

# Hidrogeoquímica regional de un transecto arcósico de la Cuenca del Duero

M. T. de Vega García (\*), J. M. Rey Benayas (\*\*), R. Vicente Lapuente (\*), A. Sastre Merlin (\*), F. González Bernáldez (\*\*).

(\*) Dpto. de Geología, Univ. de Alcalá de Henares.

(\*\*) Dpto. Interuniversitario de Ecología, Univ. Complutense y Autónoma, Madrid.

## ABSTRACT

*It's expose the global chemical evolution from the grounwater in a sector of de Duero basin and its relation with the subterrane flow. In this way, the results have been got from the inventory of 259 water points and from the chemical analysis of the same water sample got of them.*

**Key words:** groundwater, Duero basin, chemical analysis.

*Geogaceta*, 6 (1989), 30-32.

## Introducción

Este artículo supone un avance sobre las investigaciones hidrodinámicas e hidroquímicas de una región de la Cuenca del Duero, comprendida entre el río Duero al N y el Sistema Central al S, y cuyo límite occidental lo constituye el río Trabancos y el oriental los ríos Cega y Eresma (fig. 1).

Los materiales —sedimentados en ambiente continental— son fundamentalmente detríticos y fueron depositados durante el Terciario y Cuaternario. La mayor parte de estos sedimentos son de naturaleza arcósica. En el sector más nororiental de la zona aparecen sedimentos de tipo evaporítico constituidos por las margas yesíferas coronadas por las calizas pontienses.

Desde un punto de vista hidrogeológico comprende parte del Sistema Acuífero «Terciario y Cuaternario detrítico de la Cuenca del Duero» en las denominadas «Región de los Arenales» y «Región de los Páramos» (I.G.M.E., 1980). La red fluvial discurre profundamente encajada dando lugar a angostos valles, mientras que los interfluvios ofrecen una topografía bastante plana, en la que a veces aparecen lagunas someras y extensos humedales (eje Olmedo-Bernuy de Coca) (González Fernández, F. y otros, 1987).

## Material y métodos

Se inventariaron 259 puntos de agua correspondientes fundamental-

mente a pozos profundos que explotan principalmente el acuífero terciario constituido por los materiales arcósicos, disponiéndose del análisis químico de una muestra de agua tomada en cada uno de ellos. La composición de estas aguas es muy diversa, variando desde aguas bicarbonatadas cálcicas a aguas cloruradas sódicas muy mineralizadas.

Se ha estudiado la distribución espacial de los distintos parámetros químicos, utilizando superficies de tendencia (previa normalización de

las variables) y mapas de isolíneas, obteniéndose por ambos métodos resultados similares.

## Distribución espacial de la conductividad

Se ha escogido la conductividad como parámetro indicativo de la evolución química del agua subterránea. La distribución espacial de dicho parámetro se presenta en las figuras 1, 2 y 3.

