

Tabla 1

	204	205	206	207	208	209	211	212
<i>Belodella triangularis</i>			3	2				5
<i>Belodella resima</i>			3					3
<i>Ozarkodina excavata excavata</i>								
Elemento Pa: <i>Spatognathodus simplex</i>			3	3		2		8
Elemento Pb: <i>Ozarkodina media</i>			1?			1?		2
Elemento M: <i>Neoprioniodus excavatus</i>			1	1		2		4
Elemento Sa: <i>Trichonodella excavata</i>			1	2	2	3		8
Elemento Sb: <i>Plectospathodus extensus</i>	2	1		2	1	3		9
Elemento Sc: <i>Hindeodella equidentata</i> ...		2						2
<i>Ozarkodina remscheidensis</i>								
Elemento Pa: <i>Sp. steinhorn. eosteinhorn.</i> ...			10					10
Elemento Pa: <i>Sp. steinhorn. remscheid.</i> ...			6		2?			8
Elemento Pb: <i>Oz. typica denckmanni</i>			8		1			9
Elemento M: <i>Neoprioniodus bicurvatus</i> ...			1					1
Elemento Sa: <i>Trichonodella symmetrica</i> ...			1?			1?		2
Elemento Sb: <i>Plectospathodus alternatus</i> ...						1		1
Elemento Sc: <i>Hindeodella priscilla</i>			2					2
<i>Ozarkodina stygia</i>				9				9
<i>Ozarkodina transitans</i>				1				1
<i>Ozarkodina sp.</i>						1		1
<i>Palmatolepis glabra prima</i>							2	2
<i>Palmatolepis glabra pectinata</i>							6	15
<i>Palmatolepis gracilis gracilis</i>							3	10
<i>Palmatolepis helmsi</i>								3
<i>Palmatolepis marginifera marginifera</i>							2	9
<i>Palmatolepis marginifera uthaensis</i>								2
<i>Palmatolepis minuta schleizia</i>							1	3
<i>Palmatolepis perlobata schindewolfi</i>								4
<i>P. cf. quadrantinodosa inflexoidea</i>							1	2
<i>P. tenuipunctata-glabra prima</i>								3
<i>Panderodus unicosatus</i>	3				2			5
<i>Pedavis sp. (fragmentos)</i>					4			4
<i>Polygnathus glaber glaber</i>							3	6
<i>Polygnathus glaber medius</i>								2
<i>Pseudooneotodus sp.</i>			16		2			18
Totales	5	9	50	20	5	23	20	37
								189

ciones es escasa y el muestreo insuficiente. Por tanto, estas primeras conclusiones deberán ser confirmadas con

estudios posteriores, actualmente en curso. La insuficiencia del muestreo se pone de manifiesto, entre otras

razones, porque no se ha detectado la presencia de la fauna determinada por Bultynck, en Chalouan (1986, p. 76).

Conclusión

En definitiva, y para concluir, en el corte de Dar Skirej se encuentra una sucesión fosilífera poco complicada por la tectónica, que comprende materiales datables del Silúrico superior al devónico superior. Por la escasez de cortes con estas características, la secuencia de Dar Skirej constituye una interesante referencia para el conocimiento de la estratigrafía de los terrenos paleozoicos maláguides bético-rifeños.

Trabajo parcialmente financiado por el proyecto PB85/0385 CAICYT.

Referencias

- Chalouan, A. (1986): Tesis Univ. Strassbourg.
- Denkler, K. E. & Harris, A. G. (1988): *Geol. Surv. Bull.* 1837, 1-3.
- Mehrtens, C. J. & Barnett, S. G. (1976): *Micropaleontology*, 22, 4, 491-500.
- Ziegler, W. (ed.) (1973): *Catalogue of conodonts*. E. Schweizerbart'sche Verlag. I, 1-504. Stuttgart.
- Ziegler, W. (ed.) (1975): *Ibid.* II, 1-404, Stuttgart.
- Ziegler, W. (ed.) (1977): *Ibid.* III, 1-574, Stuttgart.
- Ziegler, W. (ed.) (1981): *Ibid.* IV, 1-442, Stuttgart.

