

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

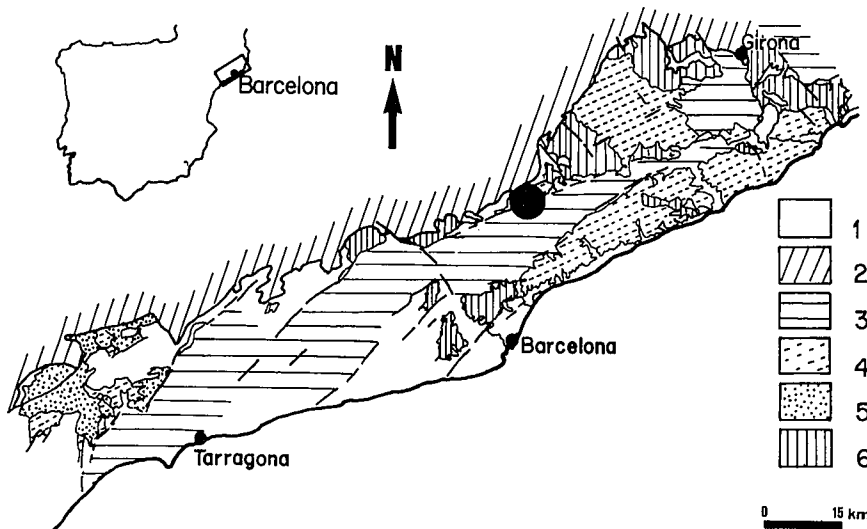


Fig. 1.—Localización y esquema de la posición del sondeo S-6. 1, Rocas postpaleozoicas. 2, Sedimentos paleógenos de la cuenca del Ebro. 3, Rellenos neógenos de fosas tectónicas. 4, Granitoides. 5, Rocas carboníferas. 6, Rocas pre-carboníferas: a) Metasedimentos. b) Granitoide. c) Conglomerados. d) Materiales arcillosos y limosos. e) Cataclásitas. f) Zona impregnada de agua caliente. g) Cabalgamiento. h) Falla normal.

parámetros físico-químicos parecidos (Canals, 1989).

La potencialidad de un volumen de roca como reservorio origen es ilustrado por el bario. En el caso de este elemento (el bario) para el distrito minero de la Atrevida (Conca de Barberà, SW de Tarragona), utilizando los valores de Melgarejo (1983), en los que se indican unas reservas de 4 Mt de baritina, y suponiendo un lixiviado como el que se da en la zona de La Garriga-Samalús, el volumen de material lavado necesario es el de un paralelepípedo de granitoide de 4 km. de longitud por 1 km. de altura y 1 km. de profundidad. Los altos valores de salinidad (3 m. NaCl) del sistema hidrotermal fósil aumentan enormemente la capacidad de transporte del Ba lixiviado como BaCl<sub>2</sub> respecto a las aguas surgentes actuales, prácticamente puras.

y el contenido en estroncio son significativas y probablemente significativas para el bario. En los dos casos el signo de la correlación es negativo, lo que indica la pérdida de elemento al aumentar la alteración (fig. 2). El bario tiende a concentrarse en los feldespatos K, aunque también se encuentra en micas y plagioclasas; sin embargo, con el estroncio existe una asimilación preferencial en las plagioclasas, donde sustituye al calcio.

Por otra parte, existe una tendencia al lixiviado en profundidad, que no es observable en muestra de mano, pero se pone de manifiesto en el diagrama bario-profundidad o estroncio-profundidad. Se pasa de valores de 1.000 ppm a 600 ppm para el bario, considerando un mismo valor de grado de alteración aparente, lo que representa una pérdida del 40% en este elemento, y de valores de 300 a 150 ppm para el estroncio; en ambos casos la pérdida se da al aumentar la profundidad. También se observa un descenso en el contenido de Pb y Zn.

