

Características hidroquímicas de aguas carbogaseosas en los Guiraos (Sudeste de España)

Hydrochemical characteristics of CO₂-rich 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 groundwater from the Guiraos are calcium-sodium-magnesium sulfate-chloride types and have a high temperature (close to 35 °C) and conductivity (3800 μS/cm). The waters are oversaturated in quartz, dolomite and albite; saturated in calcite, aragonite and chalcidony; and undersaturated in gypsum, anhydrite, barite, halite, cristobalite and fluorite. Silica-quartz and Na-K-Ca geothermometers show a base temperatures between 104 y 112 °C.

Key words: hydrogeochemistry, thermomineral waters, neotectonic.

Geogaceta, 19 (1996), 124-126

ISSN: 0213683X

Introducción

El sector estudiado se localiza al sureste de la provincia de Almería (Fig. 1), en el municipio de Cuevas del Almanzora. Desde el punto de vista geológico, 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 constituidos por filitas, cuarcitas, calizas, areniscas, diabasas y yesos, de edad Pérmico, y que pertenecen a las Unidades Intermedias. Sobre ellos se encuentran margas, arenas y areniscas de edad Mioceno (Messiniense), y conglomerados, arenas, limos y arcillas de edad Cuaternario.

El área se sitúa entre los sistemas de fallas del Guadalentín y de Palomares, asociados a los cuales existe una notoria inestabilidad sísmica. Estudios geofísicos recientes, revelan que la corteza tiene distinta naturaleza y espesor a ambos lados de estos sistemas de fallas; así, al Oeste de ambos sistemas la corteza está formada por cuatro capas, mientras que al Este por sólo tres, de mayor densidad que las anteriores; (Mueller y Ansoerge, 1986; Banda y Ansoerge, 1980; Banda *et al.*, 1993; García Dueñas *et al.*, 1994; Gallart, *et al.*, 1994).

En la tabla 1 se pueden apreciar

los principales rasgos hidroquímicos de las muestras analizadas. Estas fueron tomadas en un sondeo de 400 m de profundidad (inicialmente surgente y con un caudal de 115 l/s), y con el nivel piezométrico próximo a 36 m de profundidad; el caudal actual está próximo a los 50 l/s. Las aguas son de facies sulfatada-cloruradas mixtas.

Interpretación

Los tratamientos de los datos han consistido en la tipificación de las variables (diferencia entre el valor de la variable y su media, dividida por su desviación típica), para luego aplicar los análisis Clúster -utilizando el programa CLUSTER (Padilla 1984;

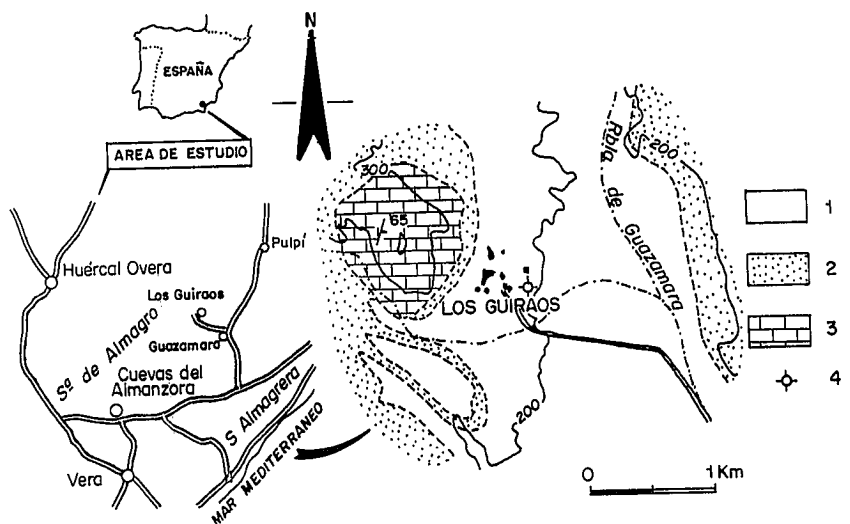


Fig. 1.-Situación geográfica y esquema hidrogeológico del área estudiada. 1: conglomerados, arenas, limos y arcillas (Cuaternario); 2: margas y areniscas (Mioceno); 3: filitas, cuarcitas, calizas, areniscas y diabasas (Pérmico); 4: sondeo. Modificado de Espinosa *et al.*, 1973.

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. Modified of Espinosa *et al.*, 1973.

Padilla *et al.*, 1986)- y de Componentes Principales (ACP) -empleando el programa STAT-ITCF (ITCF, 1991)-. En relación con el primero de ellos, en el dendrograma de las variables (Fig. 2) se observa que existen tres agrupaciones principales para un valor de *r* superior a 0,74: la primera (*r* = 0,84) está formada por las variables sulfatos, conductividad, total de sólidos disueltos (TSD), bicarbonatos, calcio, magnesio, estroncio, sílice, nitratos, fosfatos, temperatura, pH, Eh, y los inones minoritarios cobre, cinc, níquel, aluminio, manganeso y bario; la segunda (*r* = 0,9) está formada por las variables magnesio, nitratos y cobre; y la tercera familia (*r* = a 0,99) es la constituida por las variables litio, flúor y cromo; finalmente, queda separado de estos cuatro grupos principales el resto de las variables consideradas.

