

Sedimentos glaciomarininos del Ordovícico terminal en la Zona Cantábrica (NO de España)

Late Ordovician glaciomarine sediments from the Cantabrian Zone (NW Spain)

E. Bernárdez⁽¹⁾, J.C. Gutiérrez-Marco⁽²⁾ y M. Hacar⁽¹⁾

⁽¹⁾ Pajares 3 UTE, La Vega 2-1º izda., 33620 Campomanes (Asturias). enriquebernar@telecable.es; hacargeo@wanadoo.es

⁽²⁾ Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, José Antonio Nováis 2, 28040 Madrid. jcgrapto@geo.ucm.es

ABSTRACT

Preliminary studies of some stratigraphic sections spanning the Ordovician-Silurian boundary in the southern Cantabrian Zone (Iberian Massif, NW Spain) demonstrate the existence of a record of Hirnantian glaciomarine diamictites and shallow-water quartzites in at least three localities, situated in the Bodón nappe. These rocks, evidenced for the first time in the Cantabrian Zone, are probably related to the infilling of a paleorelief, scoured in the Barrios Formation during the Late Ordovician glaciation. The occurrence of an ubiquitous quartzite unit, generally related to the Ordovician-Silurian boundary in most parts of northern Gondwana, is now extended to the outcrops here analyzed. The Hirnantian quartzite probably occurs in additional areas of the Bodón and Correcilla nappes, where its location and significance might be underestimated, and described as the uppermost part of the Barrios Formation (Middle Cambrian to Arenigian). The same quartzite is probably recognized in the areas with volcanic necks within the Barrios Formation, and also in its stratotype, in which a latest Ordovician/earliest Silurian quartzite overlies unconformably on Middle Ordovician shales.

Key words: Ordovician glaciation, Diamictite, Hirnantian, Cantabrian Zone, Spain.

Geogaceta, 40 (2006), 239-242

ISSN: 0213683X

Introducción

Una de las características más sobresalientes del Paleozoico Inferior de la Zona Cantábrica es la existencia de una laguna estratigráfica generalizada a partir del techo de la Formación Barrios (Cámbrico Medio-Arenigiense), sobre la que se apoya en la mayor parte de los casos el Silúrico (Formación Formigoso) o incluso el Devónico (areniscas del Famenense). La sucesión ordovícica post-Arenigiense se conserva en contados puntos del Occidente y Oriente de la Zona Cantábrica (ver Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002 y Aramburu *et al.*, 2004, para síntesis y referencias previas). A ellos se suman los de una unidad poco conocida (las Capas de Getino), diferenciada por Aramburu (1989) para el centro de Asturias-norte de León, que ha sido interpretada como una sucesión condensada de edades variables entre el Ordovícico Inferior y el Silúrico más bajo (Aramburu y García-Ramos, 1993), aunque hay autores que continúan atribuyéndola al Silúrico (García-Alcalde, 1995).

Otra característica notable del Ordovícico Superior cantábrico es la aparente ausencia de las ubicuas diamictitas y cuarcitas del Ordovícico terminal (García-Alcalde, 1995), por contraste con las demás zonas del Macizo Ibérico y las áreas externas al mismo (Pirineos, Cadenas Costeras Catalanas), donde tales unidades relacionadas con

la glaciación ordovícica se hallan bastante bien representadas (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002, con referencias previas).

En esta nota se dan a conocer algunas secciones que suponen el primer registro para el Ordovícico cantábrico de diamictitas glaciomarininas hirnantenses y cuarcitas del límite Ordovícico/Silúrico, las cuales habían sido asimiladas en un caso puntual a las Capas de Getino, o bien cartografiadas en otros sectores como la parte terminal de la Formación Barrios.

Fig. 1.- Columnas simplificadas de las localidades estudiadas en el manto de Bodón. 1, parte superior de la Formación Barrios (Arenigiense); 2, diamictitas glaciomarininas del Hirnantense; 3, cuarcitas del límite Ordovícico-Silúrico; 4, Formación Formigoso (Silúrico). Litologías: a, pizarras negras graptolíticas, b, areniscas glauconíticas de grano grueso (Capas de Getino); c, cuarciaarenitas; d, limolitas arenosas con granos y cantos dispersos, y con estructuras de deslizamiento; e, lutitas.