Recibido el 27 de septiembre de 1989
Aceptado el 10 de octubre de 1989

Características de la pared en foraminíferos aglutinados (*Textularia laevigata* d'Orbigny) del Mioceno del Penedés (Depresión Prelitoral Catalana)

J. de Porta (*), J. Civis (**) y I. Macpherson (*)

(*) Departament de Geodinàmica, Geofísica i Paleontologia. Facultat de Geologia. Zona Universitaria de Pedralbes. 08071 Barcelona.

(**) Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. 37003 Salamanca.

ABSTRACT

The study of agglutinate foraminifera (*Textularia laevigata* d'Orbigny) in the clay levels of «Can Rosell» section (Miocene-«Depresión Prelitoral Catalana») with SEM-EDS and RX diffraction techniques, point out the selection of adventitious calcareous material and the presence of calcareous cement. There is no evidence of siliceous and ferroginous cement. The iron founded in the analysis corresponds to the pyrite generated in reductor environment.

Key words: agglutinate foraminifera, calcareous and cement test wall composition, Miocene, Catalunya-Spain.

Geogaceta, 7 (1990), 84-88.

Introducción

En el Mioceno marino del Penedés (Depresión Prelitoral Catalana), son frecuentes los niveles limo-arcillosos ricos en microfauna de foraminíferos bentónicos y en especial de formas aglutinadas correspondientes a la Familia Textulariidae, que se encuentran en un excelente estado de preservación. Ello ofrece la posibilidad de realizar un estudio sobre la composición de la pared así como establecer la posible relación existente con las características de los sedimentos.

En un anterior trabajo, se establecía la relación existente entre las características sedimentológicas y el contenido micropaleontológico, tanto cualitativo como cuantitativo, en los niveles finos de la misma área e interpretados de origen por suspensión uniforme y en el que ya se indicaba la presencia de niveles ricos en foraminíferos aglutinados (Civis, Porta y Macpherson, 1986-87).

En este trabajo, que se incluye en el marco de un estudio de carácter más amplio sobre la composición de los foraminíferos aglutinados del Mioceno y Plioceno de diversas localidades de la Península Ibérica, se dan a conocer los primeros resultados, así como las posibilidades que ofrece la utilización conjunta del SEM-EDS y difracción de Rayos X. Las posibilidades de estas técnicas han sido señaladas, entre otros, por Commeau, Reynolds y Poag (1985).

Metodología

Los ejemplares de *T. laevigata* se recubrieron con C y se estudiaron con el Microscopio Electrónico de Barrido (JEOL JSM 840) del Servicio de Microscopía Electrónica de la Universitat de Barcelona, que lleva acoplado un AN 10.000 (LINK SYSTEMS Ltd.) equipado con detector de Si/Li con ventana de Be para microanálisis. Las condiciones de trabajo se realizaron a 15 kV con una corriente de sonda de $0,6 \times 10^{-9}$.

La difracción de Rayos X se efectuó en un equipo SIEMENS D-500

con tubo de Cu a 40 kV y a 20 mA^o, del Institut d'Investigacions Geològiques «Jaume Almera» (C.S.I.C.).

Marco geológico y características del material estudiado

La unidad litoestratigráfica informal denominada «Arcillas de Can Rosell» forma parte de la sección neógena que aflora entre Sant Sadurni d'Anoia y Sant Pau d'Ordal (Alt Penedés, Barcelona). Desde el punto de vista litológico, el corte de Can Rosell,

correspondiente a una antigua explotación de arcillas, presenta un conjunto de limos y arcillas grises de 18 m. de potencia, al que se le superponen 4 m. de arenas limo-arcillosas (fig. 1B). En ambos tramos se intercalan pequeñas capas de arena fina, a veces compacta, que constituyen niveles de referencia. El nivel 26 contiene burrows de *Ophiomorpha* y *Thalassinoides*.

