

Superposición de acuíferos y contaminación por alpechín en la depresión del Guadalquivir

Superposition of aquifers and ground water pollution by wastewater from an olive-oil extraction plant in the Guadalquivir river basin

A. Pulido Bosch y Y. Ben Sbih

Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencias, Fuentenueva s/n. 18071 – Granada

ABSTRACT

The leakage from waste water from olive-oil extraction plant (alpechín) stored in several pools polluted the phreatic aquifer; after making impermeable the pools the pollution was reduced by aeration, biological activities and neutralization by miocene marl terrains. In this area there are two more confined aquifers of which waters present some physico-chemical anomalies, related with deep flow waters.

Key words: *alpechin, self-epuration, deep flow.*

Geogaceta, 17 (1995), 76-78

ISSN:0213683X

Introducción

Los residuos de la molturación de la aceituna constituyen el foco de contaminación potencial más importante de Andalucía y muy especialmente de la cuenca del Guadalquivir en donde se estima que supera 1.800.000 m³/año (in Ramos *et al.*, 1991). Es por ello que se llevan a cabo numerosas investigaciones tendentes a reducir sus efectos, mediante métodos diversos (Fiestas y Borja, 1989; Bellido *et al.*, 1990; Borja *et al.*, 1990; Gallardo *et al.*, 1990; Lara *et al.*, 1990). El vertido directo a los ríos, practicado durante muchos años, acabó con la fauna de numerosos arroyos y tributarios del Guadalquivir, cuya capacidad de regeneración tras la campaña olivarera era, generalmente, insuficiente. Además de un contenido salino total elevado –del orden de 11.000 ppm– el alpechín contiene una notable cantidad de materia orgánica, caracterizable por la DQO, DBO o el poder reductor al permanganato, valor este último que puede superar los 42.000 ppm de O₂. La descomposición de esta materia orgánica es la responsable de la degradación del medio, al eliminar el oxígeno del agua, además de transmitir olor y sabor desagradables.

El área estudiada se ubica al norte de Villanueva de la Reina (Jaén), en la margen derecha del río Guadalquivir, y

sobre las terrazas del mismo. Aunque tan sólo afloran o subafloran materiales cuaternarios y miocenos, los datos de sondeos mecánicos existentes en el área (figura 1) permiten deducir la sucesión de materiales. Los materiales paleozoicos se sitúan a unos 170 m de profundidad; sobre ellos descansan areniscas

triásicas (unos 30 m) que soportan del orden de 40 m de limos rojos también triásicos. Discordantemente sobre los materiales triásicos, reposan arenas miocenas –con un espesor medio de 30 m– sobre las que descansa una sucesión de arcillas, margas y limos también miocenos, con una potencia superior a

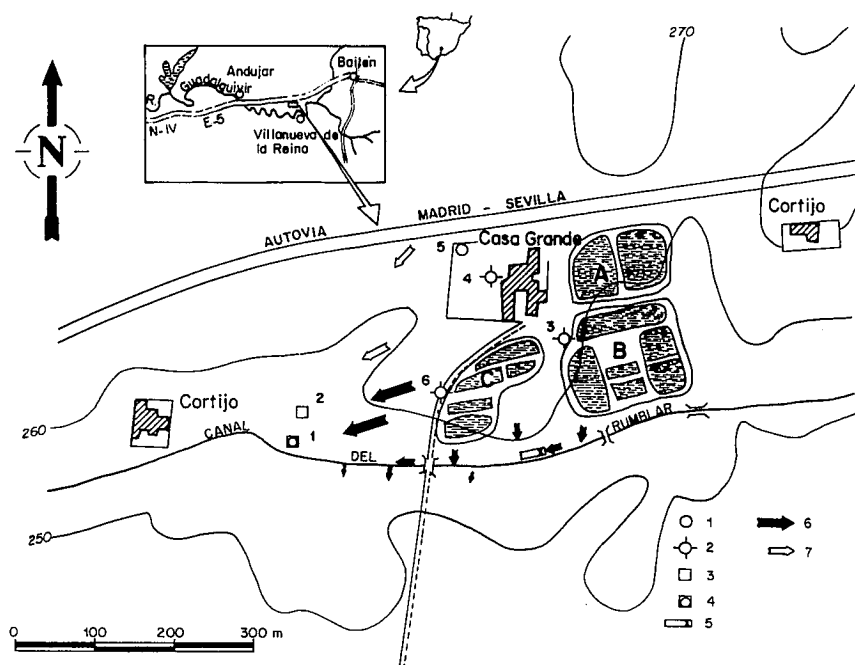


Fig. 1.– Localización geográfica y esquema hidrogeológico. 1: pozo; 2: sondeo; 3: punto de control; 4: punto de bombeo; 5: zanja drenante; 6: flujo de agua contaminada; 7: flujo de agua sin contaminar.

