

Estructuración y significado tectonoestratigráfico de la formación calizas de panda (moscoviense superior, zona cantábrica).

Structure and tectonostratigraphic significance of Panda limestone Fm. (Upper Moscovian, Cantabrian Zone)

K. Motis ⁽¹⁾, L.R. Fernández ⁽²⁾ y N. Heredia ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto Geológico y Minero de España. Avda. República Argentina 30, 1º B. 24004-León.

⁽²⁾ Dpto. de Geología, Universidad de Oviedo, c/ Arias de Velasco s/n. 33005-Oviedo.

ABSTRACT

The Panda Limestone Formation (upper Podolsky to Podolsky-Myachkovsky boundary, Pisuerga-Carrión Province, Cantabrian Zone) forms part of the Pando Group, the syn-orogenic wedge related to the emplacement of the Esla Unit. The formation has been divided into three informal members. Facies analysis suggests that the Panda limestones were deposited in a ramp-like platform, in which subtidal carbonate platform (lower or Cosoya member) and deep platform with mud mounds (upper or Valcarque member) settings can be recognised. Locally, a destructive slope (Casasuartes breccia member) developed. The Panda Formation and the upper part of the underlying Vegacerneja Formation form a depositional sequence recording a deepening upward trend. Also, the platform seems to have developed on an E-W trending arc, which is thought to be due to a blind thrust related to the Esla Unit emplacement.

Key words: Cantabrian Zone, Pisuerga-Carrión Province, Carboniferous, Moscovian, Foreland Basin, Mud Mounds.

Geogaceta, 32 (2002), 183-186
ISSN:0213683X

Introducción

La sucesión carbonífera de la Zona Cantábrica (Lotze, 1945) representa el relleno de la cuenca de antepaís varisca en el NO de la Península Ibérica (ver Marcos y Pulgar, 1982; Águeda *et al.*, 1991). En la Región del Pisuerga-Carrión (Fig. 1A; Julivert, 1971), la más externa de la Zona Cantábrica, es donde las diversas cuñas sinorogénicas aparecen mejor representadas (Rodríguez Fernández & Heredia, 1988). Una de estas cuñas está constituida por el Grupo Pando, el cual aparece limitado por dos discontinuidades mayores (Curavacas o Palentina y Leónica). El Grupo Pando se ha relacionado con el emplazamiento desde el SSO de la Unidad del Esla (Alonso, 1987). En este trabajo se presenta la estratigrafía, facies y evolución sedimentaria de una porción de dicho grupo en la Escama de Panda (Fig. 1B) del Manto de Valdeón (Heredia, 1991). El intervalo estudiado constituye una secuencia deposicional y está limitado por dos discontinuidades menores, la basal situada en la parte superior de la Formación Vegacerneja y la superior formando el techo de la suprayacente Formación Panda. No obstante, se han estudiado también los términos inmediatamente infrayacentes, pertenecientes a la Formación Vegacerneja, y suprayacentes, incluidos en la parte baja de la Formación Pandetrave.

Estratigrafía

La discontinuidad basal supone un cambio litológico brusco en la Formación Vegacerneja (Fig. 1C). Así, sobre una sucesión de pizarras con intercalaciones de areniscas, la parte superior de la formación consta de areniscas que pasan a alternancias de areniscas y pizarras, las cuales finalmente empiezan a contener capas de caliza, en un paso más o menos gradual a la Formación Panda. Asimismo, localmente existen brechas calcáreas rellenas de depresiones canaliformes de dicha discontinuidad.

La Formación Panda (Podolsky medio-límite Podolsky-Myachkovsky; E. Villa, *det.*) está formada por calizas y brechas calcáreas y presenta un techo neto bajo la Formación Pandetrave (Fig. 1C). Sobre esta discontinuidad superior, las capas basales de la Formación Pandetrave, constituidas predominantemente por lutitas oscuras con intercalaciones de brechas, se disponen con una relación de *onlap*, aparentemente hacia el O (Fig. 1B). La Formación Panda ha sido dividida informalmente en tres miembros: inferior o Valcarque, superior o Cosoya, y brechas de Casasuartes, que sustituye lateralmente a los dos anteriores en el extremo SO de los afloramientos de la formación.

