

Edad y estructura de las rocas de Sierra Albarrana (SW del Macizo Hespérico). Implicaciones regionales

Age and structure of the Sierra Albarrana rocks (SW Hesperian Massif). Regional implications

A. Azor*, F. González Lodeiro, F**, A. Marcos*** y J. F. Simancas**

* Instituto Andaluz de Geología Mediterránea (C.S.I.C. Univ. de Granada). Avda. Fuentenueva S/N, 18002 Granada.

** Departamento de Geodinámica, Univ. de Granada. Avda. Fuentenueva S/N, 18071 Granada.

*** Departamento de Geología, Univ. de Oviedo. Arias de Velasco S/N, 33005 Oviedo.

ABSTRACT

New structural and paleontological data prove that the rocks of the Sierra Albarrana area are of Lower Paleozoic age. Sierra Albarrana Quartzites probably correlates with the Lower Ordovician Quartzite of the Central Iberian Zone. Consequently, main tectonometamorphic processes in the region are of Hercynian age.

Key words: *Ossa Morena/Central Iberian Zone boundary, Hercynian tectonometamorphic processes.*

Geogaceta, 10 (1991), 119-124.

Introducción

Inmediatamente al S del discutido límite entre las Zonas Centroibérica y Ossa Morena (fig. 1A) se sitúa el denominado Dominio de Sierra Albarrana (Delgado Quesada *et al.*, 1977). En este «Dominio» afloran rocas esencialmente pelítico-areniscosas, afectadas por una fase principal de deformación penetrativa, a la que se asocia un metamorfismo de baja presión que alcanza el grado alto en el núcleo geográfico de Sierra Albarrana (Garrote, 1976). Los límites propuestos para este «Dominio» son fallas de salto en dirección (Falla de Azuaga al N y Falla de Malcocinado al S), a las que se han atribuido movimientos importantes desde el Paleozoico Inferior (Delgado Quesada *et al.*, 1977). No obstante, se ha sobrevalorado mucho la importancia de estas fallas y, por ello, no utilizaremos más el término «Dominio de Sierra Albarrana».

La edad y estructura de los materiales de la región de Sierra Albarrana han sido interpretadas de tres formas distintas: 1) para Delgado Quesada (1971) y Garrote (1976), estos materiales forman un gran anticlinal con núcleo en las Cuarcitas de Sierra Albarrana y formaciones esquistosas en ambos flancos. Las cuarcitas serían los niveles precámbricos más bajos de toda Ossa Morena. Los materiales esquistosos serían también de edad precámbrica. 2) Quesada *et al* (en

prensa) sitúan las Cuarcitas de Sierra Albarrana junto con los micaesquistos al NE y SW (Formación Albariza en nomenclatura de Delgado Quesada, 1971) en el Precámbrico, y separados de los materiales menos metamórficos (Formación Azuaga de Delgado Quesada, 1971) por una discordancia debida a la Orogenia Cadomiense. 3) Apalategui *et al.* (1983) proponen, sin argumentación, que todo el sector puede ser un sinclinal desarrollado sobre materiales del Paleozoico Inferior, y con núcleo en las Cuarcitas de Sierra Albarrana.

En esta nota, presentamos argumentos estructurales que, junto a datos paleontológicos, permiten establecer la sucesión estratigráfica, estructura y edad de los materiales que afloran en esta región.

Nuevos datos sobre la estratigrafía y estructura del área de Sierra Albarrana

Lo esencial de nuestra argumentación está reflejado en el corte algo simplificado de la figura 1 C. A partir de criterios de polaridad estratigráfica (laminaciones cruzadas en los niveles cuarcíticos y arenosos, burrows, entre otros) y las relaciones entre la estratificación y la foliación principal, se han establecido los siguientes tramos, de techo a muro, al S de la Falla de Azuaga:

— Esquistos, paragneises y metaareniscas con intercalaciones cuarcíticas (Micaesquistos de la Albariza y Formación Azuaga de Delgado Quesada, 1971).

— Cuarcitas feldespáticas con intercalaciones de esquistos (Cuarcitas de Sierra Albarrana, Delgado Quesada, 1971).

— Gneises migmatíticos con intercalaciones de anfíbolitas y cuarcitas (Formación Blastomilonítica de Delgado Quesada, 1971; Formación Peña Grajera de Garrote *et al.*, 1980).

— Esquistos con intercalaciones de metaareniscas y cuarcitas (Micaesquistos de la Albariza de Delgado Quesada, 1971).

Entre el tramo más alto y las Cuarcitas de Sierra Albarrana el contacto es concordante y gradual. En cambio, la interpretación del contacto entre las cuarcitas y el tramo infrayacente es más problemática. Ello se debe a la intensa deformación dúctil y metamorfismo sufridos por ambos conjuntos, que no nos ha permitido, por el momento, establecer si son o no discordantes. No obstante, el que más al SE del sector representado en la figura 1B las Cuarcitas de Sierra Albarrana descansan encima del tramo más bajo, sugiere una discordancia en la base de las mismas anterior a la historia tectonometamórfica principal.