Fig. 1.- Schematic logs of the studied sections in the Bodón nappe. 1, upper part of the Barrios Formation (Arenigian); 2, Hirnantian glaciomarine diamictites; 3, quartzite spanning the Ordovician-Silurian boundary; 5, lower part of the Formigoso Formation (Silurian).

Lithologies: a, graptolitic black shales; b, coarse-grained glauconitic sandstones (Getino beds); quartz-sandstones; d, sandy siltstones with scattered clasts and slump structures; e, mudstones.

Secciones estudiadas

En el presente trabajo se analizan dos secciones de superficie y un sondeo de investigación realizado para los Túneles de Pajares de nueva línea ferroviaria León-Asturias (Fig. 1). Adicionalmente se incluyen en la discusión algunos datos obtenidos en el corte de Los Barrios de Luna, clásico para el Paleozoico cantábrico. Desde el punto de vista geológico, las tres primeras localidades pertenecen al manto de Bodón y la cuarta al manto de Correcilla,

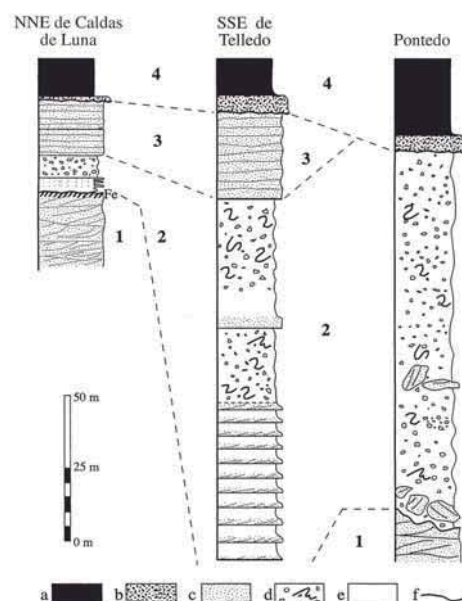
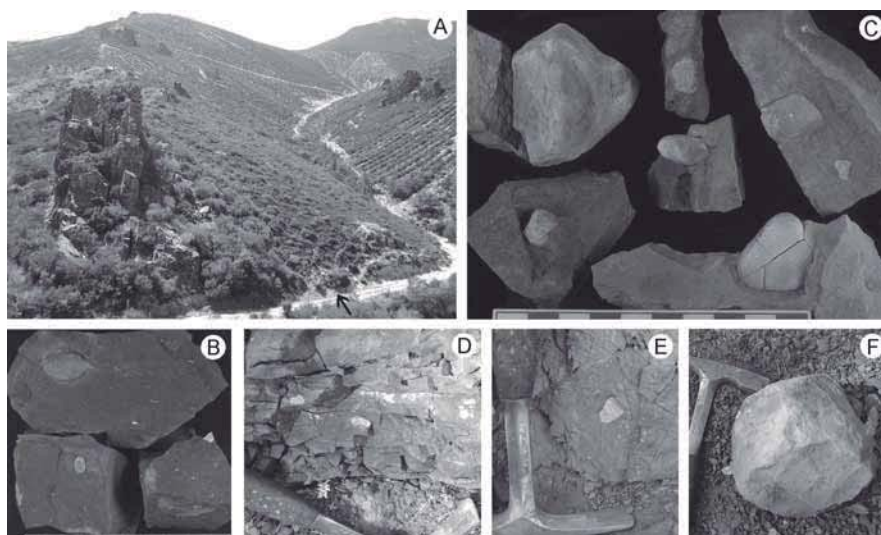


Fig. 2.- A, aspecto general de la sucesión del Ordovícico terminal en Caldas de Luna (techo a la izquierda; la flecha señala el techo de la Formación Barrios). B-F, detalle de algunos cantos en las diamictitas hirnantienses de Caldas de Luna (B) y Pontedo (C-F).

Fig. 2.- A, field view of the Late Ordovician succession NNE from Caldas de Luna (stratigraphic way-up oriented to the left; arrow indicates the top of the Barrios Formation); B-F, detail of distinct Hirnantian diamictite clasts from the Caldas de Luna (B) and Pontedo (C-F) sections.



integrados a su vez en la Región de Pliegues y Mantos de la Zona Cantábrica.

