

# Algunas consideraciones sobre aguas termominerales con CO<sub>2</sub> en los Guiraos (Sudeste de España)

*Some considerations about the CO<sub>2</sub>-rich thermomineral waters in Guiraos (Southeast of Spain)*

J.C. Cerón (\*) y A. Pulido-Bosch (\*\*)

(\*) Departamento de Geología. Universidad de Huelva. 21819 - Huelva.

(\*\*) Departamento de Geodinámica. Universidad de Granada. 18071 - Granada.

## ABSTRACT

The waters of Guiraos area are calcium-sodium-magnesium sulfate-chloride types and have a high temperature (close to 35 °C), conductivity of 3800 μS/cm and PCO<sub>2</sub> of 0,2 bares. The temperature and chemical composition of the water shows a thermal anomaly directly related with the tectonic activity in the area.

**Key words:** hydrogeochemistry, thermomineral waters, CO<sub>2</sub>, neotectonics.

*Geogaceta*, 19 (1996), 127-129  
ISSN: 0213683X

## Introducción

El área de estudio se sitúa al sureste de la provincia de Almería (Fig. 1), en el municipio de Cuevas del Almanzora. Desde el punto de vista geológico, el sector estudiado se encuentra sobre materiales de las Cordilleras Béticas, en el sector oriental del Dominio de Alborán o Zonas Internas (Balanyá y García-Dueñas, 1987); están formados por filitas, cuarcitas, calizas, areniscas y diabasas de edad Pérmico, que pertenecen a las Unidades Intermedias. Sobre ellos se encuentran margas y areniscas de edad Mioceno (Messiniense), y conglomerados, arenas, limos y arcillas de edad Cuaternario. El área se encuentra entre los sistemas de fallas del Guadalentín y de Palomares; al Oeste de estos sistemas de fallas la corteza está formada por cuatro capas, mientras que al Este por sólo tres, de mayor densidad que las anteriores; así, existe una corteza de distinta naturaleza y espesor a ambos lados de los sistemas de fallas (Mueller y Ansoerge, 1986; Banda y Ansoerge, 1980; Banda *et al.*, 1993; García-Dueñas *et al.*, 1994; Gallart, *et al.*, 1994).

Estos sistemas de fallas producen en la región estudiada una inestabilidad sísmica, origen de microterremotos y de terremotos de cierta importancia (Sanz de Galdeano y López Casado,

1988). El carácter profundo de los sistemas de fallas del Guadalentín y Palomares también se pone de manifiesto por los numerosos puntos termales que existen en sus trazas (Cerón y Pulido-Bosch, 1992 a y b,

1993 y 1994; Cerón *et al.*, 1993 a y b). Ambos sistemas constituyen las vías de ascenso de fluidos hidrotermales, que a menudo se encuentran enriquecidos en iones metálicos y en gases -SH<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> entre otros- y que en el acuífero del