La estructura consiste en una serie de pliegues sinesquistosos, de los que en el corte sólo se han señalado los

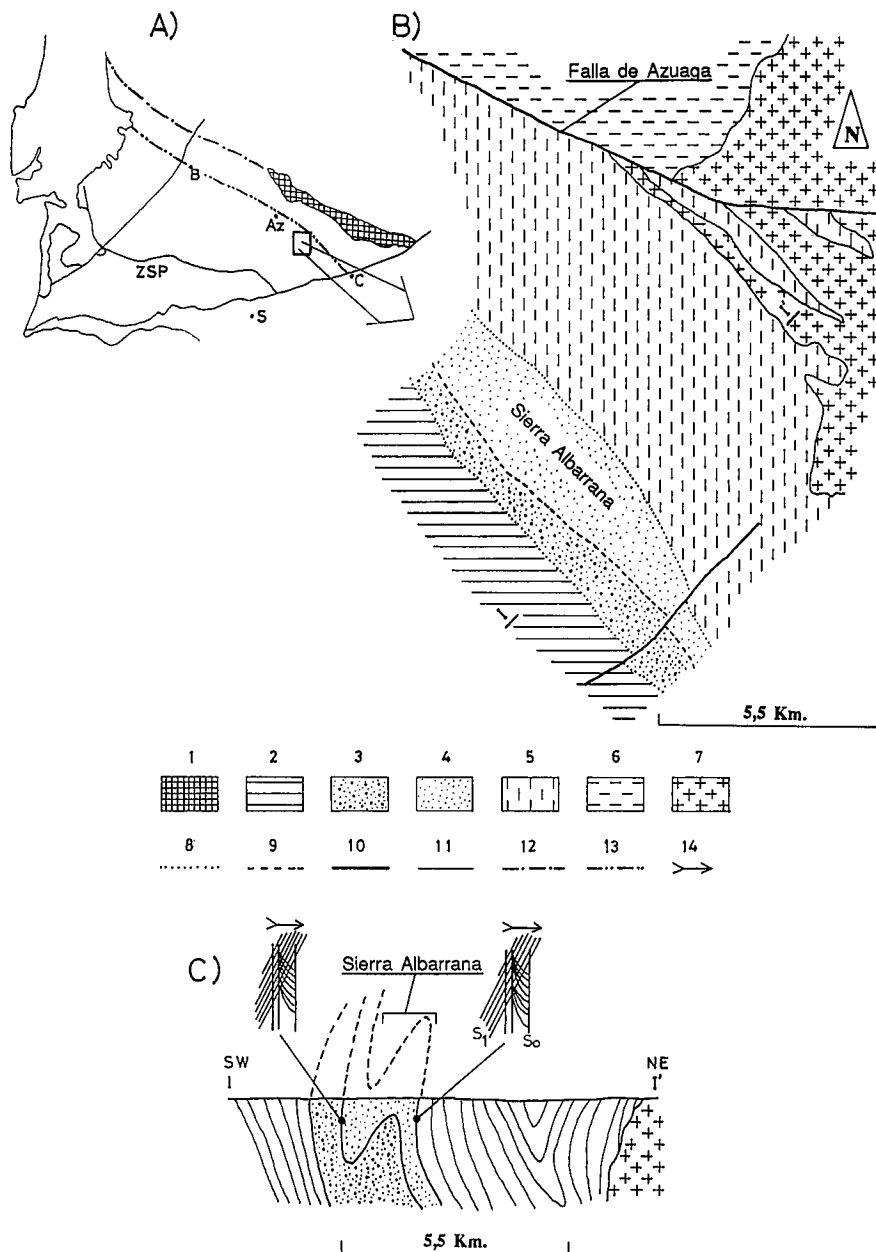


Fig. 1.—A) Situación geográfica y geológica, del sector de Sierra Albarrana. 1: Batolito de los Pedroches, 12: límite entre las Zonas Centroibérica y Ossa Morena según Julivert et al. (1974). 13: mismo límite según Robardet (1976), Az: Azuaga, B: Badajoz, C: Córdoba, S: Sevilla, ZSP: Zona Sudportuguesa. B) Mapa geológico del área estudiada. 2: esquistos con intercalaciones de metareniscas y Cuarcitas, 3: gneises migmatíticos con intercalaciones de anfíbolitas y cuarcitas, 4: Cuarcitas de Sierra Albarrana, 5: esquistos, paragneises y metareniscas con intercalaciones de cuarcitas, 6: materiales metamórficos al N de la Falla de Azuaga (sin diferenciar), 7: intrusiones ígneas (Granito de La Cardenchoza y Complejo de Los Ojuelos-La Coronada), 8: contacto normal, 9: contacto discordante, 10: contacto por falla, 11: contacto intrusivo, I-I': corte de la figura 1C. C) Corte geológico en el que se muestran las relaciones entre la estratificación (S_0), la foliación principal (S_1), y la polaridad estratigráfica (14) a techo y muro de las Cuarcitas de Sierra Albarrana.