Fig. 1.– Geographic location and hydrogeologic scheme. 1: well; 2: drill-well; 3: monitoring point; 4: pumping site; 5: drainage channel; 6: polluted water flow; 7: non-polluted water flow.

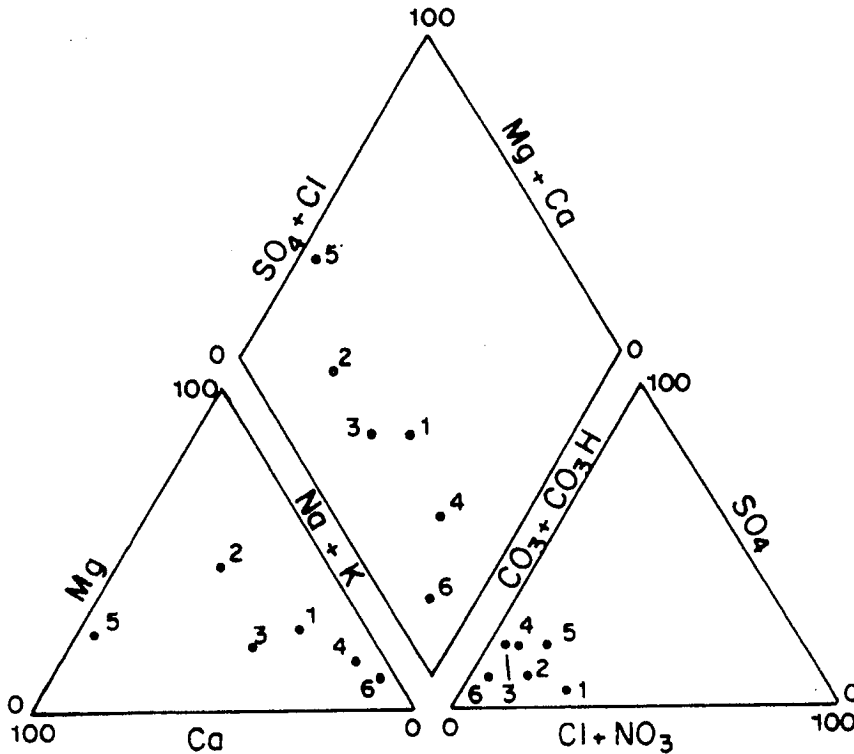


Fig. 2.- Diagrama de Piper

Fig. 2.- Piper diagram

Fecha	PRP(ppm O2)	Alpehín (%)
28/07/1992	11490	27
15/12/1993	920	5
21/02/1994	260	1

Tabla 1.- Valores del poder reductor al permanganato en las aguas del punto 1 y porcentaje aproximado de alpehín en la mezcla.

Table 1.- Permanganate reduction power values in waters of point 1 and approximate percentage of alpehín in the mix.

los 50 m. Es sobre estos materiales que se sitúan los materiales detríticos que conforman las terrazas del Guadalquivir.

En lo referente al comportamiento hidrogeológico de los materiales, se puede deducir de la descripción realizada que existe una serie de tramos acuíferos dispuestos en la vertical y separados por otros tantos tramos de comportamiento acuícluido y, eventualmente, acuitardo. De abajo hacia arriba, los tramos acuíferos serían: las rocas metamórficas paleozoicas, susceptibles de almacenar y transmitir el agua a través de las fisuras y fracturas; las areniscas y arenas triásicas, y las arenas miocenas; y los materiales detríticos-gravas y arenas con fracción lutítica- que integran las terrazas. Hay que precisar que en el sector estudiado se pueden distin-

guir dos terrazas, una superior en la que abundan los cantos redondeados cuarcíticos, y otra media constituida por limos rojos; el contacto entre ambas coincide sensiblemente con la traza del canal del Rumblar (figura 1).