El miembro Valcarque tiene un espesor bastante constante, en torno a 30 m,

aunque localmente alcanza los 80 m de espesor. Al menos en algún caso, estas anomalías son debidas a fallas crecientes de una traza aproximada E-O que actuaron durante el depósito de este miembro (Ej. área de Mostajal, Fig. 1B). Litológicamente, este miembro es bastante uniforme (Fig. 1C) constando de calizas margosas en estratos centimétricos a decimétricos con interestratos lutítico-margosos que en líneas generales aumentan de importancia hacia el techo. Dominan las calizas *mudstone-wackestone* bioclásticas con algas *dasicladáceas* y filoides que llegan a dar algunos niveles de *boundstone*. En la parte baja aparecen *grainstones* bioclásticas y hacia el techo pueden aparecer cuerpos de espesor métrico formados por micrita peloidal.

El miembro Cosoya, de base plana y techo con formas monticulares, presenta un espesor variable entre 0 y más de 100 m. Existen dos franjas de espesores máximos con traza E-O y situadas respectivamente al S y al N del área de afloramiento de la formación, separadas por un área central de espesores mínimos a nulos (Fig. 1B). Está formado por montículos masivos de calizas *mudstone* de micrita peloidal y por brechas calcáreas en proporciones variables (Fig. 1C). En el área central de espesores mínimos, su techo contiene localmente calizas similares a las del miembro Valcarque.