El tramo de limos y arcillas grises se caracteriza, en líneas generales, por la abundancia de textuláridos que, en algunas muestras, pueden alcanzar va-

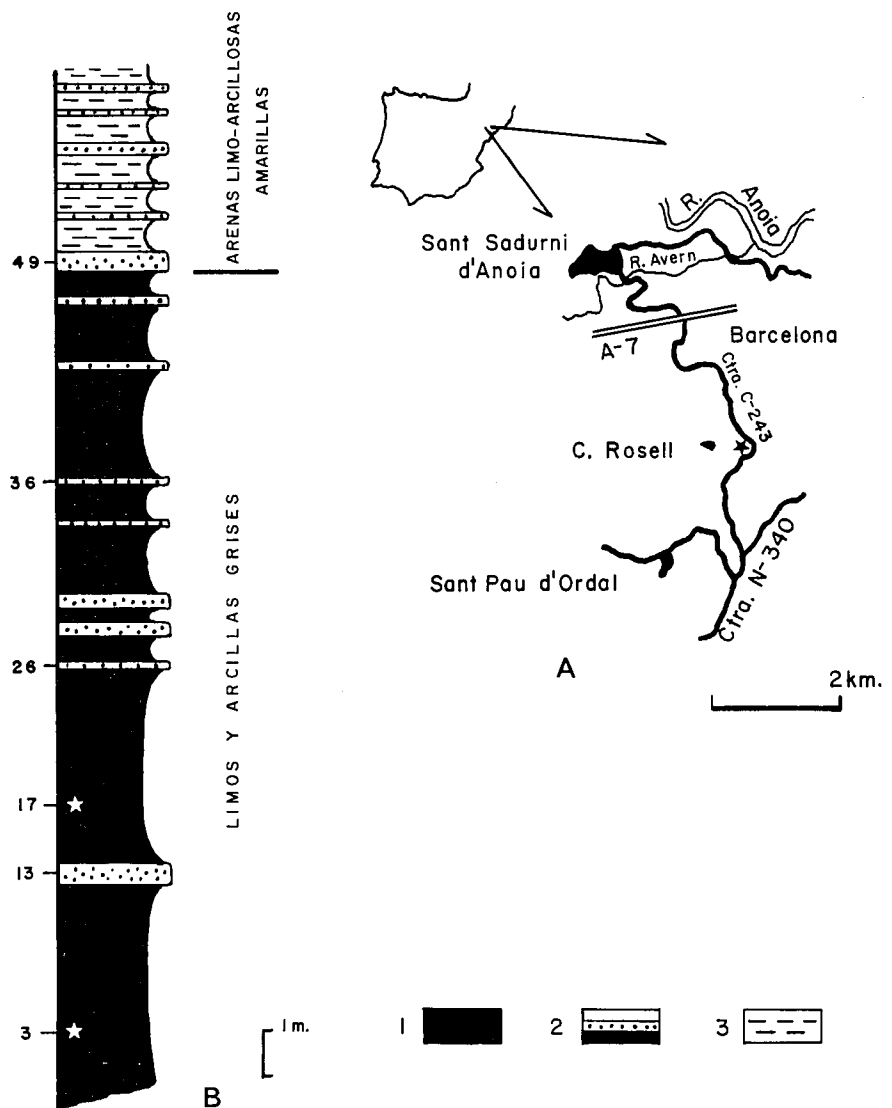


Fig. 1.—A) Localización del área estudiada. B) Columna litoestratigráfica de la sección de Can Rosell con la posición de las muestras estudiadas: 1: limos arcillosos y arcillas limosas grises; 2: arenas; 3: arenas limo-arcillosas amarillentas.

lores de hasta el 60% de los bentónicos (Civis, Porta y Macpherson, op. cit.).

En las muestras en que los aglutinados son las formas dominantes, su predominio es muy marcado en las fracciones mayores (superior a 250 micras), estando constituida prácticamente por una única especie: *Textularia laevigata* d'Orbigny. Se encuentran además otros taxones como *Lenticulina*, *Quinqueloculina*, *Nonion*, *Heterolepa*, *Amphistegina* y algunas otras formas mucho más minoritarias.

En las fracciones menores la diversidad no es muy elevada destacando, además, la presencia de frecuentes *Ammonia*, *Uvigerinidae*, *Boliviniidae* y, en menor proporción, *Sigmoilopsis*, *Sigmoilina* y algún *Nodosariidae*.