La primera sección se sitúa 1700 m al NNE de Caldas de Luna (León), al borde del camino que se dirige a las cabañas de Cacabillos (Fig. 1 y 2 A). Sobre el techo de la Formación Barrios, cubierto por una costra ferruginosa (Arenigiense), descansa paraconforme un banco decimétrico de lutitas con icnofósiles (*Arenicolites* isp., entre otras formas) y restos de braquiópodos, probablemente pertenecientes a la Fauna de *Hirnantia* del Ordovícico terminal (Fig. 4 A-B). Le sigue un tramo de unos 6 m con alternancia de lutitas y areniscas, y 8 m de diamictitas con granos y cantos de variada naturaleza (esencialmente de areniscas y cuarcitas), de hasta 10 cm de eje (Fig. 2 B). Sobre ellas se sitúan 21 m de cuarcitas en contacto disconforme bajo la Fm. Formigoso, las cuales habían sido consideradas en cartografías previas como la parte terminal de la Fm. Barrios.

La segunda sección se localiza inmediatamente al este de Pontedo (al norte de Cármenes, León), en la margen izquierda del valle del río Canseco justo antes de su confluencia con el Torío. Corresponde a la columna nº 42 (Pontedo) de Aramburu (1989) quien atribuyó a las «Capas de Getino» 136,5 m de alternancias limolíticas bioturbadas, situadas entre las cuarcitas de la Fm. Barrios y las ampelitas negras de la Fm. Formigoso. Más tarde, Aramburu y García-Ramos (1993, fig. 4) detraen del techo

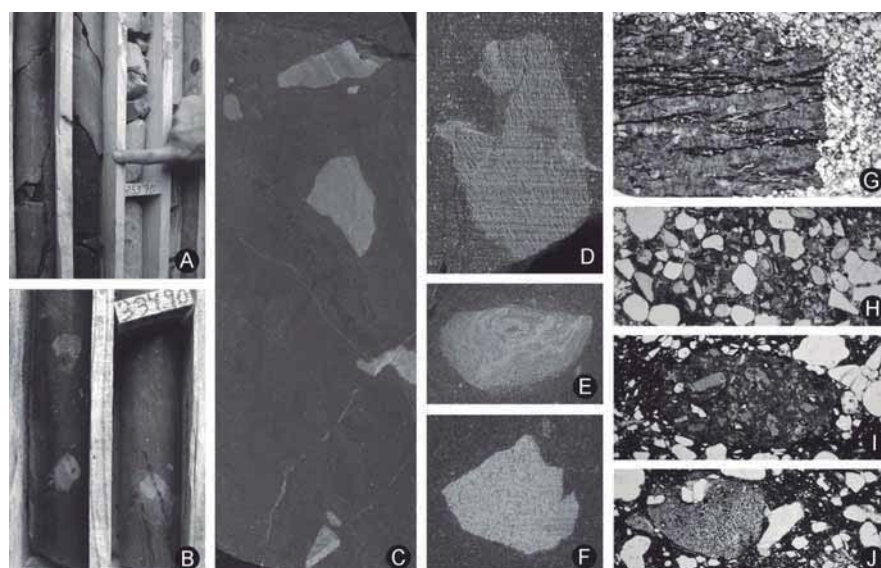
de Getino en esta misma sección sus 6 m de lutitas verdes y grises culminantes, con fósiles del Llandovery, a las cuales nominan como «Pizarras de Pontedo» y las ubican inmediatamente bajo la Formación Formigoso. Nuestras observaciones en la sección de Pontedo (Fig. 1) revelan la presencia de una unidad masiva de diamictitas con cantos distribuidos por toda la sucesión (Fig. 2 C-F), si bien éstos son más notorios y de mayor tamaño en la mitad inferior de la unidad, donde incluso habían sido señalados por Aramburu (1989, p. 208) en un nivel ubicado a unos 25 m de la base. Las diamictitas incluyen también bloques decamétricos de cuarcita en su mitad inferior, representados a escala en la Figura 1, uno de los cuales había sido interpretado como una intercalación cuarcítica a unos 50 m sobre la Fm. Barrios. La presencia de una cuarcita terminal no está documentada en la sección de Pontedo, pero sí existe entre 1 y 3 km más al oeste, a partir del cruce del río Torío. En Pontedo sobre las diamictitas reposan disconformemente unos 5 m de areniscas glauconíticas (Capas de Getino *s. str.*), por encima de

