int. Symp. Fan Deltas.*, 11-17.
- Serra-Kiel, J. (1982): *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 48, 19-29.