

Edad de los primeros signos de actividad tectónica en el Carbonífero Superior de los Picos de Europa (Asturias, NO de España)

Enrique Martínez García y Elisa Villa

Departamento de Geología, Arias de Velasco s/n, 33005 Oviedo

Recibido el 15 de Octubre de 1998. Aceptado el manuscrito revisado el 31 de Diciembre de 1998.

Resumen: Recientemente se han descubierto en el área de Sotres (Picos de Europa) sedimentos discordantes sobre el tramo superior (Myachkoviense) de las calizas marinas de la Formación Picos de Europa, que están a su vez recubiertos por calizas de algas de edad Autuniense (quizás equivalente al Estefaniense C Superior). Estas capas intermedias, denominadas aquí "capas de Pirué", están constituidas por calizas marinas bioclásticas. Los fusulináceos existentes en ellas indican una equivalencia probable con el Myachkoviense Superior (Moscoviense final) y permiten correlacionarlas con depósitos clásticos similares situados más al norte, en el área de Gamonedo. Todos estos depósitos se encuentran en el sector norte de los Picos de Europa y representan probablemente sedimentos de borde de cuenca relacionados con la actividad de fallas, mientras que una sucesión, en parte de edad equivalente, situada más al sur (Las Llacieras), está constituida por calizas más distales. Todas ellas se consideran depósitos sinorogénicos que marcan el comienzo de la actividad tectónica en el Carbonífero Superior de los Picos de Europa.

Palabras clave: Tectónica del Carbonífero Superior, Picos de Europa, Estratigrafía del Carbonífero Superior, Depósitos sinorogénicos, Fusulináceos.

Abstract: Newly discovered outcrops in the Sotres area (Picos de Europa, Asturias, Spain) lie unconformable on marine carbonates of the Picos de Europa Formation (Myachkovian) and beneath lagoonal algal limestones of Autunian age (perhaps equivalent to the upper Stephanian), and have been named Pirué Beds. The Pirué Beds are made up of bedded bioclastic and chert-bearing limestones of marine character. Fusulinacean faunas present in these rocks point to an upper Myachkovian age and can be correlated with similar clastic unconformable deposits more to the north, in the Gamonedo area. All these rocks lie in the northern part of the Picos de Europa domain, and represent basin border deposits related to fault activity, while the partially age-equivalent succession at Las Llacieras to the south is composed of more distal limestones. These rocks are considered as synorogenic deposits marking the beginning of late Carboniferous tectonic disturbances in the Picos de Europa domain.

Key words: Late Carboniferous tectonics, Picos de Europa domain, upper Carboniferous stratigraphy, Synorogenic deposits, Fusulinaceans.

Dentro del dominio de Picos de Europa de la Zona Cantábrica, el sector de Sotres se caracteriza por la ausencia de rocas de edad ordovícica en las unidades alóctonas presentes (Martínez García, 1978; 1981), si bien en la más meridional de esas unidades están representadas las formaciones Láncara y Oville del Cámbrico Medio-Superior. Asimismo

es notoria la presencia de sedimentos del Carbonífero terminal y Pérmico Inferior, discordantes sobre una sucesión preorogénica constituida principalmente por calizas de edades que oscilan entre el Serpukhoviense y el Kasimoviense Inferior (Martínez García, 1981). Recientemente han aparecido niveles de calizas detríticas por debajo de la

sucesión autuniense (Formación Sotres), disconformes bajo ésta y en discordancia a su vez sobre la sucesión preorogénica. La datación de estas calizas mediante fusulináceos permite realizar algunas precisiones sobre los movimientos tectónicos en los Picos de Europa durante el Carbonífero Superior y el Pérmico Inferior.

Estratigrafía de los alrededores de Sotres

La sucesión preorogénica

La geología de los alrededores de Sotres ha sido descrita por Martínez García (1978, 1981, *in litt.*) y en la memoria de la Hoja n.º 56 (Carreña Cabrales, Martínez García y Rodríguez Fernández, 1984). En el primero de estos trabajos se citaba por vez primera la existencia en los Picos de Europa de una laguna estratigráfica entre la Formación Oville del Cámbrico Medio-Superior y las calizas basales del Carbonífero (Formación Genicera, del Viseense), interrupción que se pone de manifiesto en la base de una escama tectónica situada al sur de Sotres. Los materiales del Cámbrico están formados por unos 25 m de alternancias de dolomías y pizarras negras en la base, seguidas por 8 m de calizas grises y 2 m de calizas rojas nodulosas en la parte superior, litologías todas ellas típicas de la Formación Láncara en la parte oriental de Asturias. La sucesión continúa con 40 m de areniscas verdosas con glauconita, alternando con pizarras pardas. Sobre ellas se disponen en paraconformidad unos 9 m de calizas rojas nodulosas de la Formación Genicera (Viseense), seguidas por unos pocos metros de calizas negras de grano fino de la Formación Barcaliente (Serpukhoviense) y, finalmente, unos 70 m de calizas claras pertenecientes a las formaciones Valdeteja? y Picos de Europa (Bashkiriense?-Moscoviense).