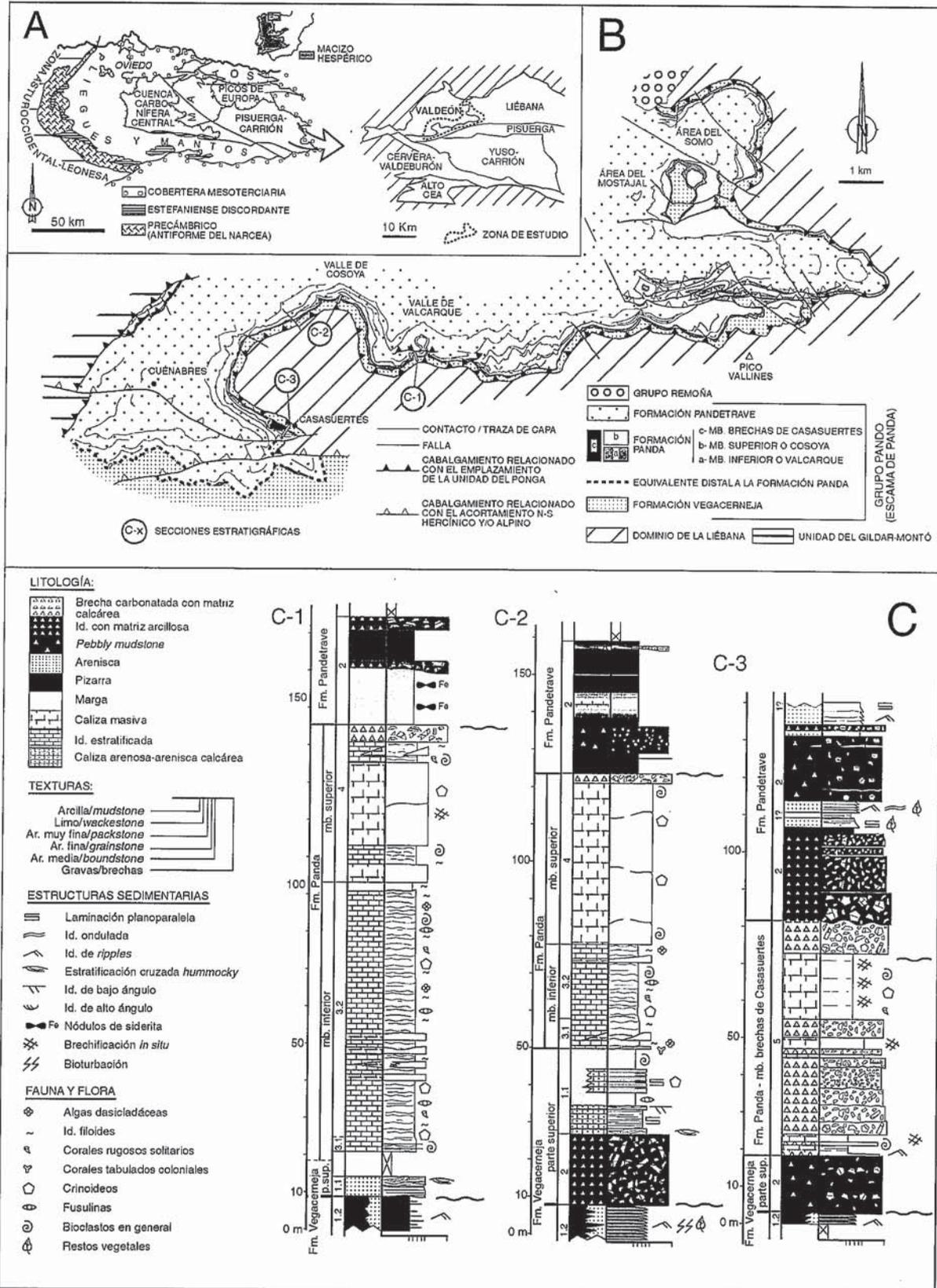


Fig. 1.- A) Esquemas geológicos simplificados de la Zona Cantábrica mostrando la localización de la Región del Pisuerga-Carrión y de esta última con la localización del área de estudio en el Dominio (Manto) de Valdeón. B) Cartografía simplificada del área estudiada mostrando la distribución de los miembros de la Formación Panda y la localización de las secciones estratigráficas seleccionadas. C) Secciones estratigráficas seleccionadas. Las asociaciones de facies están numeradas como en el texto.

Fig. 1.- A) Simplified geological sketch maps showing the location of the Pisuerga-Carrión Province within the Cantabrian Zone, and the location of the study area in the Valdeón Domain (Nappe) of the Pisuerga-Carrión Province. B) Simplified geological map of the studied area showing the distribution of the members of the Panda Formation and the location of the selected stratigraphic sections. C) Selected stratigraphic sections of the studied interval. Facies associations are labelled with numbers as in text.