Fig. 1.—A) Geographic and geological situation of the Sierra Albarrana area. 1: The Pedroches Batholith, 12: Central Iberian/Ossa Morena Zones boundary, after Julivert et al. (1974), and (13) after Robardet (1976), Az: Azuaga, B: Badajoz, C: Córdoba, S: Sevilla, ZSP: South-Portuguese Zone. B) Geological sketch of the studied area. 2: schists with metasandstones and quartzites, 3: migmatitic gneisses, amphibolites and quartzites, 4: Sierra Albarrana Quartzites, 5: schists, paragneisses and metasandstones with minor quartzites, 6: metamorphic rocks North of the Azuaga Fault, 7: igneous intrusions (La Cardenchoza Granite and Los Ojuelos-La Coronada Complex), 8: normal contact, 9: discordant contact, 10: fault contact, 11: intrusive contact, I-I': cross section of the figure 1C. C) Geological cross section. Relationships between bedding (S_0), principal foliation (S_1), and younging (14) are shown at the top and the bottom of the Sierra Albarrana Quartzites.

más importantes. Las Cuarcitas de Sierra Albarrana no son ni un sinforme ni un antiforme (hipótesis previas), sino un pliegue de «segundo orden» situado entre dos pliegues kilométricos. Por tanto, las formaciones fundamentalmente esquistosas situadas a uno y otro lado de las cuarcitas, corresponden a niveles estratigráficos diferentes.

El contenido paleontológico de las Cuarcitas de Sierra Albarrana: Consideraciones sobre su edad

Dentro del tramo de las Cuarcitas de Sierra Albarrana, y a pesar de la intensidad de la deformación, se han podido localizar varios niveles que contienen icnofósiles. Todos los icnofósiles que se citan a continuación han sido reconocidos en el campo y clasificados por uno de nosotros (A. Marcos).

El icnogénero más frecuente es *Skolithos* HALDEMAN. En una localidad se han reconocido tres ejemplares de *Monocraterion* TORELL perfectamente conservados. También se ha reconocido *Arenicolites* SALTER; el hecho de que las terminaciones de los tubos aparezcan formando parejas permite su diferenciación de *Skolithos*. Por último, algunas trazas fósiles preservadas en los muros (muestras no encontradas in situ) de las capas podrían atribuirse a *Teichichnus*, si bien el grado de preservación impide una clasificación precisa.

La coexistencia de *Skolithos*, *Monocraterion* y *Arenicolites* (+ *Teichichnus*, en su caso) permite afirmar que el depósito de estos sedimentos tuvo lugar en un medio marino somero, correspondiente a la «Icnofacies de *Skolithos*» en el sentido dado por Seilacher (1967).

En lo referente a la edad de estas rocas, la aportación cronoestratigráfica de los icnofósiles arriba citados resulta, como es bien sabido, limitada. Sin embargo, cobran especial interés al nivel en el que en el momento actual se centra la discusión sobre la edad de las Cuarcitas de Sierra Albarrana, dado que el número de icnogéneros citados hasta el presente en rocas precámbricas es muy limitado. Así, las rocas de Sierra Albarrana no contienen ninguno de los icnogéneros que se encuentran restringidos al Precámbrico más tardío (Vendiense) (ver Crimes, 1987). De acuerdo con Cri-

mes (op. cit.), *Skolithos* y *Arenicolites* han sido encontrados en rocas vendienses y se extienden por todo el Fanerozoico hasta la actualidad; por su parte, *Monocraterion* y *Teichichnus* nunca han sido citados en rocas más antiguas que el Tommotiense (Cámbrico Inferior) (ver Crimes, 1987). De acuerdo con estos datos, las Cuarcitas de Sierra Albarrana se correlacionan mejor con rocas fanerozoicas que con precámbricas; esta atribución se ve reforzada por la gran abundancia de *Skolithos*.

Una edad fanerozoica para las Cuarcitas de Sierra Albarrana es más coherente con la geología regional de la zona que una edad precámbrica, en base a las consideraciones siguientes:

1) Nunca se encuentran por encima de las Cuarcitas de Sierra Albarrana los materiales carbonatados característicos del Cámbrico Inferior (como cabría esperar si su edad fuese precámbrica).

2) La litología característica de estas cuarcitas (una alternancia de estratos métricos de areniscas feldespáticas, cuarcitas y esquistos) no corresponde a las rocas del Precámbrico descritas hasta el presente en la Zona de Ossa Morena.

3) La facies de las Cuarcitas de Sierra Albarrana (definida por su litología, medio de depósito y contenido paleontológico), unida a la posible existencia de una discordancia en su base, permiten su correlación con las cuarcitas del Ordovícico Inferior de la Zona Centroibérica.