El ACP de variables muestra que las dos primeras componentes explican casi el 93 % de la varianza muestral (I: 75,7 % y II: 17,0 %). Las variables con mayor peso sobre la primera componente son sulfatos, conductividad, TSD, bicarbonatos, calcio, estroncio, sílice, nitratos, fosfatos, temperatura, pH, Eh, y los iones minoritarios, cinc, níquel, aluminio, manganeso y bario (conjunto de variables ya señalado por el análisis Clúster); a todas ellas se oponen las variables flúor, litio, cromo e hierro. Las variables con mayor peso sobre la segunda componente son cloruros, sodio, cadmio, a las que se oponen boro y plomo. Finalmente, las variables magnesio, cobre y potasio se sitúan equidistantes de ambas componentes. De acuerdo con esto, la primera componente definiría la salinidad total de las aguas, y los iones tendrían un mismo origen (circulación más profunda, por el sustrato metamórfico) distinto de los señalados por la segunda componente (circulación más superficial).

El estudio de la situación de equilibrio en las condiciones de surgencia, realizado mediante el programa SOLMINEQ.88 (Kharaka *et al.*, 1988), indica que existe una sobresaturación en cuarzo, dolomita y albita; una saturación en calcita, aragonito, calcedonia; y una subsaturación en yeso, anhidrita, barita, halita, cristobalita y fluorita. Para conocer las temperaturas de base existentes en profundidad, se han utilizado diferentes geotermómetros, aplicados de acuerdo con los criterios propuestos en Kharaka y Mariner

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 ₂ (bares)	0.226	0.203	0.198	0.230
TSD (mg/l)	4145	4094	4107	4118
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
Fosfatos	4.4	4.2	4.1	4.7
Sílice	45	47	51	43
Estroncio	16	17	19	14
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
Hierro	2.050	1.946	1.894	2.306
Manganeso	0.060	0.058	0.066	0.052
Aluminio	0.239	0.233	0.240	0.235
Níquel	0.162	0.156	0.170	0.145
Cobre	0.091	0.090	0.088	0.096
Cromo	0.120	0.117	0.111	0.125
Plomo	0.795	0.810	0.790	0.845
Cinc	0.018	0.020	0.016	0.015
Bario	0.010	0.010	0.014	0.007
Cadmio	0.052	0.043	0.040	0.051

Tabla. 1.- Variables hidroquímicas analizadas (TSD e iones en mg/l). 1: Agosto 1991; 2: Noviembre 1991; 3: Enero 1992; 4: Abril 1992.

Table. 1.- Hydrochemical variables analyzed (TDS and ions in mg/l). 1: August 1991; 2: November 1991; 3: January 1992; 4: April 1992.

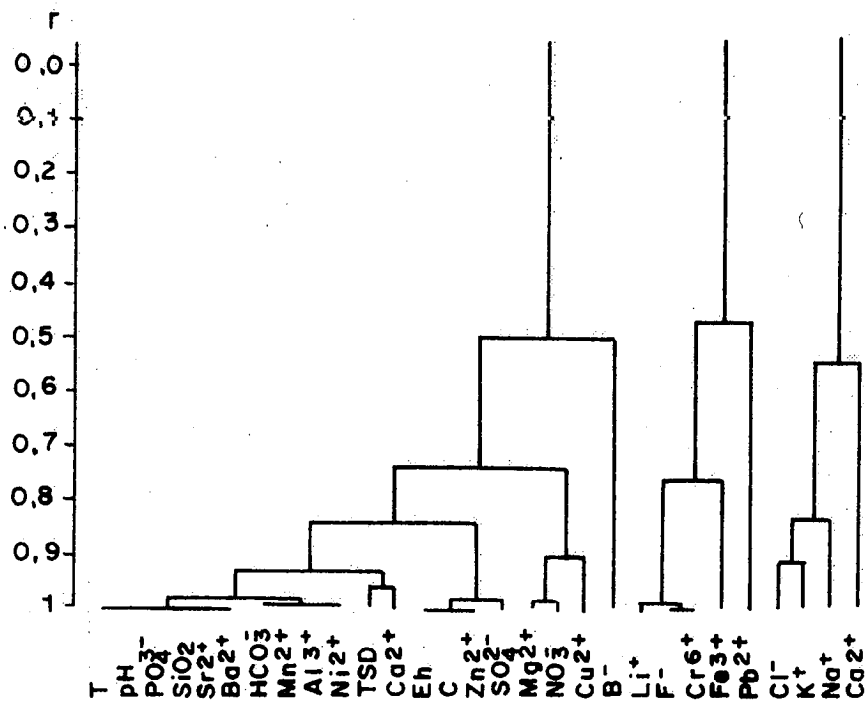


Fig. 2.- Dendrograma de variables.

