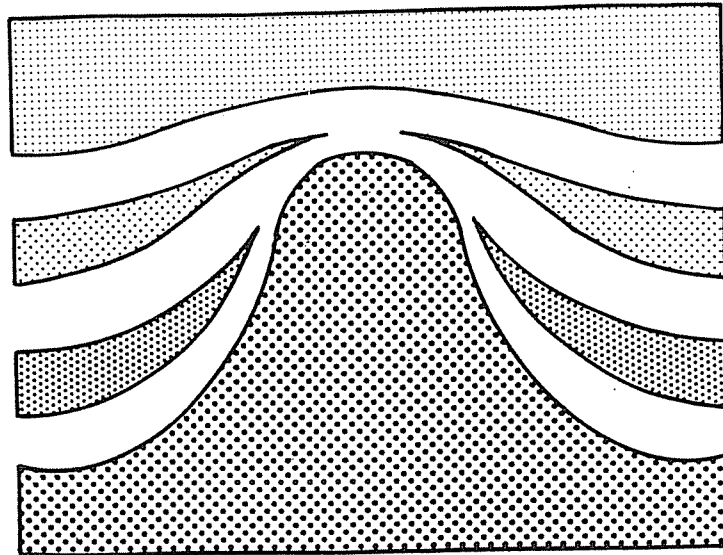


J.M. SALVANY

COMUNICACIONES

Eds. A. MUÑOZ, A. GONZALEZ y A. PEREZ



*II CONGRESO DEL GRUPO ESPAÑOL DEL
TERCIARIO*

Jaca, 1994

CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL SUSTRATO TERCIARIO DE LA ZONA ENDORREICA DE BUJARALUZ-SASTAGO (MONEGROS, CUENCA DEL EBRO)

M.A. GARCIA VERA⁽¹⁾, J. SAMPER⁽²⁾ y J.M. SALVANY⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dept. Ingeniería del Terreno y Cartográfica, Universidad Politécnica de Cataluña, 08034 Barcelona.

⁽²⁾ E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Coruña, Campus de Elviña s/n, 15192 Coruña.

ABSTRACT

The Monegros II Irrigation System plans to start irrigation in the Bujaraloz-Sástago closed-basin area. Irrigation in this area has risen serious environmental concerns related to soil and groundwater salinity problems, changes in the hydrological and ecological regimes of existing playa-lakes and a salinity increase of the Ebre river. The proper evaluation of these effects requires knowing the hydrogeology of the area. Our most recent findings indicate the existence of two aquifers separated by a thin lutite layer. The upper unconfined aquifer is located in the Upper Lacustrine Unit. The lower aquifer is in the Middle Lacustrine Unit. Generally speaking, groundwater recharges at the interfluves and discharges into lakes and depressions. The chemical evolution of lake waters is controlled by the properties of discharging groundwaters (which in turn depend on aquifer mineralogy and residence time), surface water evaporation and chemical precipitation process associated to water evaporation.

Palabras clave: hidrogeología, endorreismo, baja permeabilidad, disolución, evaporación, Monegros.

INTRODUCCION

El principal interés por el conocimiento de la hidrogeología de la zona endorreica de Bujaraloz-Sástago es la evaluación de los posibles efectos adversos producidos por el Polígono de Riego de Monegros II (salinización de suelos por elevación del nivel freático, inundación de depresiones e incremento de la salinidad del río Ebro). Además, este tipo de estudios es también fundamental para profundizar en las particularidades de los ecosistemas existentes en las lagunas, que constituyen un medio natural de singular interés ecológico.

En base a nuestros estudios hidrogeológicos (control piezométrico de 46 pozos excavados y 40 piezómetros desde 1990 hasta 1993), hidrogeo-químicos, e hidrodinámicos, se han diferenciado y caracterizado las aguas subterráneas de dos acuíferos distintos dentro de la zona endorreica.

HIDROGEOLOGIA

La zona endorreica está situada sobre materiales sedimentarios miocenos (calizas, yesos, margas y lutitas) correspondientes a tres unidades lacustres diferentes, superpuestas y separadas unas de otras por niveles lutíticos con algún paleocanal de areniscas (Salvany et al., a y b, en este mismo volumen).