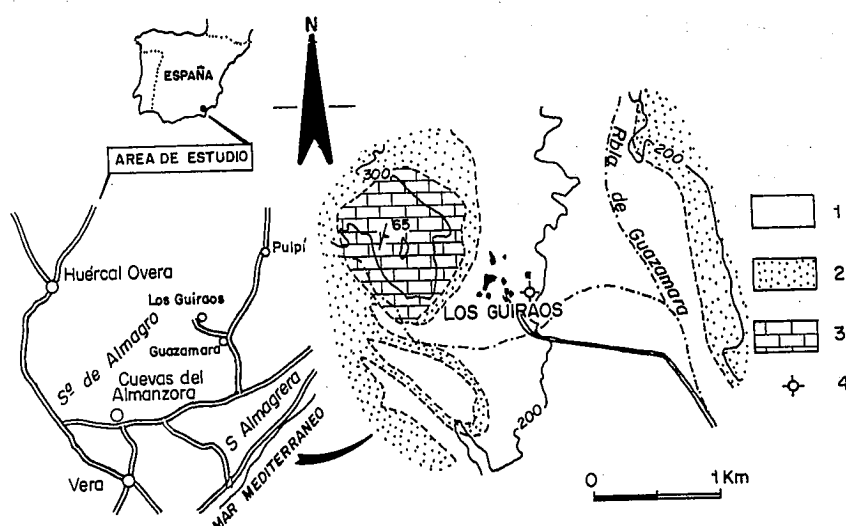


Fig 1.- Situación geográfica y esquema hidrogeológico del área estudiada. 1: conglomerados, arenas, limos y arcillas (Cuaternario); 2: margas y areniscas (Mioceno); 3: filitas, cuarcitas, calizas, areniscas y diabasas (Pérmico); 4: sondeo. Simplificado de Espinosa *et al.*, 1973.

Fig. 1.- Location and hydrogeological scheme of the studied area. 1: conglomerates, sands, silts and clays (Quaternary); 2: marls and sandstones (Miocene); 3: phyllites, quartzites, carbonates, sandstones and diabases (Permian); 4: well. Simplified of Espinosa *et al.*, 1973.

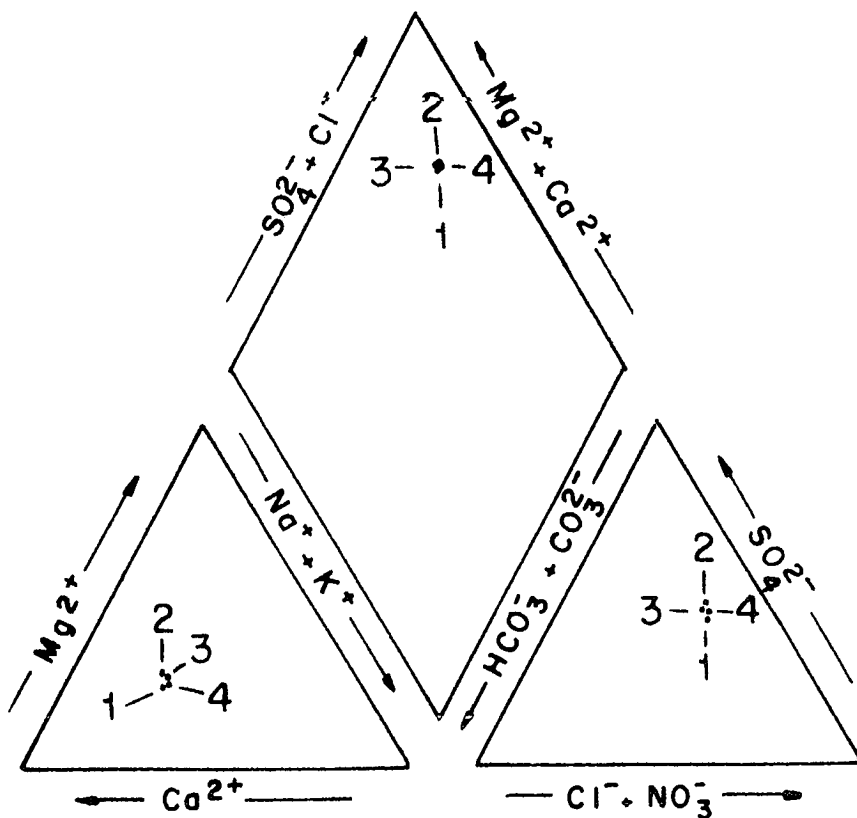


Fig. 2.- Diagrama de Piper de las muestras tomadas (1: Agosto 1991; 2: Noviembre 1991; 3: Enero 1992; 4: Agosto 1992).

Fig. 2.- Piper diagram of the samples (1: August 1991; 2: November 1991; 3: January 1992; 4: October, 1992).