En cuanto a los foraminíferos planctónicos, prácticamente en todos los niveles se repite la misma asociación que viene claramente dominada por las formas pertenecientes al grupo de *Globigerinoides quadrilobatus* (D'Orbigny)s.l. (sensu Sierro, 1984) con los morfotipos siguientes: *G. quadrilobatus immaturus* Le Roy, *G. quadrilobatus trilobus* (Reuss), *G. quadrilobatus altiapertura* Bolli y *G. quadrilobatus sacculifer* (Brady). Se encuentra además frecuentes *Globoquadrina* spp. así como *Globigerina* spp. y *Globigerinoides sicani* De Stefani (= *Praeorbulina glomerata sicana*). Los datos correspondientes a la microfauna planctónica permiten asignar estos niveles a la Biozona N 8 de Blow y a la Biozona de *Praeorbulina glomerata* s.l. en el sentido de Iaccarino (1985) equivalente, desde el punto de vista cronestratigráfico, a una edad Langhiense.

En los niveles grises, son frecuentes los episodios de carácter reductor que se ponen en evidencia por la presencia de pirita en el interior de las cámaras de los foraminíferos, interior de gasterópodos, bivalvos, etc. Se observan también en el sedimento abundantes concreciones alargadas de pirita (fig. 2A), así como gránulos aislados.

La pirita se encuentra en forma de pirita framboidal, especialmente en las estructuras alargadas, concreciones y en el interior de las cámaras de los foraminíferos. En estos últimos, son frecuentes los agregados de framboides de rombododecaedros (fig. 2B). Estructuras señaladas por Sweeney y Kaplan (1973) entre otros.

No existen variaciones importantes en la composición de la pirita fram-

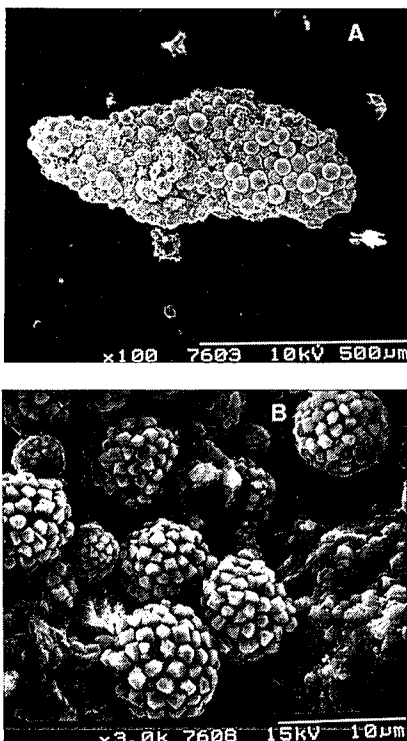


Fig. 2.—A) Estructura alargada constituida por agregados esféricos de pirita framboidal. B) Pirita framboidal en el interior de una cámara de *Textularia laevigata* d'Orbigny. Cada framboides está formado por cristales en forma de rombododecaedros. Muestra CR-3.

boidal. Los análisis realizados con SEM-EDS dan valores medios de 70,4% de S y 29,5 de Fe, con una amplitud de variación de 67,4-70,8% para el S y 29,1-32,6% para el Fe.

Composición de los aglutinados

El material se ha preparado disgregando el sedimento en agua, tamizando y separando directamente los ejemplares que se encuentran por encima de la fracción de 250 micras. No se

ha utilizado el vibrador ultrasónico para evitar el deterioro y/o fragmentación de los ejemplares.

Para este estudio previo se han seleccionado las muestras CR-3 y CR-17 correspondientes al tramo de arcillas grises (fig. 1B), las figuras 3A y 3B corresponden a los diagramas de las muestras CR-3 y CR-17, respectivamente.

Ca

Es siempre el elemento más importante con un valor medio del 81%; el Si tiene un valor del 8,9% y el S del 3,9%. Los demás componentes (Fe, Al y K) no superan en conjunto el 3,9%.

Dado que el elemento más importante es el Ca se ha procedido a obtener el mapa de distribución de este elemento. No se observa en ninguno de los ejemplares de ambas muestras unas distribuciones particulares (fig. 5).