Implicaciones Regionales

La edad fanerozoica (cámbrica o más probablemente ordovícica) de las Cuarcitas de Sierra Albarrana, conlleva la revisión de un buen número de interpretaciones regionales. La consecuencia (inmediata en que toda la historia tectonometamórfica de carácter regional de estas rocas es hercínica), lo cual es apoyado por recientes dataciones $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ que dan edades de 365-370 Ma para el metamorfismo (Dallmeyer y Quesada, en prensa). Además, aceptando la idea de que los materiales del sector de Sierra Albarrana están representados también al N de la Falla de Azuaga (como han sugerido, entre otros, Apalategui e Higuera, 1983), en la denominada por Burg *et al.* (1981) Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba, todas las hipótesis

que consideran que la estructuración tectonometamórfica en esa región fue esencialmente cadomiense deben ser abandonadas.

Agradecimientos

Agradecemos a E. Liñán y J. M. Gámez el habernos dado una primera orientación sobre las trazas fósiles de las Cuarcitas de Sierra Albarrana.

Referencias

- Apalategui, O.; Borrero, J. e Higuera, P. (1983): 5ª Reunión del Grupo de Ossa Morena, *Temas Geol. Mineros, IGME*, 73-80.
- Apalategui, O. e Higuera, P. (1983): *Mapa y meoria explicativa de la hoja nº 855 del mapa geológico de España E. 1:50.000 (2ª Serie)*, IGME.
- Burg, J. P.; Iglesias, M.; Laurent, Ph.; Matte, Ph y Ribeiro, A (1981): *Tectonophysics*, 78, 161-177.
- Crimes, T. P. (1987): *Geol. Mag.*, 124, 97-119.
- Dallmeyer, R. D. y Quesada, C. (en prensa). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Eds. Dallmeyer y Martínez, Springer-Verlag.
- Delgado Quesada, M. (1971): *Bol. Geol. Min.*, 82, 277-286.
- Delgado Quesada, M.; Liñán, E.; Pascual, E. y Chacón, J. (1977): *Stv. Geol. Salm.*, 12, 75-90.
- Garrote, A. (1976): *Memórias e Notícias*, Univ. Coimbra, 82, 17-40.
- Garrote, A.; Ortega Huertas, M. y Romero, J. (1980): 1ª Reunión sobre la Geología de Ossa Morena, *Temas Geol. Mineros, IGME*, 145-168.
- Julivert, M.; Fontboté, J. M.; Ribeiro, A. y Conde, L. (1974): *Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares*, E. 1:1.000.000, IGME.
- Quesada, C.; Apalategui, O.; Eguiluz, L.; Liñán, E. y Palacios, T. (en prensa). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Eds. Dallmeyer y Martínez, Springer-Verlag.
- Robardet, M. (1976): *C. R. Acad. Sci. Paris*, 283, Serie D, 999-1.002.
- Seilacher, A. (1967): *Marine Geology*, 5, 413-428.

Recibido el 31 de enero de 1991
Aceptado el 1 de marzo de 1991

Interrogantes planteados por B. Abalos y L. Eguiluz

1. ¿Cómo compaginan los autores la afirmación de que las rocas de la zona de Sierra Albarrana están

«...afectadas por una fase principal de deformación penetrativa...» con la presencia demostrable (en base a observaciones en lámina delgada) de dos equistosidades sinmetamórficas penetrativas de las cuales la S2 es una equistosidad de crenulación y la S1 queda relicta en el interior de microlitones?

2. ¿Por qué afirman que el metamorfismo asociado es de baja presión cuando en realidad existe una zonación mineral en el área que incluye todos los minerales índice que caracterizan el metamorfismo de tipo Barrow, incluyendo especialmente granate, estauroлита y distena? ¿No sería más razonable afirmar que se trata de un metamorfismo de presiones moderadas, como se demuestra a partir de datos petrográficos y analíticos en el estudio realizado recientemente por [1]?

3. Teniendo en cuenta que existen criterios cartográficos (niveles de carbonatos cortados por la falla; cf. [2]) para argumentar que la falla de Malcocinado ha registrado saltos en dirección de al menos 25 km y que en relación con la falla de Azuaga existen otros criterios de tipo cartográfico (presencia de numerosas bandas de *milonitas* y *ultramilonitas* de hasta 300-400 m de potencia y 15 km de recorrido), de tipo petroestructural (significado de las tasas de deformación calculadas a partir de la cuantificación de algunos rasgos de la microestructuras deformacionales del cuarzo de hasta 10^{-11} seg. $^{-1}$; cf. [3]) y de metamorfismo (rocas metamórficas de grado alto y en facies eclogíticas metamorfizadas a profundidades de más de 60 km y separadas de la falla de Azuaga por rocas de grado bajo/muy bajo que nunca debieron estar a más de 15 km de profundidad (esto significa que estamos ante fallas (durante el hercínico transcurrente) cuya componente de salto vertical alcanza más de 40 km); cf. [4] y toda la literatura geológica sobre el área desde [5]), ¿es posible sostener como lo hacen los autores que el salto asociado a estas fallas ha sido sobrevalorado? ¿Cómo tiene que ser entonces una falla para ser 'importante'?