Una cartografía más detallada levantada recientemente (Martínez García, *in litt.*), ha puesto de manifiesto la existencia de otra escama al norte de la descrita en 1978 y situada por encima de ella, en la que afloran las formaciones Láncara y Oville. Se observan, además, diversos lentejones cuarcíticos que probablemente pertenecen a la Formación Barrios. Las pizarras de la Formación Oville han proporcionado fragmentos de trilobites, determinados

por E. Liñán (Universidad de Zaragoza) como *Paradoxides (Eccaparadoxides) sp.*, identificación que confirma la pertenencia de esos niveles al Cámbrico Medio.

Las sucesiones sin- y tardiorogénicas

Por encima de la sucesión preorogénica, Martínez García (1981) mencionó la presencia de materiales discordantes (Fig. 1) con restos de polen del Autuniense (Neves, *in* Martínez García, 1981) en los que Wagner y Martínez García (1982) recogieron muestras con restos de plantas fósiles también de edad Estefaniense C-Autuniense (Según Wagner, 1998, el Autuniense Inferior, considerado anteriormente como Pérmico basal, podría ser equivalente en parte al Estefaniense C superior). Dicha sucesión comienza por unos 2 m de conglomerados de cantos angulosos calcáreos en la base, seguidos por 12 m de lutitas rojizas de origen volcánico y lentejones calcáreos. Se superponen 70 m de calizas de algas en bancos gruesos (1-2 m), alternando con pizarras negras y niveles volcanoclásticos delgados. Las calizas han sido atribuidas a un ambiente lagunar por Mamet y Martínez García (1995). Estas calizas aparecen dolomitizadas en el contacto con los materiales suprayacentes, constituidos por una sucesión paraconforme (en la que dominan los colores rojizos) que comienza por conglomerados calcáreos con oncolitos, a los que siguen 50 m de lutitas y areniscas rojas con intercalaciones de conglomerados y brechas calcáreas de matriz arenosa roja. La columna finaliza con 120 m de alternancias de areniscas y lutitas rojas y verdes. Esta sucesión se puede atribuir a la Formación Caravia, de probable edad Pérmico Inferior (Gand *et al.*, 1997).

La revisión reciente del área de Sotres ha dado como resultado el hallazgo de dos pequeños, pero significativos, afloramientos de rocas sedimentarias, que se encuentran por debajo de los sedimentos autunienses y que, a su vez, están discordantes sobre la sucesión preorogénica. En adelante nos referiremos a estos materiales recientemente descubiertos como capas de Piruá, por su proximidad al alto del mismo nombre en la carretera de Sotres a Tresviso (Fig. 1).

El primero de estos afloramientos se sitúa 2 km al norte del pueblo de Sotres y está constituido por