De cada una de las muestras se han preparado varios ejemplares para obtener un difractograma de Rayos X. En todos ellos predomina la calcita con bajo contenido en magnesio. El aragonito es siempre minoritario y el cuarzo prácticamente inexistente.

Entre los granos que constituyen la pared de la concha se pueden observar ejemplares completos de coccolitofóridos.

S y Fe

El S y el Fe no siempre se encuentran presentes. En aquellos ejemplares que lo presentan, corresponden a la pirita que se encuentra en el interior de las cámaras y que, por

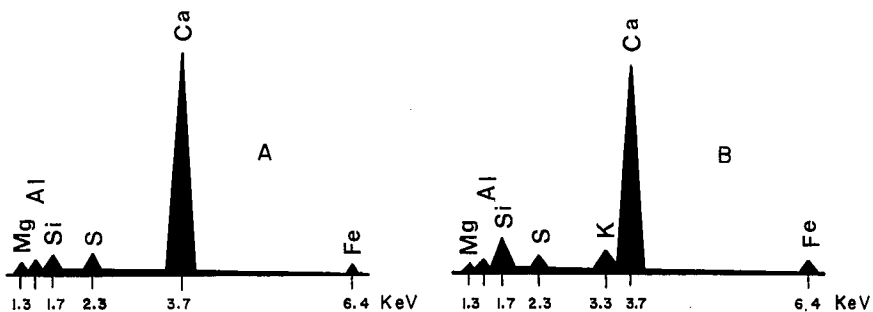


Fig. 3.—A) Espectro de la composición por microanálisis de *T. laevigata* d'Orbigny correspondiente a la fig. 4 (muestra CR-3). B) Espectro de un ejemplar de la muestra CR-17. Las cifras son los valores medios de las ventanas de cada elemento en KeV.

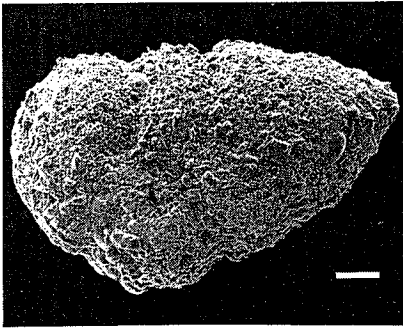


Fig. 4.—*Textularia laevigata* d'Orbigny (muestra CR-3). La longitud de la barra es de 100 micras.

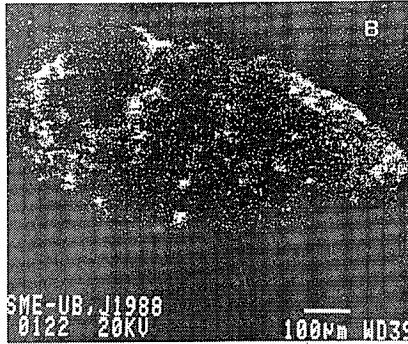


Fig. 6.—Mapa de intensidad de Rayos X del Si. Ejemplar de la figura 4.

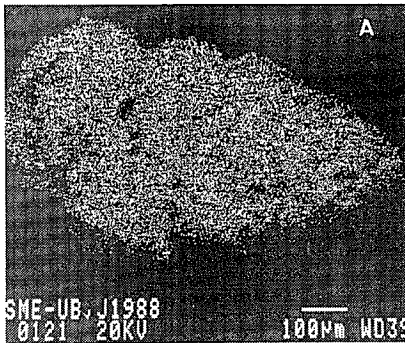


Fig. 5.—Mapa de intensidad de Rayos X del Ca. Ejemplar de la figura 4.

desgaste de la pared de la concha, queda prácticamente en superficie.

Por otra parte, en los diversos ejemplares estudiados en sección, no se han observado granos de pirita en la composición de la pared.

Si

El contenido en Si que aparece en los análisis con EDS debe proceder de las arcillas del sedimento. En el difractograma del sedimento en su conjunto se señala la existencia de cuarzo; lo mismo que se puede observar en el residuo de insolubles.

En el mapa de distribución de Si se observa una tendencia a concentrarse en la zona de las suturas de las cámaras; precisamente son éstas las áreas deprimidas en las que puede acumularse la arcilla ya que, como se ha indicado anteriormente, los ejemplares no se han tratado mediante ultrasonidos (fig. 6).

