

# Modelos de abanicos aluviales en los materiales cantabrienses (Grupo Cea) del Manto del Esla, Cordillera Cantábrica.

Alluvial fan models in the Cantabrian successions (Cea Group) of the Esla Nappe, Cantabrian Mountains.

T. Llorens <sup>(1)</sup>, J. R. Colmenero <sup>(1)</sup> y I. Suárez-Ruiz <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, 33708, Salamanca, colme@usal.es, tllg@usal.es.

<sup>(2)</sup> Instituto Nacional del Carbón (CSIC), C/ Francisco Pintado Fe, 26, 33011-Oviedo, España, isruiz@incar.csic.es.

## ABSTRACT

The main aim of this paper is to describe two alluvial fan models that have been generated in the Esla Nappe of the Cantabrian Zone during the lower Stephanian. These models have been named Duerna alluvial fan and Peña Verde-Remolina system. The alluvial fans were generated by two different processes, mass-flow the first, and water-flow the last one. The differences between both depositional models were promoted by allocyclic agents. The most important of them is provenance of the sediments.

Key words: Alluvial fans, Cea Group, Esla Nappe, Cantabrian Zone

Geogaceta, 40 (2006), 275-278  
ISSN: 0213683X

## Introducción

Los materiales del Cantabriense inferior (Estefaniense inferior) del Grupo Cea presentes en el área del Manto del Esla (Fig. 1) han sido estudiados en diversos trabajos, entre los que destacamos los de Iwaniw (1983) y Alonso (1985). En el primero de ellos el estudio se hace desde un punto de vista sedimentológico, mientras en el segundo el análisis de estos sedimentos es, más bien, de tipo paleogeográfico y tectonosedimentario. Las sucesiones cantabrienses se agrupan en dos sistemas de abanicos aluviales: los abanicos de la Duerna y de Peña Verde-Remolina. Recientemente, Llorens (2006), ha hecho un estudio sedimentológico de las principales secciones estratigráficas de ambos abanicos con el fin de determinar sus facies y asociaciones de facies, los mecanismos principales de depósito y los factores que controlaron el desarrollo de ambos sistemas aluviales. Una síntesis de todo ello se presenta en esta comunicación.

## Sedimentología

El abanico de la Duerna está constituido por las llamadas *red bed succession* y *grey bed succession*, por Iwaniw (1983). Su zona más proximal está formada por brechas calcáreas con gradación inversa a normal y ortoconglomerados

calcáreos, fundamentalmente masivos o con gradación inversa.

La parte media está representada por ciclos o ritmos en los que alternan conglomerados y areniscas de colores rojizos. Los primeros son orto y paraconglomerados calcáreos, polimodales y muy heterométricos, masivos o con gradación interna, mientras que las areniscas son masivas, muy desorganizadas, frecuentemente con clastos silíceos o carbonatados de tamaño canto, dispersos o en niveles, y/o abundantes gravas lutíticas.

En el sector distal aparecen alternancias de areniscas masivas con cantos silíceos o carbonatados dispersos y gravas lutíticas, limolitas y lutitas con restos vegetales y bioturbación por raíces, y delgadas capas de carbón.

En el caso del sistema de abanicos de Peña Verde-Remolina, la zona proximal la constituyen conglomerados masivos, silíceos o poligénicos, ordenados en capas potentes, amalgamadas vertical y lateralmente, o separadas por delgados niveles areniscosos.

La zona media está representada por una alternancia de conglomerados calcáreos, polimodales y muy heterométricos, masivos o con gradación inversa a normal, y areniscas con abundantes estructuras tractivas, restos vegetales y bioturbación por raíces.

