

## Discusión y conclusiones

Las numerosas presas construidas a lo largo del río Ebro y sus afluentes y la disminución del caudal durante este siglo, han reducido los aportes sedimentarios en más de un 95%. El efecto de retención de las presas ha sido estudiado en otros ríos, pero una retención tan elevada sólo ha sido observada en el caso del Nilo, donde, como en el Ebro, también existe una gran presa situada cerca de la desembocadura, la presa de Assuan (Milliman and Meade, 1983; Shahin, 1985). De todos modos, muchos otros ríos del Mediterráneo están indudablemente afectados por el mismo problema, que es una de las principales causas de la regresión que están sufriendo muchas de nuestras playas.

## Agradecimientos

Agradecemos a Jordi Camp, José Ignacio Díaz y Marcel·li Farrán su colaboración y participación en los

trabajos de campo. También agradecemos al Dr. Maldonado el apoyo prestado. Este trabajo se ha realizado con el soporte de la «Direcció General de Ports i Costes de la Generalitat de Catalunya» en un convenio realizado entre el Laboratorio de Ingeniería Marítima (U.P.C.) y la Unidad de Geología Marina del Instituto de Ciencias de Mar (C.S.I.C.).

## Bibliografía

- Bayerni, E. (1934-1935). *Historia de Tortosa y su comarca*. Imprenta Moderna de Alguerri. vol. II y III.
- Carreras Candi, F. (1911). *Geografía General de Catalunya*. Edicions Catalanas, S. A.
- Catalán, J. G. (1969). *Química del agua*. Editorial Blume. 355 pp.
- Díaz, J. I., Nelson, C. H., Barber, J. Jr. & Giró, S. (1990). *Marine Geology*, 95, 333-352.
- Emett, W. W. (1984). En: *Erosion and sediment yield: some methods of measurement and modelling*. R. F. Hadley y D. E. Walling eds., Geo Books, University Press, 91-109.

- Gorría, J. (1880). *Navegación y riegos en la región inferior del Ebro*. Imprenta la Guirnalda Madrid. 32 pp.
- Janda, R. & Nolan, K. M. (1979). En: *Guidebook for a field trip to observe natural and management-related erosion in the Franciscan terrain of northern California, Cordilleras Section*. San José. Geol. Soc of Am. pp. IV-1-IV-27.
- Maldonado, A. (1972). *Boletín de Estratigrafía*, 1, 478 pp.
- Maldonado, A. (1986). En: *El Sistema Integrado del Ebro: Cuenca, Delta y Medio marino*. M. G. Mariño, ed., Gráficas Hermes, 33-60.
- Milliman, J. D. & Meade, R. H. (1983). *J. Geology*, 91, 1-21.
- Palanques, A.; Plana, F. & Maldonado, A. (1990). *Marine Geology*, 95, 247-263.
- Shahin, M. (1985). En: *Hydrology of the Nile Basin*. Elsevier. 575 pp.
- Varela, J. M.; Gallardo, A. and López de Velasco, A. 1986. En: *El Sistema Integrado del Ebro: Cuenca, Delta y Medio marino*. M. Mariño, ed. Gráficas Hermes, 203-219.

Recibido el 30 de enero de 1992  
Aceptado el 21 de febrero de 1992

# Características hidroquímicas de las aguas termominerales de los Baños de Alhama de Murcia (Murcia)

## *Hidrochemical characteristic of the thermomineral waters of Baños de Alhama de Murcia (Murcia)*

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

(\*) G.I. Recursos Hídricos y Geología Ambiental. Dpto. de Geodinámica e IAGM. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada-CSIC. 18071 Granada.

### ABSTRACT

*The Baños de Alhama de Murcia waters are calcium-sodium-magnesium sulfhate types and have a high temperature (44-45 °C) and conductivity (3.800-4.000µ mhos/cm); with cluster and factorial analysis of variables the study is complemented. The fluoride, boron and lithium ions have a high concentration and the base temperatures range from 66 and 245 centigrades. The temperature and chemical composition of the water shows a thermic anomaly directly related with the tectonic activity in the area.*

**Key words:** *Hydrogeochemistry, thermomineral waters, cluster and factorial analysis, neotectonic.*

*Geogaceta*, 12 (1992), 40-42.  
ISSN: 0213683X

## Introducción

Los baños termales de Alhama (figura 1) se encuentran situados al suroeste de la provincia de Murcia, en el municipio de Alhama de Murcia y

dentro del casco urbano de la ciudad del mismo nombre. El conocimiento de la existencia de manantiales termales en el municipio y su utilización con fines termo-medicinales se remonta a la época romana (Baños *et al.*, 189).