Discusión

Los resultados obtenidos en las muestras analizadas parecen apuntar

a la existencia de una selección de partículas detríticas de naturaleza calcítica, por parte del foraminífero durante la construcción de la concha.

La pirita que se encuentra en el interior de las cámaras de los foraminíferos se ha formado posiblemente a expensas de la materia orgánica de los propios organismos en un microambiente de carácter reductor.

Las estructuras alargadas de pirita framboidal pueden corresponder a pequeños burrows. Todas estas características pueden indicar la existencia de condiciones anaerobias en la interfase agua-sedimento o muy ligeramente debajo de ésta, pues la presencia de infauna en la mayoría de las muestras de la sección apoyan la ausencia de una fase reductora importante en el interior del sedimento. Estos datos estarían de acuerdo con la presencia de Uvigerinidae formas que, según los estudios más recientes se trata de formas infaunales someras y, como señalan varios autores (Corliss, 1985; Corliss y Chen, 1988), son factores ecológicos significativos en su distribución las características del sedimento y el contenido en materia orgánica y como indican Francés *et al.* (1989 y en prensa), referente a características microfaunísticas similares, en el estudio del D.S.D.P. site 135 durante el Pleistoceno superior, «un fondo de grano fino rico en materia orgánica tiende indefectiblemente a un ambiente anóxico en su interior».

La presencia de Si en las áreas correspondientes a las suturas parece estar acorde con una mayor concentración de sedimento en estas zonas por el hecho de corresponder a las áreas más deprimidas. Por otra parte, según señala Haynes (1985), el ce-

mento silíceo encontrado en formas fósiles, en las líneas de sutura, tiene un origen diagenético a partir de granos silíceos. Como señalan Hansen y Hanzlikova (1974), en el estudio de la pared de algunos «foraminíferos silíceos», éstos corresponden a formas aglutinadas con una matriz orgánica, sin cemento silíceo.

Si bien no existe una generalización en cuanto al tipo de cemento y a la selección del material que los foraminíferos aglutinados adhieren sobre la capa orgánica, los resultados similares obtenidos en nuestro análisis parecen estar acordes con el hecho de que *Textularia laevigata* presentaría un cemento calcáreo, con ausencia de un cemento ferruginoso y silíceo si bien no puede precisarse sobre el tipo y características del material calcáreo aglutinado que es tanto orgánico como inorgánico. Es destacable, por otra parte, que el componente silíceo no forma parte de un constituyente de la concha ni tampoco interviene en el cemento, así como hay que destacar la ausencia de cemento ferruginoso para el taxón estudiado.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. F. Plana del Institut de Geologia «Jaume Almera» (C.S.I.C.) la realización e interpretación de los difractogramas del sedimento y de los foraminíferos. Al Dr. R. Fontarnau, del Servei de Microscopia Electrónica de la Universitat de Barcelona, la ayuda en la obtención de imágenes y análisis con el SEM-EDS.

Referencias

- Blow, W. H. (1969): *Proc. First Inter. Confer. Plankt. Microfossils*, Geneva, 1967, 1, 199-442.
- Civis, J.; Porta, J. de y Macpherson, I. (1986-87): In *Com. XI Congr. Esp. Sedim.*, Anadón, Cabrera y Porta (Edits.). *Acta Geol. Hisp.*, 21-22, 535-540.
- Commeau, R. F.; Reynolds, L. A. y Poag, C. W. (1985): *Micropaleontology*, 31 (4), 380-386.
- Corliss, B. H. (1985): *Nature*, 314, 435-438.

Corliss, B. H. y Chen, C. (1988): *Geology*, 16, 716-719.

Frances, G. Sierro, F. y Civis, J. (1989): *Third Intern. Conf. Paleoceanography*, Cambridge, 72.

Frances, G.; Sierro, F. J.; Civis, J. y Flores, J. A. (in lit): Variación en las comunicaciones de foraminíferos bentó-

nicos abisales en el D.S.D.P. site 135 durante el Pleistoceno superior.

Haynes, J. R. (1985): *Foraminifera*, Edit. Macmillan LTD, 433 p.