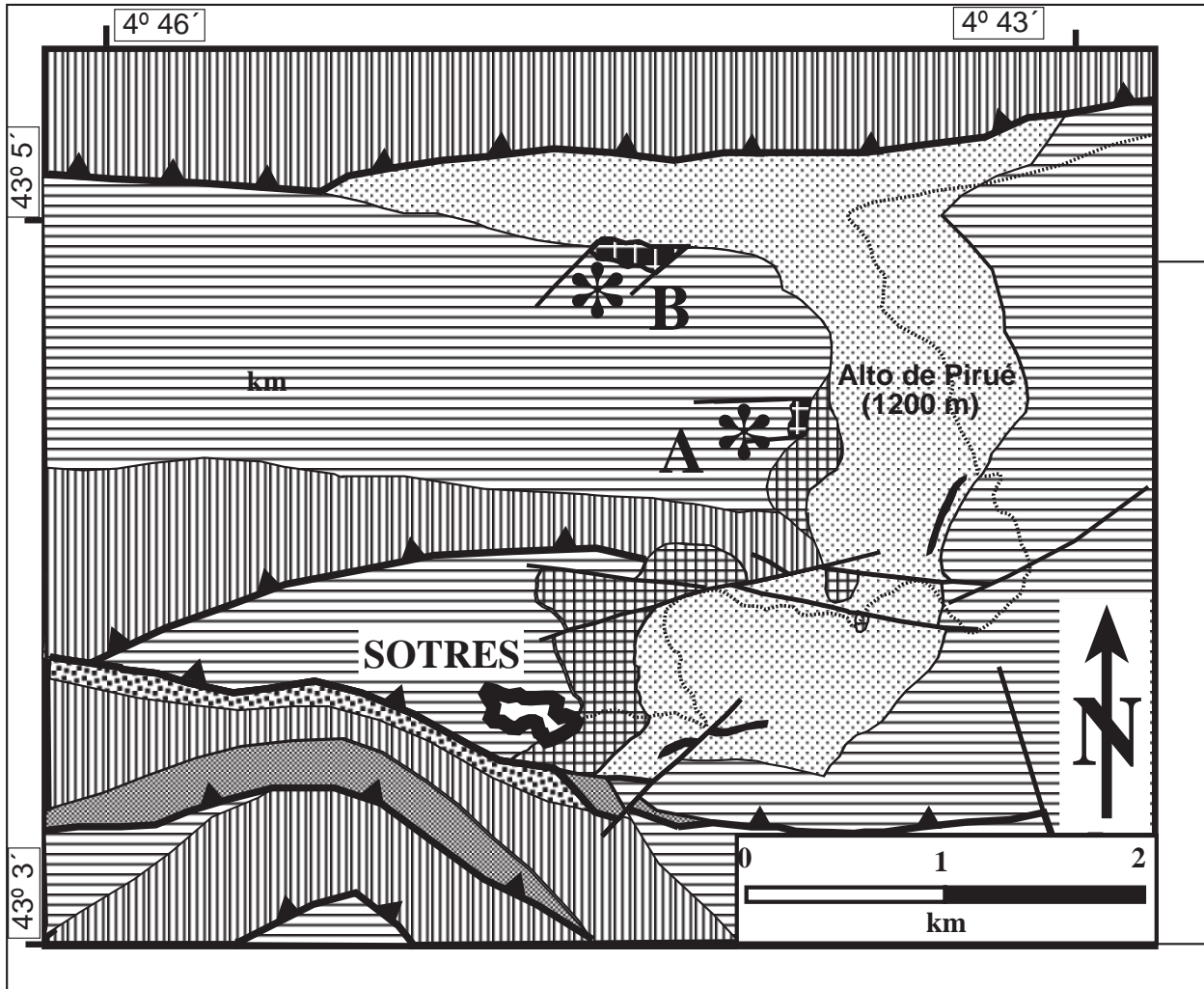


Fig. 1. Mapa geológico esquemático del área de Sotres (Picos de Europa, Asturias, ver Fig. 5), con situación de las columnas estratigráficas A y B representadas en la Fig. 2.

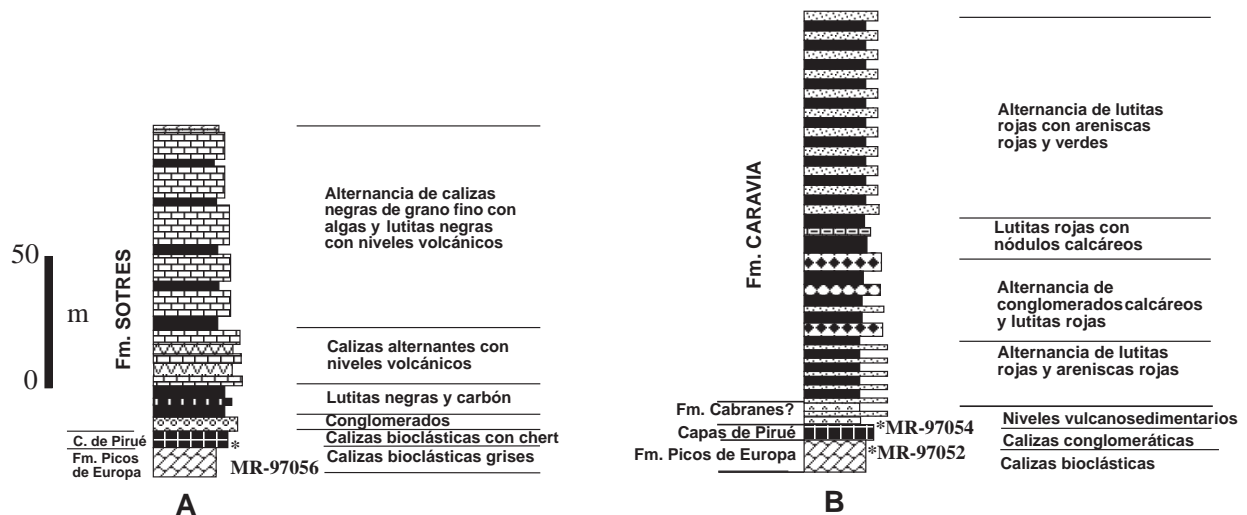


Fig. 2. Columnas esquemáticas y situación de las muestras en la sucesión estratigráfica de las capas de Pirué. La posición de las columnas A y B se encuentra situada en la Fig. 1.

unos 5 m de calizas de grano fino, algo margosas, que aparecen por debajo de los conglomerados basales de la Formación Sotres (Fig. 2A). Estas calizas, en las que se han hallado fusulináceos, se encuentran en discordancia angular sobre las calizas blancas de la Formación Picos de Europa. El segundo afloramiento de las capas de Pirué (Fig. 2B) se sitúa 500 m al norte del anterior y está formado por 16 m de calizas conglomeráticas con abundantes fragmentos de crinoideos, organizadas en bancos granodecrecientes de un metro a metro y medio de espesor, y con niveles de calizas de grano fino en la parte superior, que son los que han proporcionado fusulináceos. Las capas de Pirué en esta segunda localidad también se encuentran con discordancia angular sobre las calizas de la Formación Picos de Europa, pero, en este caso, por encima no aparecen las calizas y conglomerados de la Formación Sotres, sino unos niveles volcanoclásticos (que recuerdan a algunos tramos de la Formación Cabranes descrita por Martínez García en 1991), pasando hacia arriba a niveles de areniscas y limolitas rojas. La parte superior muestra intercalaciones de lutitas rojas y verdes con conglomerados calcáreos en la base, claramente reconocibles como pertenecientes a la Formación Caravia. Es posible, por tanto, que en este área se encuentren representadas las tres formaciones del Autuniense y Pérmico Inferior que se pueden reconocer en gran parte de Asturias y Cantabria occidental (Gand *et al.*, 1997).