Referencias sobre estudios relativos a estas aguas termales se pueden encontrar en García Mercadal (1952), Granda (1978) y en ITGE (1983).

En la actualidad el suministro de agua a los baños proviene de la ex-

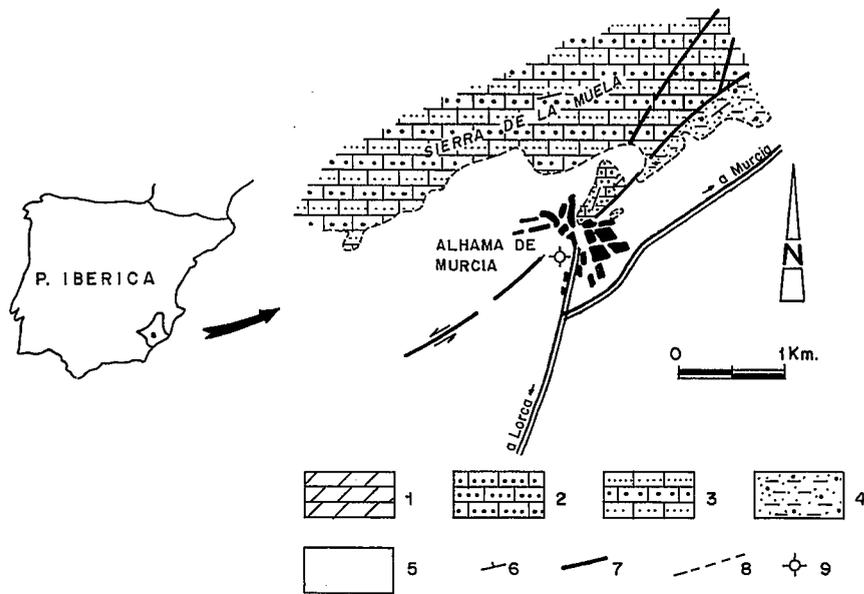


Fig. 1.—Situación geográfica y esquema hidrogeológico del área estudiada (1: dolomías, filitas y cuarcitas (Devónico-Trías); 2: conglomerados y 3: conglomerados, areniscas y margas (Tortonense inferior-medio); 4: conglomerados, arenas y margas (Mioceno); 5: gravas, arenas, limos y arcillas (Cuaternario); 6: dirección y buzamiento; 7: fallas, 8: contacto discordante; 9: sondeo).

Fig. 1.—Location and hydrogeological scheme of the studied area (1: dolomites, phyllites and quartzites (Devonian-Triassic); 2: conglomerates and 3: conglomerates, sandstones and marls (Tortonian lower-middle); 4: conglomerates, sands and marls (Miocene); 5: conglomerates, sands, silts and clays (Quaternary); 6: direction and dip; 7: fault; 8: discordant contact; 9: well).

plotación de un sondeo situado en el mismo lugar; éste tiene una profundidad de 150 m., suministra un caudal de 10 l/s. y el nivel piezométrico se encuentra a 120 m. de profundidad.

Desde el punto de vista geológico (figura 1), los baños se encuentran situados sobre materiales de las zonas internas de las Cordilleras Béticas; están formados por dolomías, filitas y cuarcitas de edad Devónico-Trías, que se asignan al Bético indiferenciado y afloran en el castillo. Sobre ellos aparecen conglomerados, areniscas y margas del Tortonense inferior y medio, que se encuentran en el castillo y en la Sierra de la Muela; conglomerados, arenas, limos y arcillas del Cuaternario, los cuales forman parte del relleno pliocuaternario de la depresión del Bajo Guadalentín. Los baños están muy próximos a la falla de Alhama de Murcia, de dirección NE-SO y que ha jugado como falla inversa y de salto en dirección (Martínez Díaz *et al.*, 1991).