La zona distal presenta una gran variedad de asociaciones de facies. La más

frecuente está constituida por una alternancia de areniscas laminadas con limolitas que en ocasiones pueden contener clastos poligénicos de tamaño canto o grava fina; el ritmo puede culminar con lutitas carbonosas con restos vegetales y una delgada capa de carbón. Un segundo tipo de secuencias están formadas por areniscas laminadas con morfología canaliforme (que pueden incluir delgados niveles de conglomerados calcáreos) que evolucionan a lutitas carbonosas y a carbón. El tercer tipo de secuencias presentes está compuesto por areniscas, limolitas, lutitas carbonosas, todas ellas con restos vegetales y bioturbación por raíces, y carbón.

En esta ocasión el sistema llega a estar en contacto temporalmente con aguas marinas, lo que permite identificar una cuarta asociación compuesta por areniscas con *ripples* de ola, lutitas carbonosas y lutitas y limolitas carbonatadas con restos de fauna marina (Wagner *et al.*, 1969).

## Modelos deposicionales

Los dos modelos deposicionales deducidos se presentan en la figura 2. Entre ambos, a pesar de ser adyacentes, se aprecian notables diferencias.

El abanico de la Duerna se caracterizó por tres propiedades: confinamiento parcial en un paleovalle, pequeño tamaño y desarrollo a partir de flujos en masa de tipo *debris flow*. El material principal que