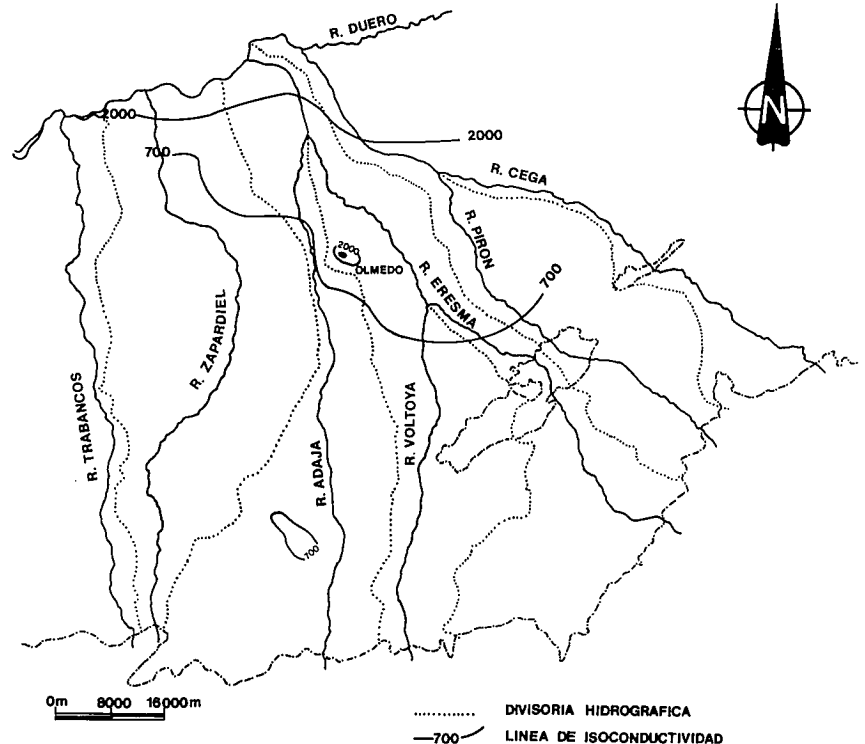


Fig. 1.—Mapa de isolíneas de conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

\* Carretera Madrid-Barcelona, km. 33,600 - 28871 Alcalá de Henares. Madrid.

\*\* Canto Blanco. 28049 Madrid.

En el mapa de isolíneas de conductividad (fig. 1) se observa una zona de máximos en torno al río Duero y en la margen derecha del río Cega (valores superiores a los  $2.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) y una zona de mineralización intermedia ( $700-2.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) que abarca fundamentalmente la Comarca de Olmedo.

La superficie de tendencia de orden 1 —la más general (fig. 2)— muestra que la mineralización aumenta hacia el NE en lugar de ser paralela al río Duero, principal drenaje de la Cuenca. La superficie ajustada en la figura 3 (de orden 4), más próxima a los valores reales de cada punto, muestra dos máximos de salinidad en los bordes nororiental y noroccidental.

### Discusión de los resultados

El estudio conjunto de los mapas obtenidos permite establecer en esta región varias zonas de diferente comportamiento químico:

— En primer lugar, se observa una clara diferencia a ambos lados del río Adaja, río que constituye, a grandes rasgos, un eje que divide la región en dos sectores —de aproximadamente igual extensión— de distinto comportamiento de la conductividad.

— En el territorio correspondiente a la margen izquierda de este río las aguas subterráneas presentan una evolución sencilla con una mineralización pequeña, en general, inferior a los  $700 \mu\text{S}/\text{cm}$ ; sólo en las inmediaciones del Duero estas aguas presentan

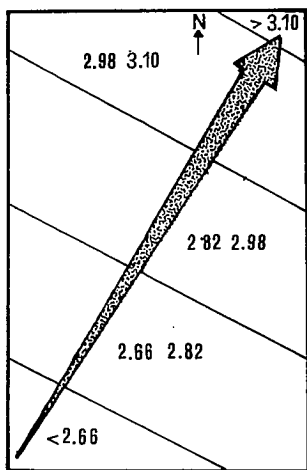


Fig. 2.—Mapa de las superficies de tendencia de 1º orden para el  $\lg(\text{conductividad} + 1)$ . El punto de referencia es 2,9, media de la variable.