Martínez García (*in litt.*) atribuye un carácter tardiorogénico a las sucesiones del Autuniense y Pérmico Inferior en la Cordillera Cantábrica, por lo que los nuevos afloramientos proporcionan datos sobre posibles sedimentos sinorogénicos en el interior de los Picos de Europa, correlacionables con los descritos por Martínez García y Villa (1998) en el área de Gamonedo-Cabrales.

Datos paleontológicos

Dos muestras recogidas en las capas de Pirué, así como una muestra procedente de la sucesión prerogénica situada por debajo de éstas, han proporcionado diversos ejemplares de fusulináceos pertenecientes a los géneros *Fusiella*, *Fusulinella* y a probables *Protriticites* primitivos. Aunque el material no es lo suficientemente abundante como para llegar a identificaciones precisas a nivel específico, los rasgos que estas microfaunas presentan permiten realizar algunas consideraciones de carácter bioestratigráfico.

La muestra MR-97052 ha sido recogida en un nivel de la Formación Picos de Europa situado por debajo de la discordancia que forman las capas de Pirué (Fig. 2B). En esta muestra ha aparecido un ejemplar de *Fusulinella* (Fig. 3, 2) con *chomata* fuerte, pared y septos extremadamente delgados y una diafanoteca clara, aunque muy delgada y disconti-

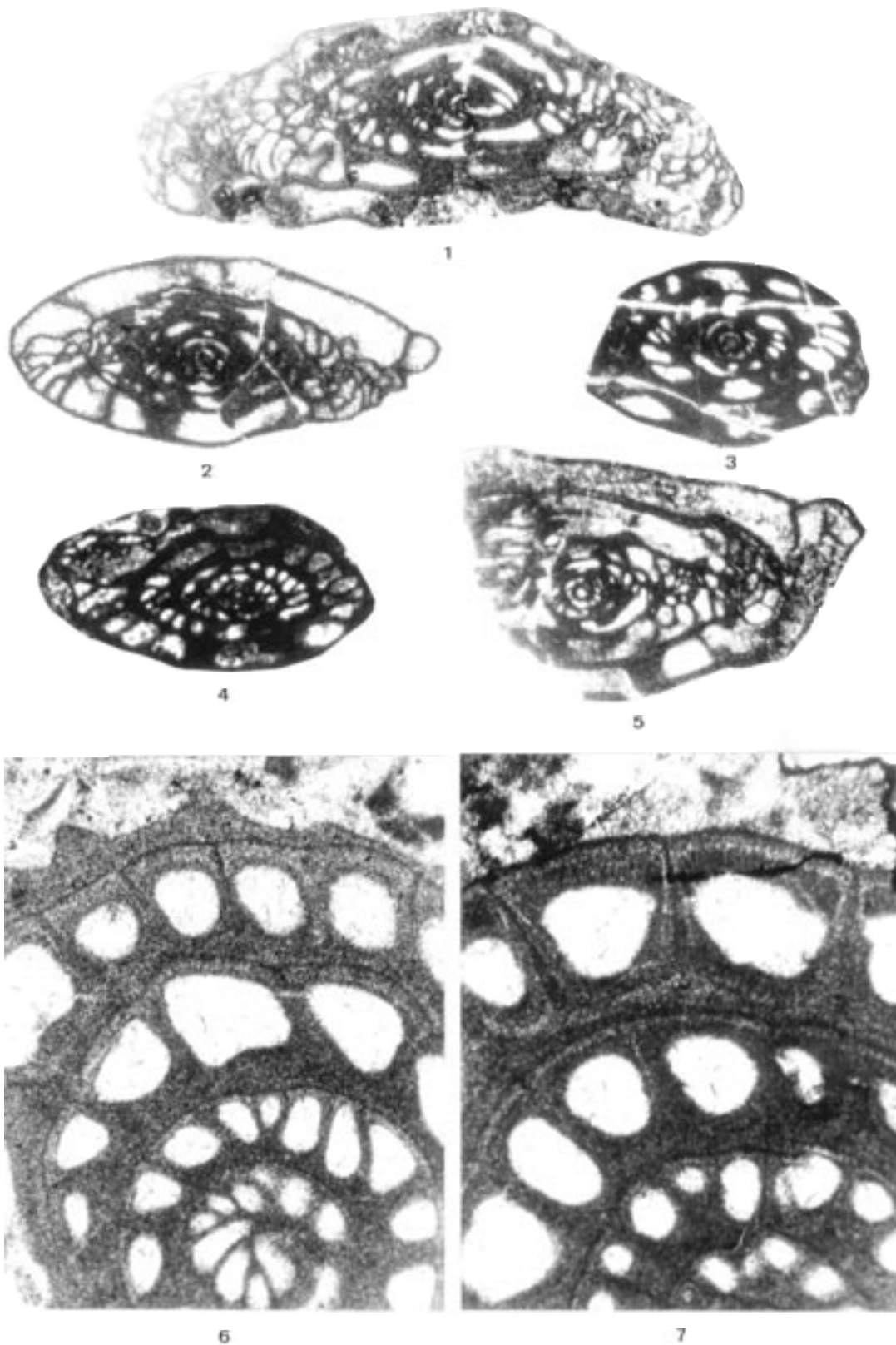


Fig. 3. 1, *Fusulinella* ex gr. *praesimplex* Lee (cf. *F. provecta* Sheng). MR-97054, Capas de Pirué (x29). 2, *Fusulinella* sp. MR-97052, Formación Picos de Europa (x29). 3-4, *Protriticites* spp. MR-97054, Capas de Pirué (x29). 5, *Fusulinella* sp. MR-97054, Capas de Pirué (x29). 6-7, Estructura de la pared en ejemplares de *Protriticites* en los que se observan poros incipientes atravesando las capas de la muralla. MR-97054, Capas de Pirué (x85).

nua. Sus características resultan muy similares a las de algunas de las especies del Myachkoviense de los Urales Septentrionales que Remizova (1992) ha incluido en el género *Praeobsoletes*.