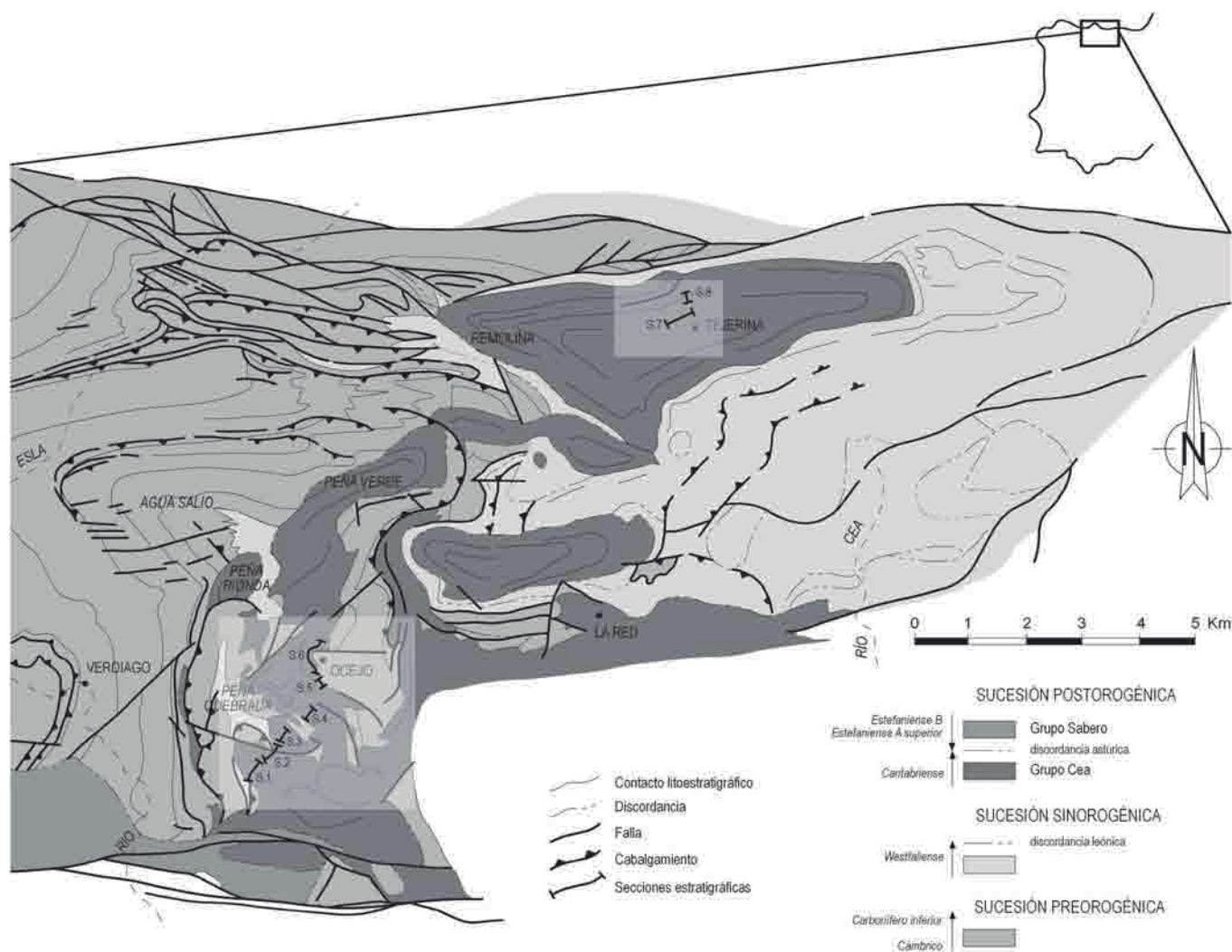


Fig 1.- Mapa geológico del Manto del Esla, con localización de las secciones estratigráficas estudiadas. Modificado de Alonso (1985).

Fig. 1.- Geologic map of the Esla Nappe Unit, with the location of studied stratigraphic sections. Modified from Alonso (1985).

integra sus facies es carbonatado y procedió de una cuenca de drenaje de reducidas dimensiones excavada en los relieves devónicos y carboníferos adyacentes, los cuales también constituyen el zócalo del abanico. La construcción del abanico tuvo lugar mediante la progradación de lóbulos de reducido espesor por flujos en masa integrados por *debris flows* ricos y pobres en clastos del tipo descrito por Blair y McPherson (1998). Los *debris* pobres en clastos ocuparon también las zonas distales del abanico, donde aparecen asociados con materiales lutíticos y orgánicos precursores del carbón. En el límite más externo del sistema se desarrollaron turberas y lagos de vida efímera.

El modelo del sistema de Peña Verde-Remolina alcanzó una potencia y extensión superficial mucho mayor que el anterior. Se expandió sobre unidades estratigráficas sinorogénicas (Grupos Prioro y Pando) y durante parte de su

historia estuvo conectado con la cuenca marina cantabriense de la Zona Palentina. En él, casi todas las facies y asociaciones de facies presentes indican que el transporte por agua ejerció gran importancia en la distribución del material en todos los sectores del abanico. Otros mecanismos, como *debris flows* diluidos y flujos hiperconcentrados, parece que actuaron de forma más esporádica y, en la mayoría de los casos, muestran señales de retrabajo por las corrientes acuosas. De forma similar al sistema de la Duerna, las zonas distales, cortadas por canales fluviales, fueron colonizadas por vegetación que dio lugar a la formación de turberas. Las dimensiones del sistema sugieren una cuenca de drenaje grande. La presencia de coladas conglomeráticas de naturaleza silíceo en la parte inferior del abanico hace necesario pensar en un área madre lejana para este tipo de clastos.

### Discusión y conclusiones

En general, los factores principales que controlan la sedimentación de abanicos aluviales son factores alocíclicos (o externos a la cuenca sedimentaria). Estos son: marco tectónico, clima y naturaleza del área madre. En el caso de abanicos deltaicos, hay que añadir, además, el eustatismo. De todos ellos, en el ejemplo concreto que nos atañe, el factor diferenciador principal parece haber sido la naturaleza del área madre de los sedimentos.