FACIES Y SUBFACIES	TEXTURA Y ESTRUCTURAS	CAPAS	INTERPRETACIÓN
Grupo de facies A.- Brechas y pizarras con cantos (<i>pebbly mudstones</i>)			
A1: Brechas sin estructura interna			
A1a: Con matriz calcárea	Clasto-soportada. Clastos calcáreos y matriz biolítico-litolítica. Cantos blandos ocasionales. Desorganizadas a gradación normal incipiente	Espesor m-Dm. Bases planas a irregulares	<i>Debris flow</i> cohesivo a <i>debris flow</i> modificado por turbulencia (Nemec & Steel, 1984) o flujo hiperconcentrado (Mutti, 1992)
A1b: Con matriz arcillosa-margosa	Clasto-soportada. Clastos calcáreos y matriz biolítico-litolítica con arena de cuarzo. Cantos blandos frecuentes (D4). Desorganizadas	Espesor cm-Dm. Bases planas, raramente irregulares o canaliformes	<i>Debris flow</i> modificado por turbulencia o flujo hiperconcentrado
A2: Pizarras con cantos	Clastos calcáreos. Matriz lutítico-margosa arenosa y bioclástica. Desorganizadas	Espesor 50 cm-20 m. Límites de capas difusos	<i>Debris flow</i> cohesivo rico en arcilla/ <i>mud flow</i>
A3: Brechas organizadas	Clasto-soportada. Clastos calcáreos y matriz margosa-lutítica, muy bioclástica. Cantos blandos. Gradación normal restringida a la parte superior	Espesor 2.5-5 m. Bases y techos netos y planos o irregulares	Flujo hiperconcentrado
A4: Brechas gradadas y laminadas	Clasto-soportada. Clastos calcáreos. Tres divisiones: 1: Gravas y gránulos gradados con cierta laminación paralela 2: arenas con ripples 3: mudstone con laminación paralela y gradada	Espesor <1.5 m. Bases planas erosivas. Marcas de base ocasionales	Depósitos de corrientes de turbidez de alta y baja densidad (facies F5 y F9 de Mutti, 1992)
Grupo de facies B.- Calclititas			
B1: Calclititas	Clastos calcáreos (arena media-gruesa) hasta fango (<i>mudstone</i>). Organización desde Ta-e hasta Te de Bouma	Espesor <40 cm. Bases planas erosivas	Depósitos de corrientes de turbidez de alta y baja densidad (facies F8 y F9 de Mutti, 1992)
Grupo de facies C.- Areniscas			
C1: Con laminación paralela a cruzada de bajo ángulo	Arenas finas-muy finas. Bioclastos, restos vegetales. Laminación paralela a cruzada de bajo ángulo, bioturbación	Espesor cm-dm. Bases planas a ligeramente erosiva	Flujo unidireccional/combinado? en una plataforma relativamente somera. Régimen de flujo alto
C2: Con estratificación cruzada <i>hummocky</i>	Arenas finas-muy finas. Bioclastos y litoclastos, restos vegetales. Estratificación cruzada <i>hummocky</i> y <i>ripples</i> de ola. Bioturbación ocasional en el techo de las capas	Espesor cm-dm	Flujos combinados decrecientes (<i>waning</i>) en una plataforma, términos más distales que C1
C3: Con estratificación cruzada en surco y laminación de <i>ripples</i>	Arenas medias a muy finas. Bioclastos ocasionales, restos vegetales. Estratificación cruzada en surco (capas más potentes) y laminación de <i>ripples</i>	Espesor cm-m. Base plana o irregular.	Flujos unidireccionales (y combinados?), decrecientes (<i>waning</i>) en una plataforma más o menos profunda
Grupo de facies D.- Pizarras y margas			
D1: Margas bioclásticas y fosilíferas	Margas a pizarras margosas grises, bioclásticas y fosilíferas, bioturbadas. Fauna rica y variada	Interestratos hasta niveles de espesor métrico	Plataforma marina normal, de baja energía, por debajo del nivel de ola normal
D2: Pizarras oscuras bioclásticas y fosilíferas	Pizarras a margas grises oscuras, fósiles enteros, restos vegetales e intensa bioturbación. Láminas bioclásticas (limo-arena muy fina)	Niveles de espesor centimétrico a métrico	Plataforma Marina de posición intermedia entre D1 y C4
D3: Pizarras grises	Pizarras a margas grises sin fauna ni bioturbación	Niveles de espesor centimétrico a métrico	Ambiente comparable a D1 pero con mayor tasa de decantación de arcillas
D4: Pizarras oscuras	Pizarras a margas calcáreas grises oscuras, localmente con nódulos de siderita	Niveles de espesor generalmente decimétrico a métrico	Ambiente profundo, deficiente en oxígeno, de baja energía y con cierta pendiente (talud/prodelta)
Grupo de facies E.- Calizas			
E1: Calizas de micrita peloidal	<i>Mudstone-wackestone</i> bioclástica/fosilífera de micrita peloidal. Cianobacterias, y parches de micrita, <i>Tubiphytes</i>	Cuerpos masivos lenticulares de techo convexo. Espesor <Dm y extensión lateral <Hm	<i>Mud mounds</i>
E2: <i>Boundstones</i> de algas filoides	<i>Boundstone</i> de algas filoides. Matriz análoga a E5c, en ocasiones muy margosa	Cuerpos masivos lenticulares de bajo relieve. Espesor < 30 cm	Pequeñas bioconstrucciones de algas filoides
E3: <i>Boundstones</i> de algas dasicladáceas	<i>Boundstone</i> de algas dasicladáceas. Matriz similar a E5b	Cuerpos masivos lenticulares de bajo relieve. Espesor <50 cm	Pequeñas bioconstrucciones de algas dasicladáceas
E4: <i>Grainstones</i>			
E4a: De fusulinas	<i>Grainstone</i> , localmente <i>packstone</i> por bioturbación, fundamentalmente bioclásticas (dominan las fusulinas)	Espesor cm-dm. Bases erosivas suavemente cóncavas. Geometría lenticular	Plataforma marina normal, por encima del nivel de ola de tormenta
E4b: De equinodermos, fusulinas y oncoloides	<i>Grainstone</i> , localmente <i>packstone</i> por bioturbación, bioclásticas (dominan equinodermos y fusulinas) y con oncoloides	Espesor cm a dm. Lateralmente continuas a lenticulares de base erosiva y techo plano	Id.