En esta zona se han distinguido dos acuíferos. El primero de ellos es un acuífero libre situado en los materiales de la Unidad Lacustre Superior. Ocupa el sector norte del área estudiada y el flujo subterráneo se dirige hacia el NE (Figura 1.A). El límite inferior del acuífero coincide con el techo del nivel lutítico que separa la Unidad Lacustre Superior de la Intermedia. Con los datos disponibles, se observa que la divisoria de aguas superficiales coincide con la divisoria de aguas subterráneas. Hacia el N el acuífero descarga en los barrancos que se dirigen desde Bujaraloz hasta Peñalba.

El acuífero inferior se sitúa en los materiales de la Unidad Lacustre Intermedia. Este acuífero es libre en la parte sur de la plataforma mientras que en el sector norte está confinado bajo las lutitas basales de la Unidad Lacustre Superior. Este confinamiento implica un mayor tiempo de residencia de las aguas, puesto de manifiesto por su elevada salinidad y casi nulo contenido en tritio. El flujo subterráneo (Figura 2.B) se dirige desde las zonas elevadas o interfluvios (zonas de recarga) hasta las lagunas (zonas de descarga). Las cuencas endorreicas con mayor área de recepción tienen mayor descarga subterránea, lo que facilita la formación de lagunas de carácter más permanente.

En ambos acuíferos, la proximidad del nivel piezométrico a la superficie del terreno (profundidad media 4.5 ± 2.7 m) es indicativa de la baja permeabilidad de los materiales. La media geométrica de la transmisividad, obtenida a partir de ensayos de bombeo realizados en 21 piezómetros, es $0.1 \text{ m}^2/\text{día}$, con una gran variabilidad (desde 10^{-5} hasta $200 \text{ m}^2/\text{día}$). Estos valores permiten enmarcar la hidrogeología de la zona dentro de los medios de baja permeabilidad y altamente heterogéneos. Las mayores transmisividades se dan en los fondos de las hoyas y las menores en las zonas elevadas. Este hecho está relacionado con los fenómenos de disolución de yesos y posterior colapso que dan origen a las depresiones. La extrema

variabilidad de la transmisividad parece confirmar que en la zona endorreica el flujo subterráneo discurre preferentemente a través de fracturas cuya conductividad parece haber sido aumentada por procesos de disolución de yesos.

En la actualidad la recarga subterránea en toda la zona endorreica se produce únicamente por el agua de lluvia. La precipitación media es 357 mm/año y la temperatura