La muestra MR-97054 procede de las capas de Pirué (Fig. 2B). En ella ha aparecido una asociación compuesta por especies avanzadas de *Fusulinella*, típicas del Myachkoviense, junto con un representante de *Fusiella* y algunos otros ejemplares en los que las características de la pared (diafanoteca oscura y poros atravesando las distintas capas) señalan su pertenencia a *Protriticites*. Uno de los ejemplares de *Fusulinella* (Fig. 3, 1) guarda gran semejanza con las especies del grupo de *Fusulinella praesimplex* Lee y, especialmente, con *F. provecta* Sheng. En cuanto a los ejemplares que atribuimos a *Protriticites* (Fig. 3, 3-4, 6-7), se observa que la perforación de la pared no es muy fuerte, razón por la que se puede deducir que se trata de representantes primitivos del género. La edad de este nivel no puede establecerse con total certeza, pero resulta muy probable que corresponda al Myachkoviense final; más remota, pero no totalmente descartable, es la posibilidad de una edad Kasimoviense basal. Por un lado, hay que tener en cuenta que, aunque *Fusulinella* se considera un género propio del Moscoviense, algunas especies perduran dentro del Kasimoviense. Pero, por otro, no debe olvidarse que si bien las especies de *Protriticites* son típicas del Kasimoviense Inferior, el género ya aparece en el Myachkoviense. Dadas las características de la asociación (especialmente el hecho de que, aunque las *Fusulinella* presentes en la muestra son de tipo "avanzado", aparecen aún abundantes en número, y que los *Protriticites* corresponden a formas primitivas), la conclusión es que nos encontramos ante materiales de edad Moscoviense final (techo del Myachkoviense).

La muestra MR-97056, tomada también en las capas de Pirué (Fig. 2A), ha proporcionado un material más escaso y peor conservado que la anterior. Sin embargo, en las láminas delgadas realizadas se advierte la presencia de un ejemplar de *Fusulinella* con caracteres similares a los de la especie de la muestra MR-97054 de la Fig. 3, 1, que ya se ha comentado. No se han encontrado en ella *Protriticites*.

De los datos expuestos se puede concluir que el techo de la sucesión pre-orogénica en esta zona (ni-

veles en los que se tomó la muestra MR-97052, Fig. 2 B) pertenece al Myachkoviense, quizá superior, y que las capas de Pirué, situadas por encima de la discordancia, tienen una edad equivalente al Myachkoviense más alto (próxima al límite Moscoviense/Kasimoviense).

Correlaciones e interpretación tectónica

La edad Moscoviense final de los afloramientos recientemente descubiertos en las proximidades de Sotres nos permite correlacionarlos con los materiales sinorogénicos del sector norte de los Picos de Europa (Figs. 4, 5). En el área de Gamonedo, situado al norte de los Picos de Europa, aparece la Formación Gamonedo (Myachkoviense Superior), la cual también se apoya discordantemente sobre la sucesión preorogénica (en éste caso las calizas negras de la Formación Barcaliente, de edad Serpukhoviense). Encima de esta formación parece existir otra discordancia sobre la que se apoya una formación sinorogénica más, la Formación Demués, de edad Kasimoviense (Krevyakiense-Khamovnicheskiense), descrita por Martínez García y Villa (1998) y constituida por margas, calizas, conglomerados, areniscas, calclititas, lutitas y algún nivel carbonoso. Los materiales que la componen han sido analizados por Bruner *et al.* (1998) y Sánchez de Posada *et al.* (este volumen). A partir del estudio del contenido fósil de la Formación Demués, Sánchez de Posada *et al.* (este volumen) deducen que esos materiales se depositaron en un ambiente somero, con algún episodio de profundización.

Las capas de Pirué parecen tener una edad próxima a la de la Formación Gamonedo, aunque quizá ligeramente más joven, deducción efectuada atendiendo al hecho de que en aquella formación también se han encontrado *Fusulinella* avanzadas (*F. branoseræ* van Ginkel y *F. alvaradoi* van Ginkel), pero, en cambio, no se han hallado *Protriticites*. No se puede descartar, sin embargo, que las mencionadas capas de Pirué sean correlacionables con la parte más baja de la Formación Demués, en la que hasta el momento no se han encontrado niveles con fusulináceos (los primeros niveles productivos se han encontrado en la parte media de la formación en el corte de Demués, y su edad es Krevyaki-

UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS			UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		
			Área de Las Llacierias	Área de Gamonedo	Área de Sotres
PÉRMICO INFERIOR					Fm. Caravia
CARBONÍFERO SUPERIOR	ESTEFANIENSE	GZHELIENSE			Fm. Cabranes
		KASIMOVIANENSE	Capas de Las Llacierias (ex. Fm. Puentellés)	Fm. Cavandi	Fm. Sotres
		MOSCOVIENSE	Fm. Picos de Europa	Fm. Puentellés	
	WESTFALIENSE	BASHKIRIENSE	Fm. Valdeteja	Fm. Demués	
		NAMURIENSE	Fm. Barcaliente	Fm. Gamonedo	Capas de Pirué
	CARBONÍFERO INFERIOR	VISEENSE		Fm. Genicera	Fm. Genicera
TURNESIENSE		Fm. Baleas	Fm. Baleas?	Fm. Baleas?	
ORDOVÍCICO			Fm. Barrios	Fm. Barrios?	
CÁMBRICO			Fm. Oville	Fm. Oville	
			F. Láncara	F. Láncara	

Fig. 4. Posición estratigráfica de las Capas de Pirué y correlación aproximada de las distintas unidades litoestratigráficas mencionadas en el texto.

niense; v. Martínez García y Villa, 1998, y Sánchez de Posada *et al.*, este volumen).

En la sucesión de Las Llacierias, que aflora en la parte norte del sector de Sotres (área de Covadonga), sobre la Formación Picos de Europa aparece una sucesión de lutitas y calizas de carácter tempestítico, depositadas sobre una plataforma en rampa. A grandes rasgos, esta sucesión parece ser equivalente en el tiempo a la Formación Demués, ya que según Villa y van Ginkel (1997) su edad es también Krevyakiniense-Khamovnicheskiense. Estos materiales fueron erróneamente atribuidos a la Formación Puentellés en Marquínez *et al.* (1982) y considerados provisionalmente como “Formación Puentellés” en trabajos posteriores (Villa *et al.*, 1993, 1997). En el presente trabajo se les denomina “capas de Las Llacierias”. Por debajo de estas capas, aparecen en la sección las calizas de la Formación Picos de Europa, cuya edad en la parte final alcanza ya el Kasimoviense basal. Las calizas de la Formación Picos de Europa muestran asimismo la presencia de ciclos indicativos de inestabilidad en la cuenca (Villa *et al.*, 1993), con existencia de probables disconformidades que han sido aún poco estudiadas.

La edad de las capas de Pirué parece indicar una correlación aproximada con la Formación Gamonedo, situada al norte de Sotres, y con la parte superior de la sucesión de Las Llacierias (Fig. 5). Tanto la parte inferior de la Formación Gamonedo como las capas de Pirué son conglomeráticas y podrían estar en relación con fracturas situadas en el borde de una cuenca, mientras que la parte superior de la Formación Gamonedo evidencia una profundización de la misma, con depósitos turbidíticos de fan-delta (Bruner *et al.*, 1998) directamente ligados a la actividad de los cabalgamientos. El tramo de Las Llacierias es de carácter calcáreo y con signos de inestabilidad tectónica, lo que indica que dicha sucesión se encontraba en zonas más distales que el área de Sotres, la cual estaría más próxima a la costa.

Todos estos datos indican que los movimientos indicativos del comienzo de la orogenia del Carbonífero Superior en los Picos de Europa, son de edad Myachkoviense Superior, correspondiendo con la fase Leónica, como también ocurre en la Zona Palentina (Wagner y Martínez García, 1974). El pequeño espesor de los afloramientos de las capas de Pirué encontrados no permite definir su extensión