4. ¿Son conscientes los autores de que la «Formación Blastomilonítica» de [5] aflora, según la definición original, al NE de la Falla de Azuaga (es decir, unos 10 km al NE de las cuarcitas de Sierra Albarrana) y que, por lo tanto, los gneises migmáticos con in-

tercalaciones de anfíbolitas y cuarcitas que describen y que afloran al SO de las cuarcitas de Sierra Albarrana son otra cosa diferente (situada a unos 10-15 km de distancia y con una historia tectonotérmica distinta)? ¿Están correlacionando ambas unidades y para ello se basan precisamente en el carácter bastomilonítico de la deformación que presentan los gneises (sin entrar en otras características fundamentales) para establecer correspondencias con la «Formación Blastomilonítica» de [5]?

5. Por lo que respecta a la estructura de la Sierra Albarrana ¿de qué forma armonizan la estructura del cierre periclinal de las cuarcitas, perfectamente reconocido en cartografía desde hace dos décadas, con el modelo de pliegue de flanco largo-flanco corto propuesto? En la misma línea de argumentación ¿cómo se explica que algunos niveles de cuarcitas se puedan seguir de manera continua en cartografía alrededor de la sierra —por sus dos flancos NE y SO y por la zona periclinal— y que, sin embargo, en el modelo presentado lo que hay al NE esté por encima de lo que hay al SO y además pertenezca a unidades tectonoestratigráficas diferentes?

6. En lo que se refiere a la interpretación de la constitución litoestratigráfica del área de Sierra Albarrana, si, como señalan los autores, «...la intensa deformación dúctil y el metamorfismo sufridos por ambos conjuntos —cuarcitas e infrayacente— no nos ha permitido, por el momento, establecer si son o no discordancias», y que «...sugiere una discordancia en la base de las cuarcitas...» (también podría ser un cabalgamiento o al menos una zona de cizalla dúctil, dg. [1]), ¿en base a qué criterios mínimamente consistentes llegan a la conclusión de que las cuarcitas se disponen discordantes sobre su infrayacente? Puesto que los datos de que disponen los autores «...no nos han permitido...» y «...sugieren...», pero no demuestran o prueban, ¿cuáles son realmente las evidencias aportadas en este trabajo que permiten afirmar que unidades litoestratigráficas afectadas por un metamorfismo sintectónico de grado medio-alto y que presentan deformaciones muy importantes (p. ej. se dice que las cuarcitas de Sierra Albarrana están intensamente deformadas y metamorfizadas en la zona de la sillimanita —¡¡a pesar de lo cual conservan icnofósiles!!—, al igual que las metapelitas de la unidad adyacente por

el SO [1] están separadas por una discordancia? ¿Creen que lo que se aporta en este sentido son realmente datos concluyentes o simplemente hipótesis muy discutibles?

7. En cuanto a la edad de las cuarcitas de Sierra Albarrana, y teniendo en cuenta (i) que los autores aceptan de antemano que la datación con icnofósiles es muy limitada, (ii) que algunas de las pistas y perforaciones reconocidas podrían datar desde el Precámbrico Superior (Vendiense), (iii) que «...las cuarcitas de Sierra Albarrana se correlacionan mejor con rocas fanerozoicas que con rocas precámbricas...», y (iv) que la asociación reconocida podría ser perfectamente del Cámbrico Inferior, ¿porqué los autores acaban por establecer que «...permiten su correlación con las cuarcitas del Ordovícico Inferior de la Zona Centro-Ibérica»?

8. En cuanto a las consideraciones en las que se basan los autores para proponer que la edad de las cuarcitas de Sierra Albarrana es fanerozoica y no precámbrica, ¿han notado que en las memorias de las hojas 1:50.000 de Azuaga y Usagre del MAGMA se hace referencia a la presencia de rocas carbonatadas en el área de Sierra Albarrana? ¿Creen verdaderamente que el hecho de que «la litología característica de estas cuarcitas... no corresponde a las rocas del Precámbrico descritas hasta el presente en la Zona de Ossa Morena» apoya necesariamente la edad fanerozoica de las mismas? ¿Son conscientes de que, estrictamente, ni la litología, ni el medio de depósito, ni el contenido paleontológico de utilidad muy limitada) ni la supuesta discordancia basal de las cuarcitas son argumentos suficientes para proponer una correlación con las cuarcitas del Ordovícico?