La tectónica ha sido muy activa durante el Cantabriense, al igual que durante todo el Carbonífero Superior de la Zona Cantábrica (Colmenero *et al.*, 2002). Su importancia en este área ha sido resaltada por Alonso (1982, 1985) e Iwaniw (1983, 1984), quienes ponen de relieve la existencia de pliegues, discordancias progresivas y, en general, una ac-

	SISTEMA PEÑA VERDE-REMOLINA	ABANICO DE LA DUERNA
PROXIMAL	Conglomerados masivos constituidos por barras y canales generados por flujos acuosos laminares	Rellenos de paleovalle y depósitos de pendiente
MEDIO	Flujos hiperconcentrados conglomeráticos re trabajados por corrientes de agua	Lóbulos de <i>debris flow</i> formados por coladas ricas y pobres en clastos
DISTAL	<p>Turberas bajas o retrólicas</p> <p>Zonas palustres alimentadas con flujos episódicos procedentes de desbordamiento</p> <p>Lóbulos conglomeráticos abandonados, colonizados por vegetación con desarrollo de turberas</p> <p>Excavación y relleno de canales fluviales temporales en llanura aluvial encharcada y vegetada</p> <p>Flujos laminares arenosos no confinados y de alta energía. Zonas lagunares y palustres</p>	Depósitos de <i>debris flow</i> pobres en clastos colonizados por vegetación, con desarrollo de turberas
LITORAL	Bahías interdistributarias y <i>lagoon</i> abierto	

Fig 2.- Cuadro comparativo de los dos modelos de abanicos aluviales, con los procesos genéticos más importantes en cada uno de los sectores.

Fig. 2.- Comparative chart of the alluvial fan models, with the most important genetic processes in each sector.

tividad tectónica sinsedimentaria con el Grupo Cea muy alta. Puede considerarse que ejerció un papel similar en ambos sistemas.

El clima bajo el que ocurrió la sedimentación cantabriense fue tropical húmedo (Iwaniw, 1983). Este clima favoreció la presencia de una frondosa vegetación en la región, capaz de acumularse en turberas y transformarse en numerosas capas de carbón. Por otra parte, como han señalado Oele y Mabessone (1963) e Iwaniw (1983, 1984), este clima favore-

ció la karstificación del zócalo calcáreo, así como la formación de costras lateríticas y el redondeamiento «in situ» de los clastos calcáreos previamente a su transporte. Como en el caso de la tectónica, puede considerarse homogéneo en toda la región.

El factor que se considera más determinante en la diferenciación de ambos modelos de abanicos aluviales, es la naturaleza y extensión de la cuenca de drenaje proveedora de sedimento. En el caso del abanico de la Duerna, la

cuenca de drenaje debió de tener un pequeño tamaño y estuvo formada por series devónicas y carboníferas de carácter terrígeno y carbonatado, como también han indicado Iwaniw (1983) y Aller *et al.* (1985). Estos hechos, junto a las altas pendientes adquiridas como consecuencia del confinamiento del abanico en un paleovalle incidido más de 150 m en los relieves adyacentes (Iwaniw, 1983), y a la deformación sinsedimentaria existente (Alonso, 1985), fueron las causas que favorecie-

ron el desarrollo exclusivo de flujos densos de tipo *debris flow*.

En contraste, el sistema de abanicos de Peña Verde-Remolina se desarrolló a la salida de un valle más largo, con una cuenca de drenaje mucho mayor que en el abanico anterior. La existencia en su parte inferior de coladas de clastos silíceos, procedentes necesariamente de áreas lejanas, así lo atestiguan. Hay que recordar que dichos clastos silíceos proceden, para Iwaniw (1983, 1984), Van Dierendonck (1984) y Kriest (1984), de la Cuarcita de Barrios (Ordovícico inferior), cuyos afloramientos se hallan alejados, al menos, 50 Km del abanico; mientras que para Aller *et al.* (1985) todavía vienen de más lejos: las series del paleozoico inferior de la Zona Asturoccidental-Leonesa, situadas actualmente al S de la Zona Cantábrica, bajo el terciario de la Cuenca del Duero. En estas condiciones, las pendientes deposicionales serían menores que en el caso del abanico de la Duerna, y la importancia de los procesos fluviales en el transporte del material mucho mayor, con el consiguiente aumento en la madurez, textural y granulométrica, de los depósitos.