#### Características fisicoquímicas de las aguas

Los principales rasgos hidroquímicos, determinados a partir de los aná-

lisis de las muestras obtenidas en Enero (1) y Octubre (2) de 1990, y en Agosto (3) de 1991 (tabla 1), y sus variaciones temporales se pueden ob-

servar en diagrama triangular (figura 2). En él, y en relación con los aniones, las muestras están dentro del campo de las facies sulfatada; si se consideran los cationes, éstas se encuentran dentro de las facies cálcica (1) y mixta (2 y 3).

#### Interpretación

Los tratamientos de datos han consistido fundamentalmente en la aplicación de análisis clúster y factorial. En relación con el primero de ellos, en el dendograma de las variables (figura 3), se observa que existen tres agrupaciones principales: la primera formada por las variables sulfatos, calcio, cloruros, sílice, manganeso, aluminio, temperatura y pH; la segunda constituida por las variables conductividad, bicarbonatos, magnesio, hierro, cobre, flúor y litio; y finalmente, la formada por el sodio, potasio, níquel, plomo y boro.

Realizado el análisis factorial de las variables, se observa que los dos primeros factores explican casi el 100% de la varianza muestral (F1: 63,32% y F2: 36,67%). La representación binaria de ambos factores (figura 4) señala que el factor 1 está condicionado claramente por las variables sulfato, calcio, cloruro, sílice, manganeso, aluminio, temperatura,

Tabla 1.—Variables hidroquímicas analizadas (iones en mg./l.).

Table 1.—Hydrochemical variables analyzed (ions in mg./l.)

Nº Muestra	1	2	3
Temperat. (°C)	44.3	44.5	45
pH	6.71	6.78	6.88
Cond. (µmhos/cm a 25°C)	3880	3980	3800
Cloruros	730.0	735.0	739.0
Sulfatos	1385	1440	1450
Bicarbonatos	462.0	495.0	480.0
Carbonatos	0.0	0.0	0.0
Calcio	583.4	605.0	615.4
Magnesio	154.3	160.0	154.8
Sodio	409.5	400.0	398.6
Potasio	91.2	91.0	91.1
Sílice	28.2	30.0	31.7
Litio	1.256	2.790	2.045
Hierro	0.021	0.528	0.359
Manganeso	0.023	0.037	0.062
Aluminio	0.080	0.010	0.496
Cobre	0.004	0.016	0.003
Níquel	0.018	0.001	0.006
Plomo	0.040	0.012	0.000
Cromo	0.000	0.000	0.000
Cinc	0.000	0.024	0.000
Boro	1.080	1.050	0.832
Flúor	1.015	1.622	1.066

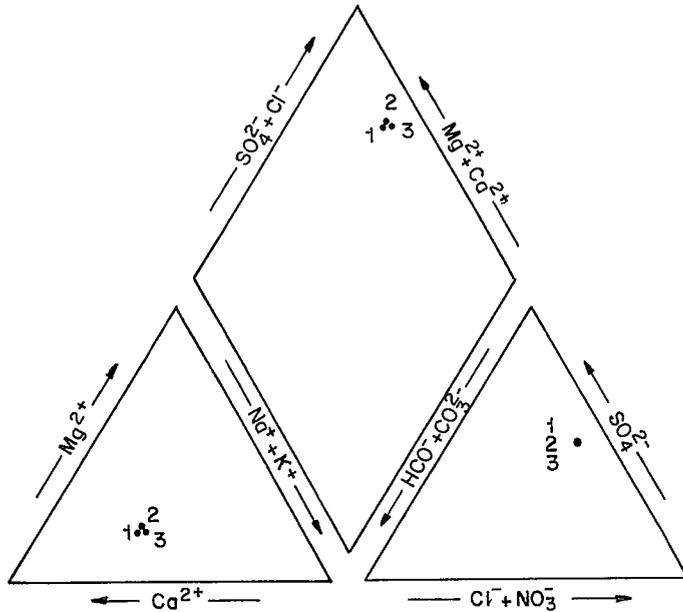


Fig. 2.—Diagrama de Piper de las aguas de los Baños de Alhama (1: Enero; 2: Octubre; 3: Agosto).