9. ¿El hecho de que «... las cuarcitas de Sierra Albarrana se correlacionan mejor con rocas fanerozoicas que con rocas precámbricas...» significa lo mismo que decir que «son fanerozoicas»? ¿Todas las cuarcitas depositadas en un medio sedimentario marino somero y con icnofacies de Skolithus son correlacionables con las cuarcitas del Ordovícico Inferior? ¿Podría existir un 'cierto' margen para la duda? ¿Por qué se da a las asociaciones de icnofósiles reconocidas un valor cronoestratigráfico tan preciso? ¿Son suficientemente concluyentes y

definitorias las asociaciones de icnofósiles reconocidas como para precisar tal edad o sería posible —debido a que existe 'cierto' margen de incertidumbre— que la edad de las cuarcitas fuese Precámbrico Superior o incluso Paleozoico Medio?

10. ¿Tienen algún valor para los autores las dataciones con acritarcos realizadas por [6], [7] y [8] en materiales del área de Sierra Albarrana (por no citar las dataciones más antiguas de Timofeiev y Mitrofanov recogidas en las tesis doctoral de [91], que los sitúan entre el Rifeense Superior y el Cámbrico Inferior)?

11. Suponiendo que fuese cierto que la edad de las cuarcitas de Sierra Albarrana fuese Ordovícico Inferior (lo que equivale a edades absolutas de unas 500 Ma), que existe ya un cierto número de edades radiométricas (interpretadas por sus autores como edades de intrusión) de ortogneises de la Zona de Ossa-Morena (algunos de los cuales cortan materiales deformados y metamorfizados con anterioridad; cf; [9], [10] y [11]) en torno a 420-480 Ma ([12], [13], [14], [15]), y que la Orogenia Cadomiense, tal y como ha sido definida tradicionalmente [16] tiene lugar de manera continuada entre 700 y 425 Ma ¿no se comete un error de apreciación considerable y no es científicamente muy arriesgado desechar los modelos que proponen la existencia de una evolución tectónica pre-hercínica (en este caso cadomiense) cuando existe un periodo de al menos 75 Ma posterior a la posible sedimentación de las cuarcitas (durante el Ordovícico), como proponen los autores) en el que tal orogenia podría haber tenido lugar y en el que ciertamente ha ocurrido algo, como demuestran las evidencias citadas más arriba? ¿Conocen los autores estas edades? Si es así, ¿cuál es su interpretación alternativa?

12. En relación con la afirmación de que «...todas las hipótesis que consideran que la estructuración tectono-metamórfica en esa región (se refieren a la zona de cizalla de Badajoz-Córdoba) fue esencialmente cadomiense deben ser abandonadas...» ¿conocen los autores las numerosas evidencias (nos consta que así debería ocurrir con algunas de ellas), recogidas en los últimos años por los grupos de investigación de cuatro centros pertenecientes a tres países diferentes (España, Suiza y EE.UU), que demuestran irre-

futuramente la existencia de eventos tectonotérmicos (datos inequívocamente) y deformacionales (cartografiados y cuantificados) cadomienses?

13. ¿Son conscientes los autores de que las edades radiométricas $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ de 330-370 Ma [17] manejadas para apoyar la hipótesis de que la evolución tectonometamórfica es hercínica corresponden *siempre* (según [18] y comunicaciones personales) a un "resetting" concretamente cadomiense?

14. ¿No creen los autores que no es posible correlacionar como ellos proponen la tectónica del dominio de Sierra Albarrana, de la que se dice presenta una sola fase de deformación sinmetamórfica, con la del corredor blastomilonítico, donde se reconocen tres fases de deformación inesquisitosa de las cuales la última (con metamorfismo de grado muy bajo asociado) es carbonífera, la penúltima (con metamorfismo de grado medio asociado) ha sido datada entre 370 y 330 Ma ([15], [17]), y la primera (de la que se conservan estructuras de escala desde cartografía hasta microscópica y vestigios de un metamorfismo de grado alto y altas presiones, cf. [4]) es claramente pre-hercínica y a sido datada en torno a 575-600 Ma utilizando varios métodos radiométricos diferentes (U-Pb, Sm-Nd, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, etc., cf. [18], [19], [20], etc.)? ¿Conocen los autores las edades cadomienses citadas en el apartado anterior? En caso afirmativo ¿piensan que tienen algún significado geológico o que por el contrario no tienen ninguno y en consecuencia las obvian?

15. ¿Tienen para los autores algún significado la presencia en el área de la zona de cizalla de Badajoz-Córdoba de las discordancias basales de la Fm. Malcocinado (sobre diversos materiales del Proterozoico Superior) y de la Fm. Torreárboles (sobre la Fm. Malcocinado), con fósiles que datan el Cámbrico Inferior más bajo (Ovetiense; cf. [6], [8])? ¿Podrían tener estas discordancias algún significado o explicación en el contexto de alguna de las orogénias pre-hercínicas, por ejemplo la cadomiense? ¿Cómo las explican en su esquema de evolución tectonometamórfica hercínica?