Fig. 2.- Columna litológica de la Ribera del Jarama. (* Datación absoluta U/Pb en circón, 353 ± 2 Ma, Dunning et al., 2002)

Fig. 2.- Lithology column of the Ribera of Jarama (* U/Pb dating in circón, 353 ± 2 Ma, Dunning et al., 2002)

El Miembro brechas de Casauertes tiene una potencia de hasta 100 m, acuñándose hacia el O entre los materiales terrígenos infra y suprayacentes. Está constituido mayoritariamente por brechas calcáreas con matriz carbonatada a margosa (Fig. 1B-C).

Lateralmente hacia el S (Fig. 1B), la Formación Panda desaparece y sus equivalentes distales, limitados a muro y techo por lutitas oscuras de las formaciones Vegacernaja y Pandetrave, constan de lutitas y margas oscuras con fauna y algún cuerpo de calizas *mudstone* de micrita peloidal.

Asociaciones de facies

Las facies presentes en el intervalo estudiado (Tabla 1) se agrupan en cinco asociaciones.

Plataforma terrígena (1)

Aflora en la Formación Vegacernaja. Pueden distinguirse dos subasociaciones, la proximal (1.1) y la distal (1.2), que afloran respectivamente sobre y bajo la discontinuidad situada en la parte alta de la formación (Fig. 1C).

La subasociación proximal consta de areniscas (C), principalmente en capas

relativamente potentes, amalgamadas o alternando con las facies del grupo de pizarras y margas (D). En el techo de la formación, contiene intercalaciones ocasionales de calizas *grainstone* (E4). Representa ambientes de plataforma terrígena, dominada por tormentas o avenidas, lateralmente a los cuales pudieron existir parches carbonatados.

La subasociación distal está constituida por alternancias de capas delgadas con *ripples* (facies C3) y pizarras grises (D3), localmente con cicatrices de *slump*. Representaría términos más distales de plataforma, a veces cercanos al borde del talud.

Talud terrígeno/cuenca profunda (2)

Aparece en la base de la Formación Pandetrave y localmente en la Formación Vegacernaja, rellenando las depresiones canaliformes de la discontinuidad basal (Fig. 1C). Consta de potentes intervalos de pizarras oscuras (D4) con intercalaciones de depósitos de flujos gravitativos (grupos de facies A y B). Estos intervalos lutíticos son típicos de ambientes de talud (sistemas de tipo 3 de Mutti, 1985), aunque no puede descartarse que en algún caso pudieran representar una cuenca profunda protegida de aportes turbidíticos importantes.

Plataforma carbonatada submareal (3)

Constituye la totalidad del miembro inferior de la Formación Panda, aunque puntualmente aparece en el techo del miembro superior en el dominio central donde éste último presenta espesores mínimos. Se distinguen dos subasociaciones, de alta energía (3.1) y de baja energía (3.2).