#### 4. Discusión

Así pues, conociendo la potencialidad de estas rocas para funcionar como rocas «madres» de ciertos constituyentes, se ha considerado interesante hacer comparaciones de sistemas mineralizantes activos de los Catalánides, con sistemas fósiles que presentaban

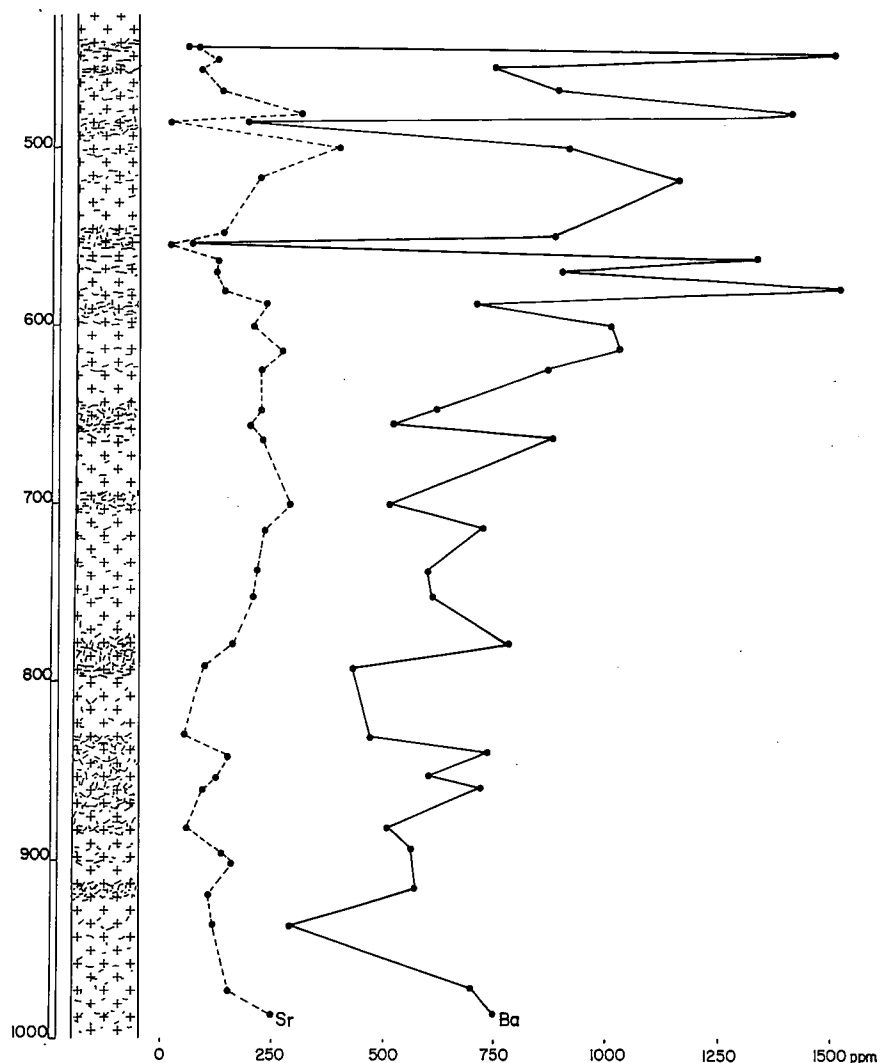


Fig. 2.—Variaciones del contenido en Sr i Ba del sondeo S-6. La escala vertical se halla en metros. Por encima de lo representado el sondeo atraviesa materiales de relleno.