las cuales las «Pizarras de Pontedo» contienen graptolitos de la extrema base de la Biozona de *Stimulograptus sedgwickii* del Aeroeniense, asociados a trilobites, moluscos, braquiópodos, equinodermos y cornulítidos (Aramburu, 1989). Entre los graptolitos hemos identificado *Neolagarograptus tenuis* (Portlock), *Petalolithus clandestinus* Štorch y *Metaclimacograptus undulatus* (Kurck), el segundo de los cuales citamos por vez primera en España (Fig. 4 C-D). Más arriba, la base de las pizarras negras típicas de la Fm. Formigoso contiene ya graptolitos del Telychiense basal (Biozona de *Rastrites linnaei*), con *Streptograptus plumosus* (Baily), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Torquigraptus* sp. y *Rastrites* sp. (Fig. 4 E).

La tercera sección corresponde a un sondeo emplazado 2000 m al SSE de Telleo (Asturias), que concluyó a una profundidad de 450,25 m. Desde el punto de vista estratigráfico y de techo a muro, proporciona un corte oblicuo de la Formación Formigoso, incluyendo sus niveles basales glauconíticos; de una cuarcita que asignamos

Fig. 3.- Detalles del sondeo al SSE de Telleo (Asturias). A, contacto entre las diamictitas y la cuarcita terminal hirnantiense; B-F, diamictitas con cantos dispersos de areniscas (B, x 0.27; C, x 0.85; D, x 1.8; E, x 0.9; F, x 1.5); G-J, detalle en lámina delgada de algunos cantos de costra carbonatada edáfica (G, x 16.5), arenisca con oolitos ferruginosos (H, x 16.5), lava porfídica (I, x 16.5) y lava vacuolar (J, x 16.5).

Fig. 3.- Aspects of the borehole SSE from Telleo (Asturias). A, stratigraphic contact between the Hirnantian diamictites and quartzites; B-F, diamictites with scattered sandy (B, C, E and F) and carbonate (D) pebbles; G-J, photomicrographs of thin sections of diamictites with pebbles of a non-marine carbonate beef (G), sandstone with iron ooids (H), and porphydic and vacuolar lava (I and J, respectively). See previous caption for magnification.



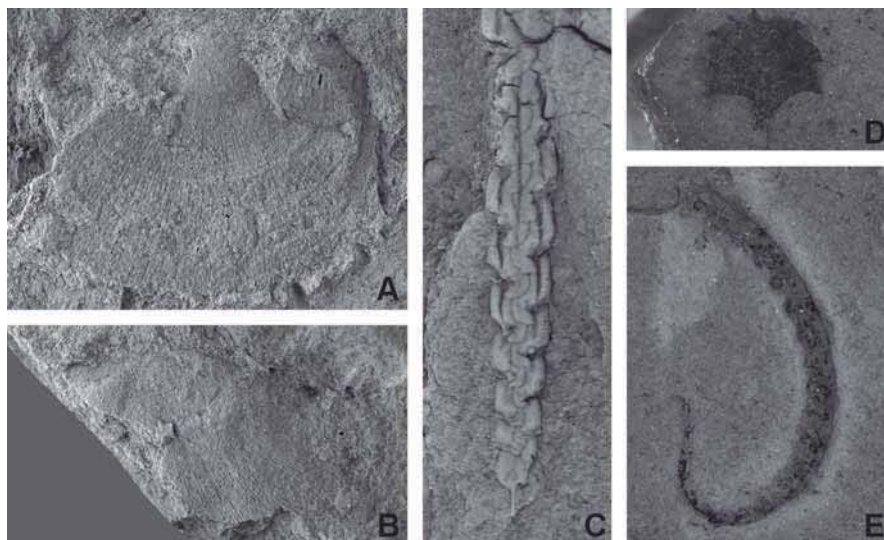


Fig. 4.- Braquiópodos del Ordovícico terminal de Caldas de Luna (A-B) y graptolitos del Llandovery de Pontedo (C-E). A-B, fragmentos de una forma multicostulada interminable, perteneciente probablemente a la Fauna de *Hirnantia*, MGM-636-O (x 2.4) y MGM-637-O (x 2), respectivamente; C, *Metaclimacograptus undulatus* (Kurck), vaciado en látex del ejemplar MGM-84-S (x 10); D, *Petalolithus clandestinus* Storch, MGM-85-S (x 6.5); E, *Streptograptus plumosus* (Baily), MGM-86-S (x 4). Originales en el Museo Geominero, Madrid.