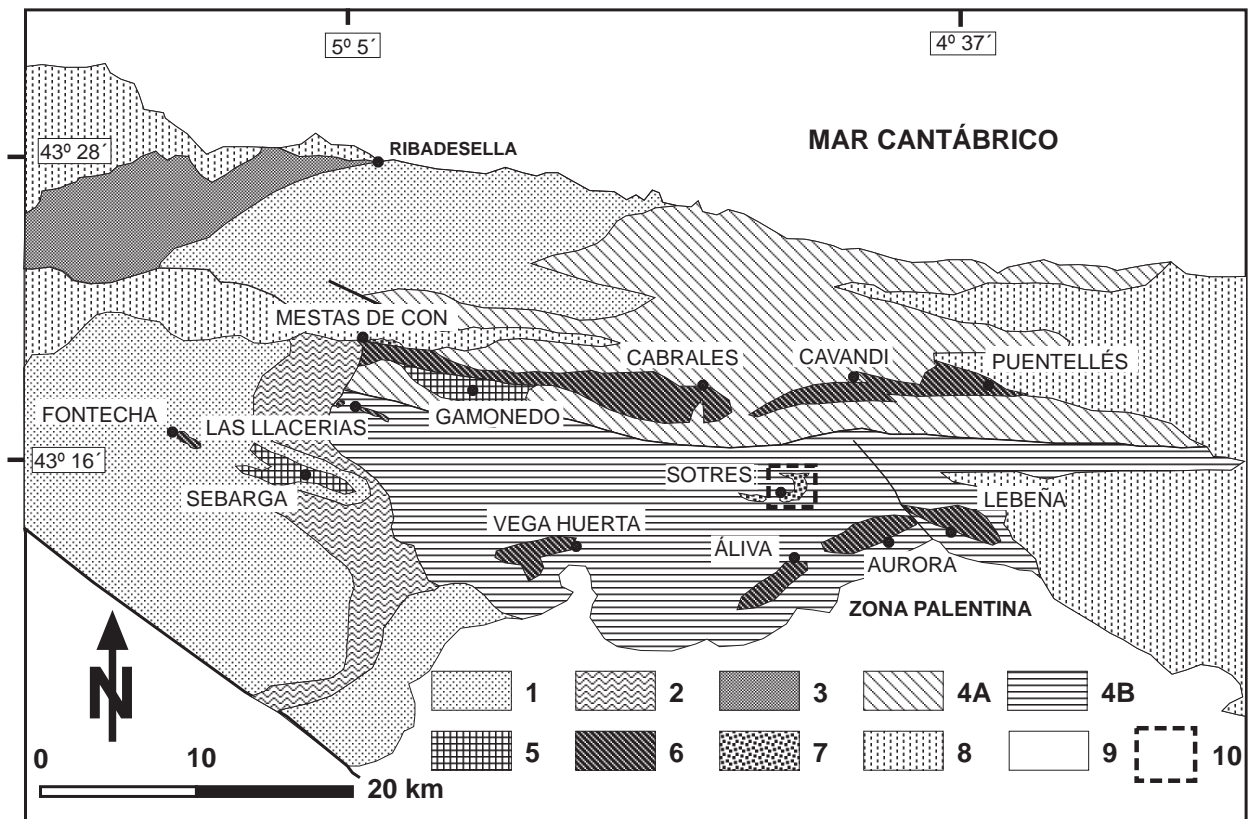


Fig. 5. Unidades tectoestratigráficas y sedimentos sin - y tardiorogénicos en la Zona Cantábrica oriental. 1.- Dominio de Ponga, 2.- Dominio de Los Beyos. 3.- Dominio de la Cuenca Carbonífera Central. 4.- Dominio de Picos de Europa (4A, Sector de Cabrales. 4B, Sector de Sotres). 5.- Sedimentos sinorogénicos de las formaciones Gamonedo y Demués. 6.- Sedimentos sinorogénicos de las formaciones Puentelellés y Cavandi. 7.- Sedimentos tardiorogénicos de las formaciones Mestas de Con, Sotres, Cabrales y Caravia. 8.- Permo-Mesozoico. 9.- Otros sedimentos fanerozoicos. 10.- Posición de la Fig. 1.

regional, ya que los depósitos sinorogénicos situados más al sur (formaciones Aliva y Lebeña de Masas, 1974), son de edad Kasimoviense, confirmando asimismo la profundización de la cuenca sinorogénica hasta el límite sur de los Picos de Europa.

Conclusiones

1.- En el interior de la parte sur de los Picos de Europa (sector de Sotres), se encuentran afloramientos de calizas bioclásticas (capas de Pirué) de probable edad Myachoviense final. Estas capas reposan discordantemente sobre tramos del Myachoviense de la Formación Picos de Europa, indicando el comienzo de una etapa orogénica que se puede encuadrar dentro de la Fase Leónica descrita por Wagner (1965) en la provincia de León. Las capas de Pirué están cubiertas por sedimentos del Autuniense (quizás equivalente al Estefaniense C superior) y Pérmico Inferior.

2.- Las capas de Pirué se pueden correlacionar con la parte inferior de la sucesión sinorogénica del área de Gamonedo, situado en el sector norte del dominio de Picos de Europa.

3.- Al sur del sector de Sotres (área de Aliva) se encuentran sedimentos sinorogénicos de carácter turbidítico (formaciones Aliva y Lebeña), lo que indica una posterior profundización general de la cuenca hacia el sur. Esta profundización se debe sin duda al avance de los cabalgamientos en aquella dirección.

4.- La presencia en Sotres de sedimentos discordantes y de carácter somero del Autuniense (quizás equivalente al Estefaniense C superior), indicaría el final del paroxismo orogénico y el comienzo de la sedimentación de carácter tardiorogénico, como muestra la presencia de un vulcanismo calcoalcalino residual y la persistencia de los cabalgamientos hasta bien entrado el Pérmico.

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con financiación de los proyectos NP-98-515-1 y IR-98-515-1 de la Universidad de Oviedo y PB-94-1337 de la

DGICYT. Se encuadra dentro del Proyecto del P.I.C.G. n.º 376 (Conexiones entre Laurencia y Gondwana). Agradecemos a Eladio Liñán de la Universidad de Zaragoza la determinación de trilobites y a Roberto Wagner, del Jardín Botánico de Córdoba sus consejos y precisiones.