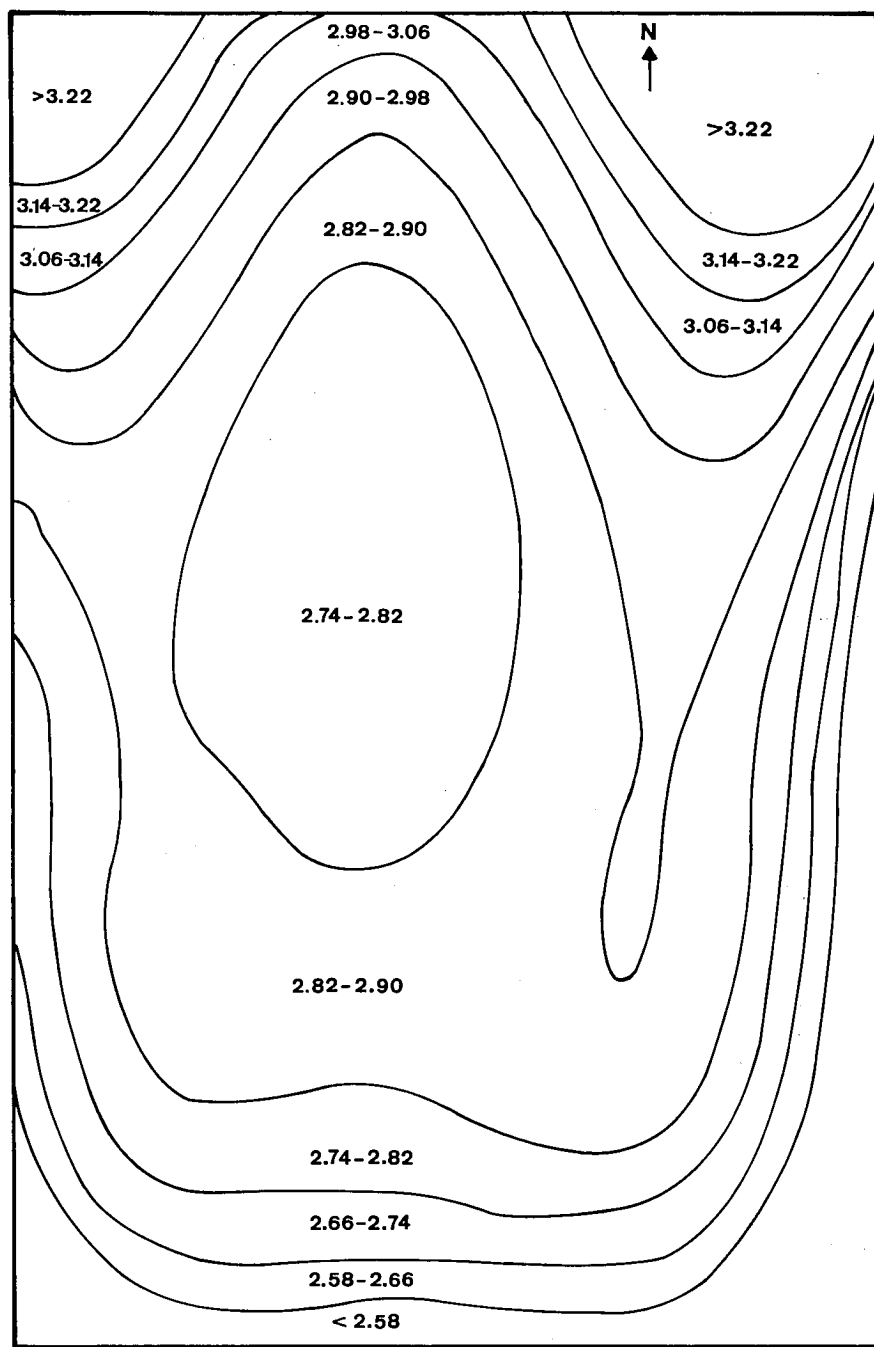


Fig. 3.—Mapa de las superficies de tendencia de 4º orden para el  $\lg(\text{conductividad} + 1)$ . El punto de referencia es 2,9, media de la variable.

una mineralización intensa, sobrepasando valores de  $2.000 \mu\text{S}/\text{cm}$  y llegando, incluso, a superar los  $6.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Esta pequeña mineralización y el cambio posterior se debe a la sencilla configuración de la red de flujo. Al ser una extensa planicie, con suave inclinación hacia el curso del Duero, las líneas de flujo tienen una marcada disposición horizontal (Freeze and Cherry, 1979) y los pozos sólo captan las líneas de flujo regional

más superficiales; por el contrario, en las inmediaciones del Duero —principal colector de la zona— afloran los flujos regionales más profundos, por lo que la mineralización en el entorno de dicho río es muy superior.

— En el territorio correspondiente a la margen derecha de este río la complejidad es mayor. En líneas generales se observa una zona de pequeña mineralización próxima a la zona de recarga general; después,

una zona de valores intermedios de mayor desarrollo en extensión que al otro lado del río Adaja y, finalmente, una tercera zona de valores máximos que, como en la margen izquierda corresponden a las aguas muestreadas cerca del Duero y, además, a las aguas situadas en la margen derecha del río Cega.