Los limos rojos triásicos, y las margas y lutitas miocenas se pueden considerar acuícluidos, aunque eventualmente podrían transmitir el agua lentamente (acuitardos), especialmente en los sectores en los que su espesor no es elevado.

La contaminación

En el entorno descrito existe una almazara-Casa Grande- que funciona de manera más o menos intermitente desde hace un centenar de años. En 1964 se aumentó ligeramente la producción, lo

que obligó a construir nuevas balsas de evaporación (B de la figura 1). Durante todo ese período nunca se detectaron indicios de contaminación. A partir de 1980 aumentó notablemente la producción de aceite, llegándose a molturar 20 millones de kg en las últimas campañas; paralelamente se hizo necesario construir nuevas balsas de evaporación (generación C, figura 1). Estas balsas son las menos profundas y las más cercanas a la vaguada donde en 1990 se comenzó a detectar la contaminación, visible en la muerte y/o deterioro de varias decenas de olivos.

La posterior impermeabilización de las balsas mediante una capa de margas amarillas miocenas, junto con el acondicionamiento de dos puntos de bombeo de agua contaminada (figura 1) tuvieron como consecuencia la reducción de las fugas y el inicio de la regeneración del acuífero contaminado. En efecto, en muestras tomadas en el punto de bombeo de la vaguada (punto 1 de la figura 1), la evolución del valor del poder reductor al permanganato (PRP)-parámetro que caracteriza bien el porcentaje de alpehín en la muestra se indica en la Tabla 1.

Hay que reseñar que el alpehín saliente de almazara tiene del orden de 43.000 ppm de O₂ y pH inferior a 5; también hay que precisar que la última muestra fue tomada tras unas lluvias.

Además de este parámetro caracterizador de la contaminación, se hicieron determinaciones analíticas de elementos mayoritarios, minoritarios y trazas (las muestras se tomaron el 04/02/1994) en seis puntos cuya situación se muestra en la figura 1 y los resultados en la tabla 2.

De los seis puntos analizados dos corresponden a aguas muy próximas a la superficie; se trata de zanjas excavadas para el seguimiento y drenaje de la contaminación (puntos 1 y 2); otro capta sólo los materiales de la terraza superior (punto 5); y los tres restantes captan las arenas miocenas. A nivel de constituyentes mayoritarios existe una notable dispersión de los valores de los parámetros, como se pone de manifiesto en el diagrama de Piper, aunque se diferencian bien las aguas más superficiales de las profundas; en efecto, mientras que las primeras presentan facies bicarbonatada cálcica, las segundas tienen facies bicarbonatada sódica.

Como dato curioso, merece destacarse la existencia de una anomalía térmica positiva en el punto 3, cuyas aguas registran 3 grados por encima de las de

Parámetro	1	2	3	4	5	6
T(°C)	7	6,5	20	17	17	16,2
pH	7,B	7,15	7,6	7,98	6,9	7,7
Cond(*)	4030	3710	657	920	890	660
T S D **	2808	2900	503	538	748	478
CI **	83,2	88,5	7,1	23	5,3	8,8
SO4 **	30	130	39,6	47	78,6	7,2
HCO3 **	1372	1710	290	305	380	305
Cn **	115	200	38	17,3	126	5,9
Mg **	80	150	12	7,3	21,1	3,5
Na **	130	-206	63	132	12,2	108
K **	443	56	7,3	4,6	3,9	5,9
NO3 **	555	360	46	32,1	120,6	34
po4 **	3,3	5,7	2,4	0,7	1,7	1,7
sIo2 **	26,5	20	31,4	22,6	31	13,5
Sr+	1521	2665	856	512	536	244
U+	27	23	96	112	15	153
B+	660	399	329	356	100	629
Fe+	7739	6345	24	43	15	31
Mn+	53	340	0	0	0	0
Aj+	0	0	0	0	155	0
Ni+	40	44	25	1	1	18
Cu+	0	0	3	0	12	0
Cr+	123	183	42	23	55	53
Co+	39	42	25	7	32	24
Pb+	43	236	0	0	11	0
Zn+	408	249	44	0	35	349
Ba+	1095	696	162	117	56	104
Cd+	9	20	5	1	6	5

Tabla 2.- Parámetros fisicoquímicos de las aguas de los puntos acuíferos cuya situación se muestra en la figura 1 (*: $\mu\text{S}/\text{cm}$. ** mg/l . + $\mu\text{g}/\text{l}$).