La potencialidad de una solución como medio de transporte precipitación es ilustrado por el flúor. En este caso, los análisis del agua en la zona de La Garriga-Samalús, indican concentraciones de 20 ppm, valor que es compatible con los hallados experimentalmente en los estudios sobre solubilidad de la fluorita, por Richardson & Holland (1979), para soluciones formadas por agua pura o bien 0,1 m. Sin embargo, ligeras variaciones de la salinidad de la solución, entre 0,5 m. y 0,1 m., por mezcla con aguas, pueden hacer precipitar 20 ppm de fluorita, quedando en solución otras 20 ppm; alrededor de los 100°C no parece que la solubilidad de este mineral sea sensible a la temperatura. Si se estima una reserva de 100.000 toneladas de fluorita para el filón Rigrós (macizo del Montseny, N de Barcelona), el funcionamiento de una fuente termal, de las características de La Garriga-Samalús, imaginando un caudal de 6,5 litros por segundo (caudal actual), durante 7.000 años, podría dar lugar a un filón semejante al Rigrós.

Un fenómeno de mezcla de soluciones con salinidades diferentes, para explicar la precipitación de la fluorita en las grietas del sondeo, parece lógico

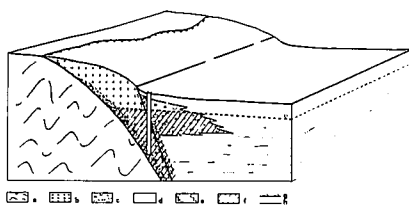


Fig. 3.

a la vista de los datos de los isótopos de 18O y 2H de las aguas. La recarga mayoritaria se daría por el bloque de borde, aunque jugaría un importante papel la recarga producida por la propia fosa.

Los volúmenes lixiviados de roca y el tiempo de formación de los depósitos son razonables e incluso bastante inferiores a los calculados para mineralizaciones bien conocidas (Skinner, 1979; Sverjensky, 1981).

### 5. Conclusión

De acuerdo con los datos analíticos y los cálculos citados los sistemas geotérmicos actuales son potencialmente mineralizantes y algunos de los filones de baritina y fluorita de baja temperatura de los Catalanides, se pueden haber formado a partir de sistemas geotérmicos fósiles de parámetros

no muy diferentes de los que funcionan ahora en la región.

### Referencias

- Albert, J. P. (1986): *La geotermia*. Folch, R. (Ed.) Historia natural dels Països Catalans, 3: Recursos geològics i sols, 197-221.
- Canals, A. (1989): Tesis doctoral. Univ. de Barcelona (inédita).
- Melgasrejo, J. C. (1983): Tesis de Licenciatura, Univ. de Barcelona (inédita).
- Murad, E. (1974): *Econ. Geol.*, 69, 532-544.
- Richardson, C. K. y Holland, H. D. (1979): *Geochim. Cosmochim. Acta*, 43, 1313-1325.
- Skinner, B. J. (1979): *The many origins of hydrothermal mineral deposits*. In: Barnes, H. L. (Ed.): *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2nd edition. John Wiley and Sons. New York.
- Sverjensky, D. A. (1981): *Econ. Geol.*, 76, 1848-1872.
- Viladevall, M. (1975): Tesis doctoral. Univ. de Barcelona (inédita).

Recibido el 30 de septiembre de 1989  
Aceptado el 10 de octubre de 1989

## Submedios asociados a un sector intermareal de la ría de Huelva

J. Borrego (\*), J. A. Morales (\*) y J. C. Pendón (\*)

(\*) Departamento de Geología y Minería. Universidad de Sevilla. 21819 La Rábida, Palos de la Frontera (Huelva).

### ABSTRACT

*Varios sedimentary subenvironments related to the Huelva Ria are described. In this way there are identified the active channel-margin, the salt-marsh and the sterile-marsh environments. The sequential arrangement is of clear regressive affinity.*

**Key word:** *Ria, Tidal sequences, Huelva.*

*Geogaceta*, 7 (1990), 90-92.

### Introducción

El Estero Domingo Rubio es parte de un conjunto de zonas húmedas, de

clara influencia mareal, situadas en la desembocadura de los ríos Tinto y Odiel, en el litoral suratlántico de la Península Ibérica (fig. 1A y B).

Este sector está afectado por un régimen mareal semidiurno y leve desigualdad diaria. Las oscilaciones extremas del régimen mareal, están com-