La presencia en este sector de una amplia zona de valores de conductividad intermedios, se debe por un lado a una mayor complejidad de la red de flujo, como se sabe muy condicionada por la topografía, con frecuentes y a veces extensas zonas de descarga en las que afloran sistemas de flujo más profundos y más mineralizados. Estos en la margen izquierda del río Adaja sólo se manifiestan en las proximidades del curso del Duero.

La vecindad de relieves residuales del Páramo, constituidos por rocas de composición margo yesífera, da lugar a sistemas de flujo locales con agua muy mineralizada debido a la elevada

solubilidad de la roca. Estos flujos pueden aflorar como tales, o bien, mezclados —en zonas de descarga de mayor entidad— con flujos regionales, ocasionando una gran diversidad de tipos de agua.

Por último, la zona de mayor mineralización corresponde, al igual que en la margen izquierda del Adaja, a la descarga regional del acuífero, que se sitúa en el entorno del río Duero, reflejando los altos valores obtenidos el importante grado de evolución que alcanzan las aguas. Además, esta elevada mineralización en el sector nororiental corresponde a la influencia de los flujos procedentes del Páramo, donde la composición margo yesífera de las rocas implica una intensa disolución de las mismas, por lo que las aguas subterráneas se cargan de sales desde los primeros momentos de su circulación y dan lugar a aguas de conductividad muy alta. Este fenómeno, en la Comarca de Olmedo, da lugar a valores altos

de conductividad, pero inferiores a los que se alcanzan en dicho sector nororiental, debido a la mayor proximidad de las rocas margo yesíferas del Páramo en esta última.

#### Agradecimientos

Al Proyecto CAICYT PB85-0229-co2, que financia estas investigaciones.

#### Bibliografía

- Freeze, R. A. y Cherry, J. A. (1979): *Groundwater*. Ed. Prentice-Hall. New Jersey.
- Bernaldez, F. G.; Herrera, P.; Sastre, A.; Rey, J. M.; Vicente, R. (1987): *Hidrogeología y Recursos Hídricos*, 9, 19-34.
- I.G.M.E. (1980): *Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Duero*. Col. Informe. Ministerio de Industria.

Recibido el 10 de febrero de 1989  
Aceptado el 15 de febrero de 1989

## Dinámica del proceso de alteración ambiental de la «piedra de Villamayor»

J. A. Blanco (\*)

(\*) Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, 37008 Salamanca.

#### ABSTRACT

*The Villamayor sandstones, Upper Paleocene in age, are composed of strongly arkosic fluvial sediments. The sediment is organized in sequences of decreasing grain size of which only one part can be exploited for construction purposes. The principal feature of the environmental alteration of the stone is its conversion to sand which is caused by two different processes. The first is the selective hydrolysis of certain clay minerals of the cement such as chlorites and smectites. The second is the activity of precipitates of magnesium sulphate hydrated to different extents (epsomite, hexahydrate, pentahydrate and starkeyite); the annual cycle of this activity is summarized in fig. 4.*

**Key words:** *Villamayor sandstones, environmental alteration, Salamanca, hydrolysis, magnesium sulphate.*

*Geogaceta*, 6 (1989), 32-35.

#### Introducción

En los últimos años se ha realizado una serie de trabajos sobre el proceso de alteración de la Arenisca de Villamayor —piedra ornamental de los monumentos salmantinos— y sobre

sus mecanismos correctores. Entre estos trabajos se destacan los de Vicente (1983), Vicente *et al.* (1986), y la monografía que recopila varios artículos publicada por la Caja de Ahorros y el M. de P. de Salamanca (1984). En todos ellos se señala la alta porosidad de la piedra de Villamayor como el principal condicionante de su alterabilidad y la arenización, que se produce en la superficie

de la piedra, como el resultado más importante de su alteración. En cuanto a las causas de la alteración ambiental, se señalan específicamente tres:

— la erosión física producida por los agentes atmosféricos (ciclos de hielo-deshielo y la acción eólica).

— la acción bioquímica en las partes expuestas a la colonización vegetal y

— los procesos selectivos de diso-

Trabajo realizado dentro del proyecto 1113-84 de la CAYCIT con la colaboración de B. Fernández Macarro y S. Sánchez Macías.