Finalmente, la influencia del glacioeustatismo en la sedimentación de ambos sistemas aluviales es un hecho discutible y difícil de evaluar. Como ya se ha indicado anteriormente, el sistema de Peña Verde-Remolina estuvo conectado con la cuenca marina cantabriense situada al E y NE (Región Palentina), hecho que pusieron de manifiesto Wagner *et al.* (1969), Iwaniw (1983, 1984) y Alonso (1985). Es decir, este sistema se comportó durante parte de su existencia como un abanico deltaico. Considerando que durante el Carbonífero, como periodo con glaciaciones, el mar registró oscilaciones

glacioeustáticas de hasta 100 m (Heckel, 1986, 1994; Ross y Ross, 1985, 1988), no resulta descabellado pensar que, a pesar de la innegable importancia de la tectónica en el desarrollo de este sistema, la mayor progradación o expansión de sus coladas hacia el E pudo coincidir con etapas de mar bajo durante las cuales se registró un descenso del nivel de base fluvial, mientras que su retracción hacia el O, se correspondería con etapas de mar alto en las que hubo una migración de la línea de costa en este mismo sentido.

#### Agradecimientos

Este trabajo se ha beneficiado de la financiación del Proyecto SA021/04 de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León.

#### Referencias

- Aller, J., Alonso, J.L. y Pérez-Estaún, A. (1985). *Boletín Geológico y Minero*, XCVI-VI, 581-591.
- Alonso, J.L. (1982). *Boletín Geológico y Minero*, XCIII-III, 214-225.
- Alonso, J.L. (1985). *Estructura y evolución tectonoestratigráfica de la región del Manto del Esla (Zona Cantábrica, NW de España)*. Tesis Doctoral, Institución Fray Bernardino de Sahagún, Diputación Provincial de León. 276 p.
- Blair, T.C. y McPherson, J.G. (1998). *Journal of Sedimentary Research*, 68, 800-818.
- Colmenero, J.R., Fernández, L.P., Moreno, C., Bahamonde, J.R., Barba, P., Heredia, N. y González, F. (2002). En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.). Geological Society, London, 93-116.
- Kriest, J. (1984). *The sedimentary and tectonical evolution of the Northern Esla-Nappe area, Cantabrian Mountains, Spain*. M. Sc. Doctoral Thesis, Univ. de Utrecht, 49 p.
- Heckel, P.H. (1986). *Geology*, 14, 330-334.
- Heckel, P.H. (1994). En: *Tectonic and Eustatic Control on Sedimentary Cycles* (J.M. Denninson y F.R. Ettensohn, Eds.). SEMP, Concepts in Sedimentology and Paleontology, 4, 65-87.
- Iwaniw, E. (1983). *Anales de Faculdade de Ciências, Porto*, Suppl. 64, 49-115.
- Iwaniw, E. (1984). *Sedimentology*, 31, 91-110.
- Llorens, T. (2006). *Análisis de las facies de la sucesión postorogénica del Manto del Esla (Cordillera Cantábrica) y de los carbones asociados*. Tesis de Grado, Univ. de Salamanca (inédita), 181 p.
- Oele, M y Mabesoone, J.M. (1963). *Leidse Geologische Mededelingen*, 28, 377-388.
- Van Dierendonck, A.I. (1984). *The relationship between sedimentation and tectonism in the Southern Esla Nappe region; Cantabrian Mountains, Spain*. M. Sc. Doctoral Thesis, Univ. de Utrecht, 86 p.
- Wagner, R.H., Villegas, F.J. y Fonollá, F. (1969). *Compte Rendu Vleme Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère* (Sheffield, 1967), 1, 115-138.
- Ross, C.A. y Ross, J.R.P. (1985). *Geology*, 13, 194-197.
- Ross, C.A. y Ross, J.R.P. (1988). En: *Sea-level Changes: an Integrated Approach*. (C.K. Wilgus, B.S. Hasting, C.G. Kendall, H.W. Posamentier, C.A. Ross y J.C. Van Wagoner, Eds.). SEMP Special Publication, 42, 227-247.