Fig. 4.- Fragments of Late Ordovician brachiopods from Caldas de Luna (A-B), probably representative of the *Hirnantia* Fauna. C-E, Llandovery graptolites from Pontedo. For details of taxa, magnification and catalogue numbers see above. Illustrated specimens are stored in the Museo Geominero, Madrid.

aquí al Ordovícico terminal y, finalmente, de las diamictitas y alternancias arenosas del Hirnantense, con abundantes granos y cantos dispersos de hasta 10-15 cm de diámetro, que son más abundantes y variados en los tramos superior y medio de la unidad. Además de los cantos de cuarcitas y areniscas, la roca inalterada del sondeo ha preservado cantos de otras muchas litologías, entre ellos rocas ígneas, calizas micríticas marinas e incluso carbonatos de origen edáfico (Fig. 3). El único fósil encontrado en las diamictitas corresponde a una placa columnar de cistoideo (*Trilobocrinus?* sp., profundidad -337,8 m), aparentemente reelaborada. El sondeo finalizó sin alcanzar el techo de la Formación Barrios; la potencia restituída para las distintas unidades atravesadas se indica en la Figura 1.

Discusión y conclusiones

La unidad de diamictitas identificada en este estudio constituye la primera evidencia para la Zona Cantábrica de las conocidas facies de «pelitas con fragmentos», depositadas durante el Hirnantense en una extensa región del norte de Gondwana que incluye el África mediterránea y sahariana, Oriente Medio, Europa meridional y buena parte de Europa central y oriental (para referencias mediterráneas ver Robardet y Doré, 1988; Brenchley *et al.*, 1991 y Monod *et al.*, 2003; para los aspectos sedimentológicos y alostratigráficos de las secuencias glaciomarinas hirnantenses consultar Ghienne, 2003

y Le Heron *et al.*, 2005, con amplia bibliografía actualizada). Le siguen las cuarcitas masivas que normalmente se asocian con las diamictitas y que son mucho más extensivas que aquellas en amplios sectores de la Península Ibérica, en cuyo tercio superior se sitúa localmente el límite Ordovícico-Silúrico (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002).

Las diamictitas estudiadas son lutitas arenosas y areniscas líticas (litarenitas y sublitarenitas) muy inmaduras, con abundantes fragmentos de roca que llegan a alcanzar tamaños centimétricos. Suelen presentar abundantes estructuras de deformación interna sinsedimentaria indicativas de procesos de *mud flow*, frecuentes en Telledo y Pontedo. En cuanto a los fragmentos de roca, destaca la proliferación de cantos angulosos y facetados, la presencia de facies desconocidas en la cordillera Cantábrica, ciertos cantos que recuerdan a rocas cámbricas (calizas micríticas similares a algunas de la Formación Láncara y areniscas con particularidades compatibles con ciertos niveles de la Fm. Herrería) y unos pocos clastos que parecen corresponder incluso a sedimentos de origen continental y edáfico (Fig. 3).

En ningún caso hemos observado estructuras de tipo *dropstone*, debido probablemente a la deformación interna y a la homogeneización posterior de los depósitos por procesos de *mud flow*, como consecuencia de su redeposición y reacomodo en relación con las irregularidades topográficas causadas por la erosión eustática o bien con el reajuste isostático posterior. En este mismo sentido, la presencia de *slumps* e inclu-

so cantos de las propias diamictitas en los sedimentos estudiados, es similar a lo observado entre el material glaciogénico y las diamictitas hirnantenses de otras localidades ibéricas (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002; Álvaro *et al.*, 2004).