Nº Muestra	1	2	3	4
Temperat. (°C)	35.0	34.8	34.7	34.8
pH	6.61	6.65	6.67	6.60
Eh (mV)	6	8	4	5
Cond. (µS/cm)	3810	3791	3780	3800
PCO <sub>2</sub> (bares)	0.226	0.203	0.198	0.230
Cloruros	615	598	590	604
Sulfatos	1235	1232	1224	1241
Bicarbonatos	1000	986	1010	994
Carbonatos	0	0	0	0
Calcio	610	594	602	598
Magnesio	179	190	191	187
Sodio	310	297	296	305
Potasio	97	94	88	91
Nitratos	25	27	24	28
Sílice	45	47	51	43
Litio	0.777	0.748	0.674	0.809
Boro	0.645	0.658	0.642	0.662
Flúor	0.462	0.450	0.421	0.474

Tabla. 1.- Algunas de las variables hidroquímicas analizadas (iones en mg/l).

Table. 1.- Some hydrochemical variables analyzed (ions in mg/l).

Alto Guadalentín es de origen profundo de acuerdo con estudios isotópicos recientes (Cerón, 1995).

**Características fisicoquímicas de las aguas**

Para estudiar los principales rasgos hidroquímicos se tomaron muestras de un sondeo de 400 m de profundidad, que inicialmente resultó surgente y con un caudal de 115 l/s, y que actualmente presenta el nivel piezométrico próximo a los 36 m de profundidad y suministra un caudal de 50 l/s. A partir de los análisis de las muestras obtenidas en agosto de 1991 (1), noviembre de 1991 (2), enero de 1992 (3) y agosto de 1992 (4) se determinaron 29 parámetros, de los que solo 19 se indican en la tabla 1, dada la finalidad del presente artículo. Las variaciones temporales de las muestras tomadas se pueden observar en diagrama triangular (Fig. 2). En él, y en relación con los aniones, las muestras están dentro del campo de la facies sulfatada-clorurada; si se consideran los cationes, éstas se encuentran dentro de la facies cálcica-sódica-magnésica.

Como se puede ver, las aguas presentan altos valores de conductividad (alrededor de 3800 µS/cm), PCO<sub>2</sub> (alrededor de 0,2 bares) y la elevada concentración en bicarbonatos (superior a 950 mg/l), sulfatos (más de 1200 mg/l), cloruros (alrededor de 600 mg/l), calcio (cerca a 600 mg/l) y sodio (próxima a 300 mg/l). Los iones litio, boro y flúor también presentan concentraciones relativamente elevadas.

**Relación del CO<sub>2</sub> con el contexto sismotectónico del área**

Los distintos sistemas de fallas que afectan al área (Guadalentín y Palomares), están relacionados con la colisión de las placas Ibérica y Africana en el Mediterráneo Occidental (Coppier *et al.*, 1989), y ponen en contacto dos bloques de litosfera de diferente naturaleza y espesor (Banda y Ansonge, 1980). Estos sistemas dan origen a una importante inestabilidad sísmica en la región; así, Sanz de Galdeano y López Casado (1988) definen varias fuentes sísmicas de dirección SSW-NNE, que coinciden con los sistemas anteriores. Existe también una notable anomalía térmica positiva, comprendida entre 41 y 56 °C/km (Albert Beltrán, 1979), producto del importante adelgazamiento de la corteza; la Moho se

encontraría aproximadamente a 22 km y la temperatura estimada a esta profundidad rondaría los 880 °C (Albert Beltrán *op. cit.*; Cermák, 1982).

Estas manifestaciones carbogaseosas podrían pertenecer a la continuación del *Cinturón Carbogaseoso de Europa Occidental* (Maisonneuve y Risler, 1979). Este abarca un área de aproximadamente 3000 km y se extiende desde el extremo SE de la Península Ibérica, pasando por los Pirineos y el Arco Alpino, hasta alcanzar la antigua Yugoslavia. Esta zona se caracteriza por un hidrotermalismo con importantes manifestaciones de CO<sub>2</sub> libre. La característica genética fundamental es el carácter endógeno del CO<sub>2</sub>, relacionado con la actividad tectónica terciaria y cuaternaria (que genera estructuras en bloques fallados) que permite la existencia de procesos de degasificación de la corteza inferior y del manto superior; asociada a esta actividad neotectónica, se desarrolla un vulcanismo calcoalcalino, distinguiéndose áreas en las cuales éste se relaciona siempre con CO<sub>2</sub> de origen mantélico e infracrustal debido a la gran profundidad de las fracturas, y áreas donde éste se relaciona con CO<sub>2</sub> originado por el metamorfismo de rocas carbonatadas.