Fig. 2.- Dendrogram of variables.

(1989); los geotermómetros sílice-cuarzo y Na-K-Ca (104 °C y 112 °C respectivamente) son los únicos que dan temperaturas bastante similares a las encontradas en áreas próximas (Cerón y Pulido-Bosch, 1992 y 1993;

Cerón *et al.*, 1993 a y b; Cerón, 1995); el resto de los geotermómetros indica temperaturas mucho más bajas o excesivamente elevadas (64 °C sílice-calcedonia, 44 °C sílice-cristobalita, 55 °C Na-K-Ca con corrección de Mg,

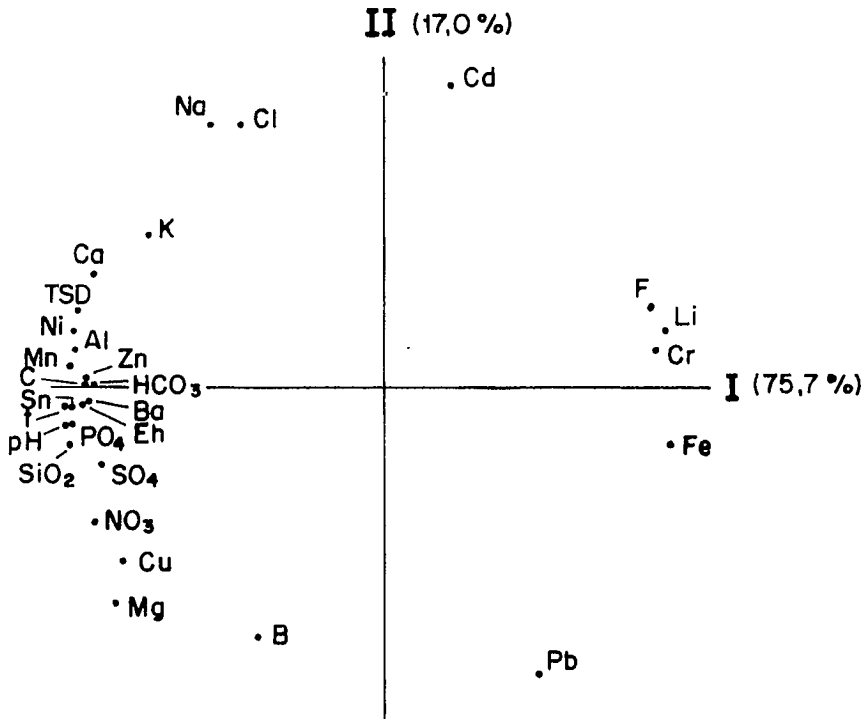


Fig. 3.- ACP de variables.

Fig. 3.- PCA of variables.

55 °C Mg-Li, 201 °C Na-Li y 333 °C Na-K μ).

Conclusiones

Las aguas analizadas son de facies sulfatada-cloruradas mixtas; presentan elevadas temperaturas (alrededor 35°C) y conductividad (próximas a 3800 μ S/cm). Los iones analizados, de acuerdo con los análisis Clúster y ACP, muestran una agrupación de acuerdo con el origen de las aguas, más profundo (por la circulación a través

del sustrato metamórfico y/o mioceno) ó más superficial.

Agradecimientos

Trabajo realizado dentro del marco del proyecto AMB92-0211, financiado por la CICYT.

Referencias

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.

Cerón, J.C. (1995). *Tesis Doct.* (inédita). Univ. Granada. 259 p.

Cerón, J.C. y Pulido-Bosch, A. (1992). *Geogaceta*, 12, 40-42.

Cerón, J.C. y Pulido-Bosch, A. (1993). *C. R. Acad. Sci. París*, 317, II, 1121-1127.

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.*, 48, 67-78.

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.

ITCF (1991). *Institut Techniques des Céréales et des Fourrages*.

Kharaka, Y., Gunter, W., Aggarwal, P., Perkins, E. y DeBaal, J. (1988). *U.S. Geol. Surv., open file report*, 419 p.

Kharaka, Y.K. y Mariner, R.H. (1989). *In Methods and Case Histories*, Ed. Springer-Verlag, New York. 99-117.

Mueller, S. y Ansorge, J. (1986). *In Reflection Seismology: A Global Perspective*, Ed. Geodynamic Series, 13, 167-182.

Padilla, A. (1984). *Tesis Licenciatura* (inédita). Univ. Granada, 81 p.

Padilla, A., Pulido-Bosch, A. y Benavente, J. (1986). *El Agua en Andalucía*, Vol. I, 437-448.