La subasociación de alta energía aparece en la parte basal del miembro (Fig. 1C) y está compuesta por capas de calizas *grainstone* bioclásticas (E4), amalgamadas o alternando con *mudstone-wackestone* bioclásticas (E5) y, subordinadamente, con margas bioclásticas (D1). Correspondería a un ambiente de plataforma carbonatada situada en general por encima del nivel de ola de tormenta. En función de la geometría en rampa que se asume para la plataforma de Panda (ver más adelante), correspondería a una rampa intermedia.

La subasociación de baja energía está formada por la facies de *mudstone-wackestone* bioclásticas (E5) con interestratos de margas bioclásticas y fosilíferas (D1), e intercalaciones ocasionales de bioconstrucciones de algas (E2 y E3) y, más raramente, de *mud mounds* (E1) (Fig. 1C). Los rasgos generales indican una plataforma por debajo del nivel

de ola de tormenta y condiciones marinas abiertas. En función de la geometría en rampa que se asume para la plataforma de Panda, correspondería a una rampa distal.

Plataforma profunda con mud mounds (4)

Constituye la práctica totalidad del miembro superior de Panda (Fig. 1C). Consta de *mud mounds* (E1) apilados verticalmente o dispuestos lateralmente en *offlap* que, de modo aparentemente no sistemático, alternan con intervalos a veces dominantes de debritas (A1a). Los rasgos sugieren un ambiente más profundo que el de la asociación anterior, que localmente pudo estar situado en una zona con cierta ruptura de pendiente distal, no habiéndose detectado depósitos típicos de margen de plataforma.

Talud de plataforma carbonatada (5)

Forma el miembro brechas de Casasuertes (Fig. 1C) y consta de depósitos de flujos gravitativos (grupos A y B). La ausencia de depósitos de avalancha sugiere que representa un talud destructivo que se habría generado en el área de Casasuertes a lo largo de toda la historia deposicional de la formación.

Evolución sedimentaria

Se distinguen tres grandes episodios separados por las discontinuidades que delimitan la secuencia deposicional objeto del trabajo (Fig. 1C).

En el sector estudiado, la parte superior del primer episodio, situado bajo la discontinuidad basal, está representada por una plataforma terrígena en condiciones generalmente distales, localmente próximas al borde del talud.

El segundo episodio se inicia sobre la discontinuidad basal. Sobre ésta se instala una plataforma terrígena proximal, aunque localmente este episodio comienza por un nivel de debritas (A1b) que representaría el relleno de un cañón (Fig. 1C). Sobre este intervalo, se desarrolla una secuencia profundizante que se prolonga dentro de la Formación Panda hasta la instalación de unas condiciones de plataforma profunda con *mud mounds* de acreción vertical y que carecen de señales de emersión y de facies someras en sus techos (Fig. 1C).

Finalmente, el inicio del tercer episodio, sobre la discontinuidad superior, supone la instalación de unas condiciones de talud/cuenca profunda siliciclástica con depósitos de debritas calcáreas co-

rrespondientes a la parte basal de la Formación Pandetrave (Fig. 1C). La relación de *onlap* que presentan las capas basales de esta formación sobre la discontinuidad (Fig. 1B) sugiere un basculamiento aparente de la plataforma hacia el E que habría dado lugar a una brusca profundización.

Geometría de la plataforma de Panda y marco tectosedimentario

En base a los puntos donde se observa la terminación lateral de la formación, es plausible inferir que la extensión de la plataforma no debió exceder en mucho a su extensión cartográfica actual. Esta terminación lateral es solamente observable de modo claro en el área de Casasuertes (Fig. 1B), donde el miembro brechas de Casasuertes parece representar un margen destructivo (Fig. 1C). Al SO de esta última área (Fig. 1B), los niveles lateralmente equivalentes a la formación (lutitas oscuras con fauna -D2- y algún *mud mound* -E1) y los términos infra y suprayacentes (depósitos de talud terrígeno -fundamentalmente facies D4) parecen presentar unas condiciones algo más profundas que las existentes en el área de afloramiento de la Formación Panda, pero no claramente de cuenca profunda. Por otro lado, y salvo en el área de Casasuertes, no existen depósitos de brechas de talud, ni se han detectado depósitos de margen de plataforma. Por lo tanto se considera que la plataforma de Panda es de tipo rampa, posiblemente con una cierta ruptura de pendiente distal.