Bibliografía

- Bruner, K., Smosna, R. y Martínez García, E. (1998): Comparative analysis of fan-delta facies from the Carboniferous of Northwestern Spain. *Rev. Soc. Geol. España*, 11 (1-2): 181-194.
- Gand, G., Kerp, H., Parsons, C. y Martínez-García, E. (1997): Palaeoenvironmental and stratigraphic aspects of animal traces and plant remains in Spanish Permian red beds (Peña Sagra, Cantabrian Mountains, Spain). *Geobios*, 30, 2: 295-318.
- Maas, K. (1974): The Geology of Liébana, Cantabrian Mountains, Spain. Deposition and deformation in a Flysch area. *Leids Geol. Meded.*, 49: 379-465.
- Mamet, B. y Martínez-García, E. (1995): Permian Microcodiaceans (Algae, Incertae Sedis), Sotres Limestone, Asturias (NW Spain). *Revista Española de Micropaleontología*, XXVII (3): 107-116.
- Marquinez, J., Méndez, C. A., Menéndez-Alvarez, J. R., Sánchez de Posada, L. C. y Villa, E. (1982): Datos biostratigráficos de la sucesión carbonífera (Turnesiense-Kasimoviense) de Las Llacerias, Picos de Europa, Norte de España. *Trabajos de Geología, Univ. Oviedo*, 12: 187-193
- Martínez García, E. (1978): El Cámbrico de los Picos de Europa. *Trabajos de Geología, Univ. Oviedo*, 10: 341-349.
- Martínez García, E. (1981): El Paleozoico de la Zona Cantábrica oriental (Noroeste de España). *Trabajos de Geología, Univ. Oviedo*, 11: 95-127.
- Martínez García, E. (1991): Hercynian syn-orogenic and post-orogenic successions in the Cantabrian and Palentian zones (NW Spain). Comparison with other western European occurrences, *Giornale di Geologia*, 53 (1): 209-220.
- Martínez García, E. (in litt.): Orogénesis y Sedimentación a finales del Paleozoico en el NE del Macizo Ibérico (Asturias, Cantabria y Palencia), *Vol. Hom. a J. Ramírez del Pozo, A.G.G.E.P.*, 167-174.
- Martínez García, E. y Rodríguez Fernández, R. (1984): Memoria de la hoja n.º 56 (Carreña-Cabrales) del Mapa Geológico Nacional (MAGNA), *Inst. Geol. Min. Esp.*, 1-45.
- Martínez García, E. y Villa, E. (1998): El desarrollo estratigráfico en las unidades alóctonas del área de Gamonedo-Cabrales (Picos de Europa, Asturias, NW de España), *Geogaceta*, 24: 215-218.
- Remizova, S. T. (1992): The micropalaeontological basis of the Middle/Upper Carboniferous boundary (en ruso). *Seriya preprintov "Nauchne Dokladi", Komi Nauchni Centr Uralskoe otdelenie Rossiskaja Akademia Nauk*, 295: 1-18.
- Sánchez de Posada, L. C., Villa, E., Martínez Chacón, M. L., Rodríguez, R. M., Rodríguez, S. y Coquel, R. (in litt.): Contenido paleontológico y edad de la sucesión de Demués (Carbonífero, Zona Cantábrica). *Trabajos de Geología, Univ. Oviedo, Vol. Hom. Prof. J. Truyols*.
- Villa, E. y Ginkel, A. C. van (1997): Early schwagerinids and accompanying fusulinid genera from the Kasimovian of the Cantabrian Mountains (Spain). In C. A. Ross, J. R. P. Ross and P. L. Brenckle, editors: *Late Paleozoic Foraminifera; their biostratigraphy, evolution, and paleoecology, and the Mid-Carboniferous boundary*. Cushman Foundation for Foraminifera Research, Special Publication 36: 155-158.
- Villa, E., Ginkel, A. C. van, Leyva, F., Martínez-Chacón, M. L., Méndez, C., Rodríguez-González, R. M., Rodríguez, S. y Sánchez de Posada, L. C. (1993): Fossil content of the Moscovian-Kasimovian boundary in a section of the Picos de Europa area (Carboniferous, NW Spain). *Compte Rendue, XII Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Buenos Aires, 1991*, 2: 385-406.
- Villa, E., Alekseev, A. S., Barskov, I. S., Coquel, R., Davydov, V. I., Ginkel, A. C. van, Goreva, N. V., Isakova, T. N., Kabanov, P. B., Kononova, L. I., Lazarev, S. S., Lebedev, O. A., Makhlina, M. Kh., Mamet, B., Martínez-Chacón, M. L., Méndez, C., Rodríguez, R. M., Rodríguez, S. Sánchez de Posada, L. C. y Shkolin, A. V. (1997): Palaeontological analysis and comparison of the Moscovian/Kasimovian boundary beds in the Moscow Basin (Russia) and in the Cantabrian Mountains (Spain). *Compte Rendue, XIII Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Krakow, 1995*, 1: 173-185.
- Wagner, R. H. (1965): Palaeobotanical dating of Upper Carboniferous folding phases in NW Spain. *Mem. Inst. Geol. Min. Esp.*, 66: 1-169.
- Wagner, R. H. (1998): Nuevas tendencias en Paleobotánica. Implicaciones en el estudio de los cambios climáticos, Paleogeografía y Biostratigrafía. *Monogr. Acad. Ciencias Ex. Fis. Quim. Nat. Zaragoza*, 13: 1-80.
- Wagner, R. H. y Martínez García, E. (1974): The relation between geosynclinal folding phases and foreland movements in northwest Spain. *Svdiia Geologica Salmanticensia*, 7: 131-158.
- Wagner, R. H. y Martínez-García, E. (1982): Description of an early Permian flora from Asturias and comments on similar occurrences in the Iberian Peninsula. *Trabajos de Geología, Univ. Oviedo*, 12: 273-287.