16. Siguiendo el mismo modo de razonamiento que utilizan los autores, y partiendo del hecho de que las metapelitas del corredor blastomilonítico correlacionadas con materiales del

área de Sierra Albarrana (Fm. Atalaya) son deformadas y metamorfizadas en facies de las eclogitas ([11]) con anterioridad a la intrusión del ortogneiss de Ribera del Fresno, datada en 593 Ma (U-Pb) por [19] ¿no creen que debería concluirse (razonablemente) que la edad de los materiales del dominio de Sierra Albarrana es anterior a 593 MA, por lo tanto Precámbrico Superior? ¿No creen los autores que esta hipótesis sería verosímil incluso utilizando sus propios datos, dado el amplio rango de incertidumbre que tiene la datación con icnofósiles que presentan?

17. Partiendo de unos datos tan poco consistentes y considerando que no se tienen en cuenta ni las edades radiométricas, ni tampoco los datos metamórficos o estructurales de que se dispone desde hace tiempo (ver relación bibliográfica adjunta), ¿creen los autores que se pueden seguir manteniendo sus propuestas? ¿Utilizan solamente y de manera parcial una parte de la información bibliográfica, a pesar de cometer errores considerables al hacerlo? ¿No creen los autores que, en base a los 'datos' presentados (en muchos aspectos se trata más bien de hipótesis), sus conclusiones quizá (utilizando sus mismos términos) «deben ser abandonadas» precisamente por efecto del peso y contundencia de la 'falta de argumentos' que achacan a los trabajos que fundamentan las propuestas e hipótesis anteriores?

Referencias bibliográficas

- González del Tánago, J. y Peinado, M. (1990): *Bol. Geol. Min.*, 101: 678-700.
- Apalategui, O. e Higuera, P. (1983): Hoja 1:50.000, Nº 855 (Usagre) del Magna.
- Abalos, B. y Eguiluz, L. (1990): *Rev. Soc. Geol. España*, 3, 181-197.
- Abalos, B. et al. (1991): *Tectonophysics*, 200 (en prensa).
- Delgado Quesada, M. (1971): *Bol. Geol. Min.*, 82, 277-286.
- Liñán, E. (1978): *Tesis Doctoral*, Universidad de Granada: 212 pp.
- Liñán, E. (1984): *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 8: 47-74.
- Liñán, E. et al. (1984): *Geol. Mag.*, 12: 221-228.
- Chacón, J. (1979): *Tesis Doctoral*. Universidad de Granada, 728 pp.
- Abalos, B. (1989): *Rev. Soc. Geol. España*, 2, 103-112.
- Abalos, B. (1990): *Tesis Doctoral*, Univ. País Vasco. 430 pp.
- Bellon, H. et al. (1979): *Bull. Soc. Géol. France*, 21, 113-120.

- Lancelot, J. R. y Allegret, A. (1982): *Neues Jb. Miner Mh.*, 9: 385-394.
- García Casquero, J. L. et al. (1985): *Geologische Rundschau*, 74, 379-384.
- García Casquero, J. L. et al. (1988): *Geologische Rundschau*, 77, 483-489.
- D'Lemos, R. S. et al. (1990): *Geol. Soc. Spec. Publ.*, No. 51: 3-12.
- Dallmeyer, R. D. y Quesada, C. (1989): *Terra Abstracts*, 1, 366.
- Quesada, C. y Dallmeyer, R. D. (1990): *G. S. A. Meeting, Dallas*, Abstr. nº 3868, A98.
- Schäfer, H. J. et al. (1989): *Terra Abstracts*, 1, 350-351.
- Schäfer, H. J. (1990): Ph. D. Thesis. Swiss Fed. Ins. Tech. Diss. ETH nº 9246. 153 pp.

Respuesta de los autores

Resulta impropio responder una por una a las preguntas, y sobre todo comentarios, que han sido formulados en avalancha a partir de la breve nota presentada. Una respuesta exhaustiva vendría a ser una exposición completa de nuestra visión de la evolución regional de la parte Norte de Ossa Morena, lo que en este contexto está fuera de lugar. Preferimos dirigir nuestra respuesta hacia aquellas cuestiones que nos parecen relevantes y que se refieren directamente a lo expuesto en la nota.

Las fallas de Malcocinado y Azuaga, límites tradicionales del «Dominio de Sierra Albarrana», nos parecen sobrevaloradas en el sentido de que las rocas a uno y otro lado son similares en edad y tienen evoluciones tectonometamórficas también semejantes. En otras palabras, que las rocas de Sierra Albarrana no son exóticas respecto a su entorno. La Falla de Azuaga es una importante falla frágil sobrepuesta a deformaciones dúctiles previas de carácter milonítico, visibles tanto al N (Zona de Cizalla de Badajoz-Córdoba) como al S de la falla (región de Sierra Albarrana). La denominada «Falla de Malcocinado» no existe como límite meridional del sector estudiado en esta nota. Se observan fallas de escasa importancia dentro de la «Formación Azuaga», pero hay perfecta continuidad en el contacto entre ésta y carbonatos de edad Cámbrico Inferior. No descartamos que hacia el NW este contacto pueda estar retomado por una falla frágil.