Fig. 2.—Piper diagram of the Baños de Alhama waters (1: January; 2: October; 3: August).

pH (conjunto de variables ya señalado en el análisis clúster) y también sodio y boro; el factor 2 respondería únicamente a las variaciones de las variables conductividad, bicarbonatos, magnesio, hierro, plomo, níquel, cobre y potasio. El ión flúor, de acuerdo con su posición, parece que no condiciona a ninguno de los dos factores. La utilización de los diferentes geotermómetros, aplicados de acuerdo con los criterios propuestos en Kharaka y Mariner (1989), indican las siguientes temperaturas de base: 66° C (Na-K-Ca con corrección de Mg), 79° C (Mg-Li), 82° C (cuarzo), 212° C (Na-K) y 245° C (Na-Li).

**Conclusiones**

Las aguas de los baños de Alhama de Murcia son de facies sulfatada cálcico-sódica-magnésica; presentan valores elevados de temperatura (entre 44° C y 45° C) y conductividad (entre 3.800 y 4.000µ mhos/cm). Los iones analizados, de acuerdo con los análisis clúster y factorial, se agrupan en dos grandes conjuntos: el primero, formado por sulfatos, calcio, cloruros, sodio, boro, sílice, alumi-

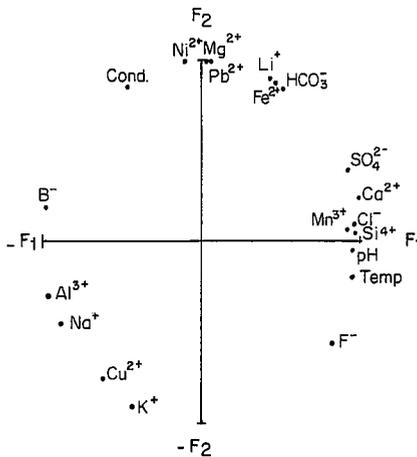


Fig. 4.—Representación en el plano factorial 1-2 de las variables fisicoquímicas originales (Baños de Alhama de Murcia).

Fig. 4.—Graphic representation on the factorial plane 1-2 of original physicochemical variables (Baños de Alhama de Murcia).

nio y manganeso, y cuyo origen estaría en relación con rocas evaporíticas y silicatadas del área; y el segundo, formado por bicarbonatos, magnesio, hierro, plomo, níquel, cobre y potasio, y cuya presencia se debería a la existencia de materiales carbonatados y posibles mineralizaciones.

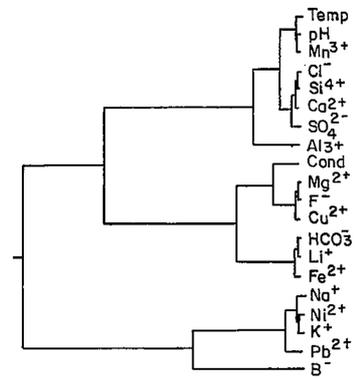


Fig. 3.—Dendrograma de las variables (Baños de Alhama de Murcia).

Fig. 3.—Variables dendrogram (Baños de Alhama de Murcia).

Los iones flúor, boro y litio, al igual que otras aguas termominerales de áreas próximas (Granda, 1978) presentan concentraciones altas cuya causa sería la circulación más o menos profunda del agua, a través de las diferentes fracturas del sustrato (falla de Alhama de Murcia principalmente), por lo cual ésta aumentaría su temperatura y concentración en estos iones.

Proyecto PB87-0245 de la CICYT.

**Bibliografía**

Baños Serrano, J.; Munuera Martín, D. y Ramírez Aguila, J. A. (1989): *I Coloquio de historia y medio físico. El agua en zonas áridas: arqueología e historia (II)*. Almería, II, 523-542.

García Mercadal, J. (1952): *Viajes de extranjeros por España y Portugal*. Ed. Madrid-Aguilar.

Granda, J. M. (1978): Tesis Doctoral, Univ. Bilbao, 263 pp.

ITGE (1983): *Prospección geotérmica preliminar en el área de la Fuensanta, Velez Rubio, Lorca y Alhama de Murcia; informe nº 00844*. Tomos I, II, III y IV.

Kharaka, Y. K. y Mariner, R. H. (1989): *Thermal History of Sedimentary Basins. Methods and Case Histories*. Ed. Springer-Verlag, New York. 99-117.

Martínez Díaz, J. J. y Hernández Enrile, J. L. (1991): *Geogaceta*, 9: 38-42.

Recibido el 30 de enero de 1992  
Aceptado el 21 de febrero de 1992