Table 2.- Physico-chemical parameters of the waters of the aquifer points situated on figure 1 (*: $\mu\text{S}/\text{cm}$. ** mg/l . + $\mu\text{g}/\text{l}$).

los otros dos puntos, los cuales, a su vez, presentan ya una cierta anomalía (17 °C). Además, las aguas del pozo 3 desprenden mal olor -gases sulfurosos- lo que obliga a su aireación antes de su uso en los procesos industriales; en los tres pozos que captan las arenas miocenas el agua se encontraba confinada, subiendo el nivel unos 40 m sobre el techo impermeable.

Para explicar esta anomalía se puede invocar la existencia de un flujo profundo procedente de los materiales paleozoicos y/o triásicos, relacionado con las arenas miocenas a través de fracturas muy localizadas, una de las cuales pasaría junto al pozo 3; la anomalía es también manifiesta a nivel de los contenidos iónicos en algunos componentes traza (Tabla 2).

Otro aspecto que merece ser discutido es el proceso de contaminación; en

efecto, el alpechín tiene pH 5 y gran contenido en materia orgánica; sin embargo, las aguas analizadas muestran pH básico o neutro. Este hecho es especialmente llamativo en el caso de los puntos 1 y 2, cuyas aguas presentan claras evidencias de contaminación. En relación con ello, es notable la elevada concentración de bicarbonatos que presentan estas aguas (entre 1300 y 1700 ppm, mientras que las restantes no alcanzan en ningún caso los 400 ppm). El mecanismo para explicar estos hechos sería el siguiente: las aguas contaminadas con alpechín tienen inicialmente pH ácido y elevada concentración en materia orgánica; la descomposición de la materia orgánica genera CO_2 que a su vez transmite acidez al medio; la neutralización del pH se hace mediante la reacción con los carbonatos de las margas miocenas subflorantes, lo cual se

traduce en un notable aumento de la concentración en bicarbonatos; el mecanismo sería similar al descrito en procesos de contaminación por aguas residuales (Pulido Bosch *et al.*, 1980).

Las características fisicoquímicas de las aguas ligadas al mioceno permiten deducir que la contaminación por alpechín se ha ceñido exclusivamente al acuífero superficial. Hay que tener en cuenta que el único mecanismo de contaminación posible habría sido a través de los propios pozos, los cuales están sólo ranurados frente a los tramos arenosos miocenos.

Conclusiones

Los estudios realizados han puesto de manifiesto la existencia de un proceso de contaminación a partir de las balsas de evaporación de alpechín, caracterizado por el elevado valor que adquiere el poder reductor al permanganato; asimismo, las aguas aumentan notablemente su concentración en ion bicarbonato como consecuencia de la oxidación de la materia orgánica, aumento de la PCO_2 y consiguiente ataque y disolución de los carbonatos presentes en las margas miocenas.

Se ha detectado la existencia de una anomalía térmica positiva en las aguas relacionadas con los acuíferos confinados bajo las margas de la depresión del Guadalquivir, para cuya explicación se invoca la existencia de un flujo profundo procedente de las rocas donde el sustrato aflora, y que se incorpora a las arenas miocenas a través de fracturas.

Los niveles confinantes han permitido la preservación de la calidad de las aguas de los acuíferos profundos frente a la contaminación por alpechines; los parámetros fisicoquímicos determinados así lo ponen de manifiesto.

Referencias

- Bellido, E. *et al.*, (1990). *I Reun. M. A. Andalucía*, 370-376. Córdoba.
 Borja, R. *et al.*, (1990). *I Reun. M. A. Andalucía*, 344-351. Córdoba
 Gallardo, R. *et al.*, (1990). *I Reun. M. A. Andalucía*, 362-369. Córdoba
 Fiestas, J. A. y Borja, R. (1989). *Nuestra Comunidad*, 6: 40-48.
 Lara, A. *et al.*, (1990). *I Reun. M. A. Andalucía*, 352-361. Córdoba.
 Pulido Bosch, A. *et al.*, (1980). *Tecniterrae*, 33: 31-38.
 Ramos, A. *et al.*, (1991). III SIAGA, II: 509-521.