Hansen, H. J. y Hanzlikovas, E. (1974): *Rev. Esp. Microp.*, VI (3), 447-466.

Iaccarino, S. (1985): In: *Plankton Stratigraphy*, Bolli, Saunders & Perch-Nielsenk (Edits.), 283-314.

Sierro, F. J. (1984): *Tesis Doctoral. Univ. Salamanca*, 391 p.

Sweeney, R. F. y Kaplan, R. (1973): *Econ. Geol.*, 68 (5), 618-634.

Este trabajo se ha realizado en parte dentro del Proyecto PB 88/50 de la CICYT.

El sistema geotérmico de la Garriga-Samalús: comparaciones con sistemas hidrotermales fósiles

A. Canals (*), J. Albert (**) y C. Ayora (***)

(*) Dpto. Ciencias de la Tierra, Univ. de Zaragoza, 50009 Zaragoza.

(**) Tecnología y Recursos de la Tierra, S. A. 28046 Madrid.

(***) Dpto. Cristalografía, Mineralogía i Dipòsits Minerals, Univ. de Barcelona. Martí i Franqués, s/n. 08028 Barcelona.

ABSTRACT

The data from the active geothermal systems of La Garriga-Samalús is used as a test to validate some aspects of the geochemical modelling the low temperature hydrothermal Ba-F veins from the Catalanian Coastal Ranges.

Geogaceta, 7 (1990), 88-90.

1. Introducción

La comparación entre mineralizaciones hidrotermales y sistemas geotérmicos activos, ayudan a la comprensión de la génesis de las primeras. Dado que clásicamente se ha considerado el lixiviado en profundidad de los granitoides como fuente de algunos constituyentes de las mineralizaciones (Murad, 1974), se han estudiado la composición química del agua surgente y los cambios químicos que se producen actualmente en uno de estos granitoides, afectado por el lixiviado de una solución hidrotermal. Los resultados se han aplicado a mineralizaciones de los Catalánides correspondientes a sistemas fósiles de características parecidas.

2. El sistema geotérmico actual

El estudio se ha realizado en tres sondeos de la zona de La Garriga-Samalús (Vallès Oriental), realizados por el Instituto Tecnológico y Geo-

minero (ITGE) en su programa de evaluación de recursos geotérmicos (1982-85). La anomalía geotérmica de La Garriga-Samalús tiene una extensión aproximada de 3 km. y se manifiesta en superficie en forma de una serie de surgencias termales a 60°C, que descargan en la localidad de La Garriga. Su composición es bicarbonatada sódica y el ascenso del agua se lleva a cabo por la cataclasis delimitada por los planos de falla y cabalgamiento que limitan la depresión por su extremo occidental (Albert, 1986). Dos de los sondeos, el S-2 y S-3 llegan a los 450 m. de profundidad, y el tercero S-6, a los 1.000 m. Todos ellos, perforados a testigo continuo, atraviesan los materiales miocenos de relleno de la depresión del Vallés, sobre el plano de falla y penetran profundamente en los granitoides (fig. 1).

Las temperaturas de homogeneización de inclusiones fluidas, en fluoritas precipitadas en grietas de testigo del sondeo S-6, entre 500 y 600 m., indican temperaturas de 130°C. Esta

no es la temperatura de surgencia, pero probablemente es la temperatura de la solución responsable de la alteración del granitoide. Dicha temperatura es semejante a la calculada para el reservorio hidrotermal a partir de equilibrios minerales y termómetros hidroquímicos.

3. Los datos

Se realizó el muestreo de los testigos de los sondeos y con 52 muestras escogidas, se analizaron los elementos mayores, menores y algunos traza (Ba, Sr, Pb y Zn).

La composición normativa de la granodiorita es: 27,3% de cuarzo, 20,3% de feldespato K, 44,7% de plagioclasa y un 10,6% de biotita (Viladevall, 1979). La alteración hidrotermal del granitoide se caracteriza por el cambio de color, la pérdida de cohesión y, sobre todo, la aparición de moscovita, clorita, laumontita, cuarzo y calcita. Las correlaciones entre el grado de alteración de la muestra