La extensión de la plataforma y la distribución de facies y espesores para los miembros inferior y superior de la formación sugieren que aquella se nucleó en un alto fondo de traza actual aproximada E-O, con subsidencia diferencial mínima en el eje y máxima hacia los flancos. Dada la mayor uniformidad lateral del miembro inferior, el funcionamiento del alto fondo debió producirse sobre todo durante el depósito del miembro superior.

Por comparación con otras plataformas coetáneas en la misma región (calizas del Grupo Pando, ver Loon, 1972; Alonso, 1987; Barba *et al.*, 1991), se sugiere que éste y otros umbrales análogos, coherentes con la traza estructural de la Unidad del Esla y por tanto posiblemente provocados por cabalgamientos ciegos relacionados con esta Unidad, estuvieron sujetos temporalmente a sedimentación carbonatada, posiblemente bajo un control mixto tectónico y eustático.

Agradecimientos

Este trabajo recoge aspectos del Seminario de Investigación presentado en la Universidad de Oviedo por K. Motis Rovira y realizado al amparo de una Beca de Doctorado del Instituto Geológico y Minero de España.

Bibliografía

- Águeda, J.A., Bahamonde, J.R., Barba, F.J., Barba, P., Colmenero, J.R., Fernández, L.P., Salvador, C.I. & Vera, C. (1991): *Bull. Soc. Géol. France*, 162 (2), 325-337.
- Alonso, J. L. (1987): *Estructura y Evolución Tectonoestratigráfica de la Región del Manto del Esla (Zona Cantábrica, NW de España)*. Tesis Doctoral. Diputación Provincial de León. Inst. Fray Bernardino de Sahagún, 276 pp.
- Barba, P., Fernández L. P., Rodríguez Fernández L. R., & Colmenero, J. R. (1991): *Memoria Explicativa del Mapa Geológico de España a E. 1:50.000 N° 105 (Riaño)*. 2ª Serie MAGNA- Primera edición. ITGE, 10-87.
- Dunning, G. R.; Díez Montes, A.; Matas, J.; Martín Parra, L.M.; Almarza, J. y Donaire, M. (2002): *Geogaceta*, 32, 127-130.
- Heredia, N. (1991): *Estructura Geológica de la Región del Mampodre y áreas adyacentes (Zona Cantábrica)*. Tesis Doctoral, Univ. de Oviedo: 352 pp. (Microfichas-92).
- Julivert, M. (1971): *Amer. Jour. Sci.*, 270, 1-29.
- Loon, A. J. Van, (1972): *Trabajos Geol., Univ. Oviedo*, 3, 231-265.
- Lotze, F. (1945): *Geotekt. Forsch.*, 6: 1-12 (Trad. por J. M. Ríos (1950): Publ. Extr. Geol. España, 5, 149-166).
- Marcos, A & Pulgar, J. A. (1982): *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.*, 163 (2), 256-260.
- Mutti, E. (1985): Zuffa, G. G., (ed.). *Provenance of arenites*. NATO-Advanced Study Institutes Series. Dordrecht, The Netherlands, Reidel, 65-93.
- Mutti, E. (1992): *Turbidite sandstones*. AGIP-Istituto di Geologia Università di Parma, San Donato Milanese, 275 pp.
- Nemec, W., & Steel, R. J. (1984): Koster, E. H., & Steel, R. J. (eds.). *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., 10, 1-31.
- Rodríguez Fernández, L. R. & Heredia, N. (1988): *II Congr. Geol. Esp. SGE. Vol. Simposios: Cinturones orogénicos*. Granada. IGME., 65-74.