En opinión de García-Alcalde (1995), la laguna estratigráfica presilúrica de la Zona Cantábrica podría ser atribuida en parte a la regresión glacioeustática finiordovícica, combinada con movimientos tectónicos verticales de carácter local (Julivert, 1983). La detección de posibles fragmentos derivados de unidades del Cámbrico Inferior cantábrico nos habla del nivel de erosión alcanzado en la glaciación Hirnantense, durante la cual se produjo un descenso eustático de 200-250 m (Villas *et al.*, 2004), precedido para ciertas áreas de la Zona Cantábrica por el desmantelamiento erosivo vinculado con otras discontinuidades generalizadas (toledánica, pre-Oretaniense superior y sárdica: Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002). En todo caso, el carácter *lenticular* de los depósitos de diamictitas, y su reconocimiento *dentro* de sucesiones atribuidas a la Formación Barrios (Caldas de Luna, Villanueva de Pontedo, Telledo), revela que estos depósitos se conservaron como relleno de paleorrelieves excavados en la propia Formación Barrios, pronto enmascarados por el depósito consecutivo de arenas masivas, las cuales asemejan formar hoy día una *cuarcita terminal* de la Formación Barrios. Aunque desconocemos la naturaleza y configuración paleotopográfica previa al depósito de las facies glaciomarinas, los espesores de las diamictitas y su fuerte restricción espacial revelan que podrían vincularse con paleovalles ligados a la erosión eustática o a áreas cubiertas con glaciares, cuyo relleno se produjo durante el ascenso del nivel del mar consiguiente a la deglaciación. Procesos de este tipo se conocen muy bien en áreas perigondwánicas africanas y de Oriente Medio (Ghienne, 2003; Le Heron *et al.*, 2005), pero el presente trabajo constituye la primera referencia a la posible conservación de paleovalles en la Iberia perigondwánica, que en ese momento encajaría en la orla mediterránea oriental en virtud de diversos argumentos paleobiogeográficos y sedimentarios (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002).

Finalmente, cabe considerar que la caracterización en la Zona Cantábrica de esa otra unidad cuarcítica tan extensiva que postdata a las diamictitas glaciomarinas, permite sumar nuevas interpretaciones al debate que rodea a tres importantes incógnitas relacionadas con la Formación Barrios o con el contacto Ordovícico-Silúrico en la vertiente leonesa.

La primera de ellas gira en torno a la datación de las «Capas de Getino», cuyo mayor espesor conocido (Pontedo: Aramburu, 1989)



Fig. 5.- Detalles de la unidad cuarcítica que cierra el embalse de Los Barrios de Luna (León), de probable edad Hirnantense-Aeroniense. A, hueco correspondiente a un gran bloque resedimentado y engastado en cuarcita; B, vista lateral oblicua de areniscas con estructuras amohadilladas (muro hacia el ángulo inferior derecho). Escala 28 cm.

Fig. 5.- Quartzite unit in the Los Barrios de Luna Dam (León), of a probable Hirnantian to Aeronian age (previously acknowledged as the uppermost Barrios Formation of an Arenigian age). A, remaining hollow originally occupied by a large cobble within the quartzite; B, pillow structures within sandstones (base to the lower right of the picture, stratification is observed in oblique view). Scale bar = 28 cm.

corresponde a un episodio sedimentario relativamente breve dentro del Hirnantense, en lugar de ser el fruto de una larga condensación estratigráfica durante parte del Ordovícico Medio y Superior. Por ello y desde el punto de vista litoestratigráfico, proponemos excluir de la unidad a las diamictitas y restringir su uso a las areniscas y capas ferruginosas y carbonáticas ricas en glauconita, previas a las litologías dominantes en la Formación Formigoso, recuperando por tanto su adscripción silúrica propuesta por Kegel (1929) y mantenida por autores españoles hasta el decenio de 1970.

En segundo lugar, llamamos la atención sobre la datación del vulcanismo contemporáneo a la Formación Barrios, materializado por las chimeneas rellenas de rocas efusivas descritas en los mantos del Esla, Bodón y Correcilla (Gallastegui *et al.*,

1992, con referencias previas). Hasta ahora se creía que las efusiones concluían en muchas localidades antes de que culminara el depósito de la Formación Barrios, dado que las chimeneas eran recubiertas por una destacada cuarcita considerada como la parte terminal de esta unidad. Sin embargo, pudiera darse el caso de que el volcanismo hubiese sido en realidad bastante más tardío y en todo caso inmediato a la sedimentación de esas arenas masivas que, siguiendo nuestra interpretación alternativa, no tienen continuidad estratigráfica ni cronológica con la Fm. Barrios e iniciarían su depósito a finales del Hirnantense. Parte de los cantos de lavas porfídicas y vacuolares reconocidos en las diamictitas (SSE de Telledo) podrían haber derivado también de esa fase efusiva.