El análisis estructural realizado,

apoyado con abundantes criterios de polaridad estratigráfica, nos permite establecer que la estructura de Sierra Albarrana es la que se indica en la figura 1c. Esto no puede ser considerado un «modelo». El cierre periclinal a que se alude en una de las preguntas no existe.

Entre los icnogéneros hallados, *Monocraterion* nunca ha sido citado en rocas más bajas que el Tommotiense (Cámbrico Inferior). Por tanto, la edad fanerozoica de las Cuarcitas de Sierra Albarrana está prácticamente asegurada. Para las conclusiones de carácter regional es irrelevante si las cuarcitas son cámbricas u ordovícicas.

El metamorfismo de la región de Sierra Albarrana es de baja presión, o como máximo de la parte más baja del rango de presiones intermedias. La distena ha sido citada como un mineral extraordinariamente raro [1], [2]; por el contrario, andalucita y cordierita son muy abundantes y paragenéticas con granate y estaurolita.

Aspectos fundamentales, suscitados

en la pregunta 1ª, son la existencia o no de una foliación previa a la principal, y las relaciones temporales entre el metamorfismo y la deformación. El metamorfismo es esencialmente sincinemático con la deformación principal, como muestra el estudio petrográfico realizado. Se ha podido establecer sin ambigüedad que la foliación interna en porfiroblastos de granate, estaurolita y andalucita corresponde a la foliación externa (foliación principal), y no a una foliación previa. Existe una segunda fase de deformación, en relación con la cual se desarrolla un clivaje de crenulación que pliega la foliación principal. Esta segunda fase se desarrolla en bandas de dirección NW-SE y en condiciones retrometamórficas.

El metamorfismo del sector estudiado, y consecuentemente también la deformación (párrafo anterior), han sido datados recientemente por el método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ [3], obteniéndose edades de 365-370 Ma (Devónico Medio-Superior) para un cierre de sistema a 500º

C en el caso de las hornblendas. Resulta gratuito (porque no hay evidencia alguna) querer establecer que se trata de un «resetting» isotópico enmascarador de una evolución cadomiense. Nuestros datos indican que se trata simplemente de deformación y metamorfismo hercinianos, que, en esta región, afectan a rocas fanerozoicas.

En nuestra nota no se niega la existencia en la Zona de Ossa Morena de eventos cadomienses (discordancias finiprecámbricas y Formaciones Malcocinado y Torreárboles) que, por otra parte, son también conocidos en rocas precámbricas de otras áreas de la Cordillera Herciniana; lo que creemos haber establecido es que en la región de Sierra Albarrana la deformación y el metamorfismo son de edad herciniana.

[1] Garrote, A. (1976): *Memórias e Notícias. Univ. Coimbra*, 82, 17-39.

[2] González del Tanago, J. y Peinado, M. (1990): *Bol. Geol. Min.*, 101-5, 678-700.

[3] Dallmeyer, R. D. y Quesada, C. (1989): *Terra Abstracts*, 1, 366.

Un ejemplo de paleocaverna con relleno calizo brechoide (Punta Arenillas, Albiense inferior, Cantabria)

A paleo-cavern filled with limestone breccia (Punta de Arenillas, Lower Albian, northern Spain)

I. Rosales, P. A. Fernández-Mendiola y J. García-Mondéjar (*)

(*) Dpto. Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología. Universidad del País Vasco. Apartado 644. 48080 Bilbao.

ABSTRACT

The Lower Albian pinnacle platform of Arenillas in Castro-Urdiales (Cantabria, northern Spain) shows a paleocavern about 120 m long and 40 m high, whose base is 60 m below an unconformity.

This vadose structure is infilled with breccia clasts up to 4 m long which have terrigenous matrix in the lower part and carbonate matrix in the upper-central part. The paleo-cavern was formed during a phase of subaerial exposure, and was filled from local and external sources during the ensuing marine transgression.

Key words: Lower Albian, Paleokarst, Breccias, Transgressive infill.

Geogaceta, 10 (1991), 124-127.

Introducción

El área de estudio se encuentra en las proximidades de Castro-Urdiales (Cantabria) y forma parte del flanco septentrional del Anticlinorio de

Bilbao. Sus materiales presentan un dispositivo de plataforma carbonatada con corales, rudistas y orbitolínidos en tránsito lateral a series terrígeno-carbonatadas de talud y cuenca, con diversos episodios de

resedimentación (figura 1A). El objetivo de este trabajo es la descripción de un ejemplo de paleocaverna de disolución kárstica, su morfología, dimensiones, relleno sedimentario, y la discusión de su contexto de