Este *Cinturón Carbogaseoso de Europa Occidental* estaría incluido dentro de una de las dos grandes áreas a nivel mundial con manifestaciones de CO<sub>2</sub> asociadas a zonas de

sismicidad importante; esta es la que se extiende por el centro y Sur de Europa hasta Asia Menor (Barnes *et al.*, 1978).

### Conclusiones

Las aguas analizadas revelan un enriquecimiento en determinados elementos minoritarios y trazas, al igual que sucede en aguas termales de otras áreas de las Cordilleras Béticas. Las concentraciones anormalmente elevadas de CO<sub>2</sub> encontradas se relacionan con el *Cinturón Carbogaseoso de Europa Occidental*, asociado a zonas sísmicamente activas.

### Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto AMB92-0211, financiado por la CICYT.

### Referencias

- Albert Beltrán, J. (1979). *In Terrestrial Heat Flow in Europe*. Ed. Springer Verlag, 261-266.
- Balanyá, J.C. y García-Dueñas, V. (1987). *C. R. Acad. Sci. París*, 304, II, 929-933.
- Banda, E. y Ansorge, J. (1980). *J. Geophys. Res. Astr. Soc.*, 63, 515-521.
- Banda, E., Gallart, J., García-Dueñas, V., Dañoibeitia, J. y Makris, J. (1993). *Tectonophysics*, 221, 53-66.
- Barnes, I., Irwin, W. y White, D. (1978). *Open File Report*, U.S. Geol. Surv., 12 p.
- Cermák, V. (1982). *Tectonophysics*, 83, 123-142.
- Cerón, J.C. (1995). *Tesis Doct.* (inédita). Univ. Granada. 259 p.
- Cerón, J.C. y Pulido-Bosch, A. (1992 a). *Estudios Geol.*, 48, 67-78.
- Cerón, J.C. y Pulido-Bosch, A. (1992 b). *Geogaceta*, 12, 40-42.
- Cerón, J.C.; Pulido-Bosch, A. y Padilla, A. (1993 a). *Rev. Soc. Geol. España*, 6, 165-176.
- Cerón, J.C.; Pulido-Bosch, A. y Padilla, A. (1993 b). *Estudios Geol.*, 49, 49-61.
- Cerón, J.C. y Pulido-Bosch, A. (1993). *C. R. Acad. Sci. París*, 317, II, 1121-1127.
- Cerón, J.C. y Pulido-Bosch, A. (1994). *Análisis y Evolución de la Contaminación de las Aguas Subterráneas*, Vol. II, 39-50.
- Coppier, G., Griveaud, P., Larouzière, F., Montenat, C. y D'Estevou, P. (1989). *Geodinamica Acta*, 3, 37-51.
- Espinosa, J., Gordillo, A. y Pérez, A. (1973). *Mapa Geológico de España*, E. 1: 50.000, Hoja n° 997 (25-40), Aguilas.
- Gallart, J., Vidal, N., Dañoibeitia, J. y the Esci-Valencia Trough Working Group (1994). *Tectonophysics*, 232, 59-75.
- García-Dueñas, V., Banda, E., Torné, M., Córdoba, D. y Esci-Béticas Working Group (1994). *Tectonophysics*, 232, 77-89.
- Maisonneuve, J. y Risler, J. (1979). *Bull. du B.R.G.M.*, III, 2, 109-120.
- Mueller, S. y Ansorge, J. (1986). *In Reflection Seismology: A Global Perspective*, Ed. Geodynamic Series, 13, 167-182.
- Sanz de Galdeano, C. y López Casado, C. (1988). *Rev. Geofis.*, 44, 175-198.