En tercer y último lugar, la constatación de una unidad cuarcítica de espesor decamétrico, localizada cerca del límite Ordovícico-Silúrico en variadas localidades de la Zona Cantábrica meridional, vendría a solucionar la paradoja planteada en el área tipo de la Formación Barrios, donde su tramo terminal asignado localmente al Miembro Tanes (Aramburu, 1989), se apoya sobre lutitas con fósiles del Ordovícico Medio (Aramburu *et al.*, 1996) en ausencia de dislocaciones tectónicas importantes. Es por ello que esta extraña cuarcita masiva sin *Cruziana* y de base erosiva, conforma una unidad claramente post-Oretaniense en virtud de su posición estratigráfica. En este trabajo proponemos atribuirle al rango Hirnantense-Aeroniense, siendo conscientes de que se trata de la misma localidad donde generaciones de geólogos la han venido correlacionando con la Cuarcita Armoricana (Arenigiense) con criterios exclusivamente topológicos, ya que no existen las facies típicas armoricanas. La sección realizada a lo largo de la cresta que sirve de cierre al embalse de Los Barrios de Luna (León), inmediatamente al norte de la localidad homónima, muestra que la cuarcita puede subdividirse en un tramo inferior masivo, con abundantes cantos dispersos e incluso bloques (Fig. 5), y un tramo superior de areniscas en bancos progresivamente más delgados y con abundante pirita. El tramo inferior sería probablemente de edad Hirnantense, en tanto que el superior lo atribuimos al Llandovery pre-Telychiense, en ausencia de marcadores bioestratigráficos y por su semejanza de facies con las cuarcitas del límite Ordovícico-Silúrico en la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica y la región surcentroibérica, donde los materiales del Rhuddaniense y Aeroniense pueden presentarse notablemente amalgamados y son difíciles de discernir (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002).

Agradecimientos

A Carlos Alonso por el tratamiento digital de las ilustraciones fotográficas. Esta nota es una contribución al proyecto 503 del Programa Internacional de Geociencias (UGS-UNESCO) y se inscribe en las actividades del Grupo de Precámbrico y Paleozoico perigondwánico de la Universidad Complutense de Madrid.

Referencias

- Álvaro, J.J., Vennin, E. y Villas, E. (2004). *Geotemas*, 6 (2), 17-18.
- Aramburu, C. (1989). *El Cambro-Ordovícico de la Zona Cantábrica (N.O. de España)*. Tesis Doctoral, Univ. de Oviedo, 530 p.
- Aramburu, C. y García-Ramos, J.C. (1993). *Trabajos de Geología*, 19, 45-73.
- Aramburu, C., Arbizu, M., Gutiérrez-Marco, J.C., Méndez-Bedia, I., Rábano, I. y Truyols, J. (1996). *Geogaceta*, 20, 7-10.
- Aramburu, C., Méndez-Bedia, I., Arbizu, M. y García-López, S. (2004). En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, 27-34.
- Brenchley, P.J., Romano, M., Young, T.P. y Štorch, P. (1991). *Geological Survey of Canada, Paper*, 90-9, 325-336.
- Gallastegui, G., Aramburu, C., Barba, P., Fernández, L.P. y Cuesta, A. (1992). En: *Paleozoico Inferior de Ibero-América* (J.C. Gutiérrez-Marco, J. Saavedra e I. Rábano, Eds.). Univ. Extremadura, 435-452.
- García-Alcalde, J.L. (1995). *Revista Española de Paleontología*, 10, 9-29.
- Ghienne, J.-F. (2003). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 189, 117-145.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Robardet, M., Rábano, I., Sarmiento, G.N., San José Lancha, M.A., Herranz Araújo, P. y Pieren Pidal, A.P. (2002). En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.). Geological Society, London, 31-49.
- Julivert, M. 1983. En: *Geología de España. Libro Jubilar J.M. Ríos*, vol. 1 (J.A. Comba, Coord.). IGME, Madrid, 59-71.
- Kegel, W. (1929). *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 81, 35-62.
- Le Heron, D.P., Sutcliffe, O.E., Whittington, R.J. y Craig, J. (2005). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 218, 75-103.
- Monod, O., Kozlu, H., Ghienne, J.-F., Dean, W.T., Günay, Y., Le Hérisse, A., Paris, F. y Robardet, M. (2003). *Terra Nova*, 15, 249-257.
- Robardet, M. y Doré, F. (1988). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66, 19-31.
- Villas, E., Gómez, J. y Álvaro, J.J. (2004). *Erlanger Geologische Abhandlungen, Sonderband*, 5, 74.