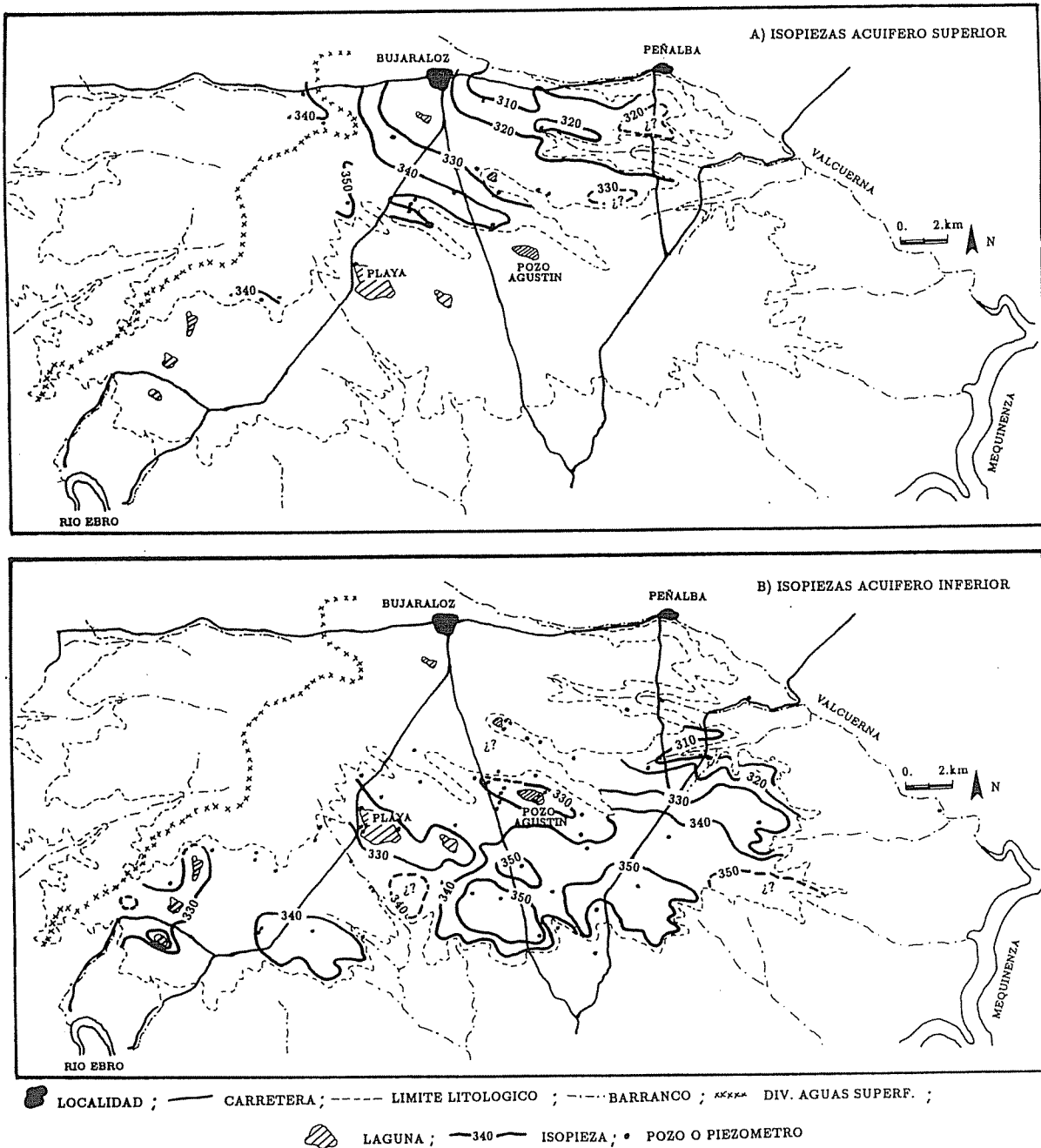


Figura 1: Mapa de isopiezas del acuífero superior (A) y del acuífero inferior (B).

media es 14.4°C. Por medio de balances hidrometeorológicos la recarga se ha acotado entre 5 y 50 mm/año. La implantación del regadío puede suponer un aumento de la recarga en un factor de 4 (Samper et al., 1992), lo que supondrá un marcado ascenso del nivel freático en toda el área regada.

HIDROGEOQUIMICA

Las aguas subterráneas de ambos acuíferos se caracterizan por tener una salinidad muy elevada. La conductividad eléctrica media es 8.6 mS/cm, oscilando entre 0.5 y 84.2 mS/cm. La salinidad del agua aumenta desde las zonas de interfluvio hasta las zonas de fondo de depresión. Este hecho es coherente con el esquema de flujo. La elevada salinidad del agua en las lagunas provoca la existencia de celdas de convección por efecto de flujos de densidad variable.

La composición química media de las aguas subterráneas es SO₄-Cl-Mg-Na. Debido a la rápida disolución del yeso, el agua adquiere rápidamente un carácter sulfatado cálcico, manteniéndose en equilibrio con este mineral, ligeramente saturada en calcita y subsaturada en dolomita. Conforme el agua discurre hacia las zonas de descarga, aumenta el contenido en Cl, Na⁺ y Mg²⁺. Los dos primeros provienen de la disolución de los cristales de halita presentes en pequeñas proporciones en las litologías de la zona. Para explicar el origen del Mg²⁺ es posible pensar en los siguientes procesos: 1) desdolomitización; 2) intercambio catiónico en los minerales de la arcilla tales como montmorillonitas e illita-clorita ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}_{\text{ad}} \rightleftharpoons \text{Ca}_{\text{ad}} + \text{Mg}^{2+}$); y 3) disolución de otros minerales que contengan magnesio (p. ej. magnesita), aunque estos minerales no se han observado en los análisis petrográficos realizados.

Cuando el agua llega a las zonas de descarga (fondos de depresiones), se producen fenómenos de evaporación (tanto en lámina libre como capilar), que provocan una típica secuencia de concentración-precipitación, dando lugar a una salmuera de tipo Cl-SO₄-Na-Mg, y la precipitación de carbonatos, yeso, mirabilita-thenardita y, en algunas lagunas, halita (Pueyo, 1978/79).

BIBLIOGRAFIA

SAMPER, J; CUSTODIO, E.; BAYO, A.; BADIELLA, P.; PONCELA, R.; MANZANO, M.; GARCIA VERA, M.A. 1992. *Hidrogeología y Recursos Hidráulicos*. V. XVI, pp 215-228.

PUEYO, J.J. 1978/79. *Rev. del Inst. de Invest. Geológica*. V. 33, pp 5-56.