

Geometría, piezometría y parámetros hidráulicos de los acuíferos de la cuenca baja del río Loukkos (Marruecos)

Geometry, piezometry and hydraulic parameters of the aquifers of the lower part of the Loukkos river basin (Morocco)

B. Bouhmadi, J. Benavente y J. J. Cruz-Sanjulian

Instituto del Agua. Universidad de Granada. c/ Rector López Argüeta, s/n. 18071 - Granada.

ABSTRACT

The alluvial materials of the Loukkos river (Morocco) downstream from Ksar-El-Kebir present transmissivity values in the 10^{-3} - 10^{-2} m²/s range and storativity values of 10^{-4} - 10^{-3} . The adjacent Oulad-Ogbane conglomerate formation drains towards the alluvium and is characterized by lower T and higher S values. The morphology of the potentiometric surface (April, 1992) shows a general downstream hydraulic gradient of near 0.2‰ and a well-marked conoid -extending over 10 km² and with its apex slightly below the sea level- induced by the Ksar-El-Kebir supply pumping. The geometry of the substratum indicates a depression -elongated in the NW-SE direction- in the Oulad-Ogbane zone where depths of 50 m below the sea level are encountered.

Key words: *alluvial aquifers, aquifer's geometry and piezometry, pumping tests, N. Morocco.*

*Geogaceta, 16 (1994), 11-14
ISSN: 0213683X*

Introducción

El río Loukkos drena una cuenca de 3748 km². El área estudiada, con una superficie aproximada de 300 km², corresponde a la parte inferior de la cuenca y está situada entre las ciudades de Larache y Ksar-El-Kebir. Se trata de la llanura aluvial de dicho río y la zona adyacente de Oulad-Ogbane, localizada al oeste de Ksar-El-Kebir (fig.1).

El clima de la zona es subhúmedo y la precipitación media anual es de 650 mm. Aunque algunas de las zonas húmedas que constituyen la mayor parte de los terrenos del bajo Loukkos han sido drenadas para uso agrícola, aún persisten áreas de marismas de gran interés ambiental en los sectores próximos a la desembocadura (Dakki y El Agbani, 1993). La presa de retención (punto P, fig.1), es utilizada como barrera frente a las mareas del océano.

La población de los núcleos de Larache y de Ksar-El-Kebir y la del medio rural supera ligeramente los 200.000 habitantes, cuyas actividades se desarrollan preferentemente en el sector agrícola. Los cultivos son regados principalmente por las aguas superficiales, con excepción de algunas fincas en el centro y el sur de la llanura que usan el agua subterránea.

La población se abastece exclusiva-

mente de las aguas subterráneas, cuya demanda es cada vez mayor, lo que confiere gran interés al estudio hidrogeológico de este sector.

Antecedentes y objetivos

La región estudiada forma parte de la cuenca postorogénica del Gharb (dominio externo del Rif), situada en el antepaís rifeño occidental (Ait Brahim, 1991).

Las formaciones preorogénicas representadas en este sector son el manto intrarrifeño del Habt (Suter y Fischter, 1966) y el manto prerrifeño, cabalgado por el anterior (El Fath y Haddane, 1991). Ambas presentan litología predominantemente margosa y se han presentado conjuntamente en la fig.1.

Las formaciones de mayor interés hidrogeológico en el sector estudiado son la llanura aluvial cuaternaria y los materiales villafranquienses que afloran fundamentalmente a lo largo del borde occidental de la llanura. Entre estos últimos cabe distinguir dos formaciones: la de Rmel, al sur de Larache, y la de Oulad-Ogbane, al oeste de Ksar-El-Kebir (fig.1). La diferencia entre ambas se basa en la facies litológica predominante: materiales arenosos, en la primera, y conglomeráticos de matriz arcillosa en la segunda (El Gharbaoui, 1981).

El sustrato de estas formaciones permeables corresponde generalmente a las margas azules del Mioceno superior, las cuales afloran al sur del sector estudiado.

En lo que a antecedentes hidrogeológicos se refiere, el grado de conocimiento en los diferentes sectores que integran el área es desigual. La formación de Rmel es suficientemente conocida - se han elaborado incluso varios modelos matemáticos de simulación (DRH, 1987) - debido a que dicha formación es objeto de una explotación importante, destinada sobre todo a regadíos así como al abastecimiento a Larache y como complemento al abastecimiento a Ksar-El-Kebir; por lo tanto, esta formación no será considerada en este trabajo.

En los sectores de la llanura aluvial y de la formación de Oulad-Ogbane, sobre los que se centra este trabajo, el único estudio hidrogeológico previo es el de Messaoud (1961).

Se resumen en esta nota las características litológicas y geométricas de los materiales de los sectores de la llanura aluvial y la formación de Oulad-Ogbane, deducidas a partir de la información obtenida de los sondeos mecánicos realizados en la zona, así como de la información recopilada de dos campañas de prospección geofísica eléctrica, realizadas por el Ministerio de Agricultura en 1961 y 1974. También se han he-

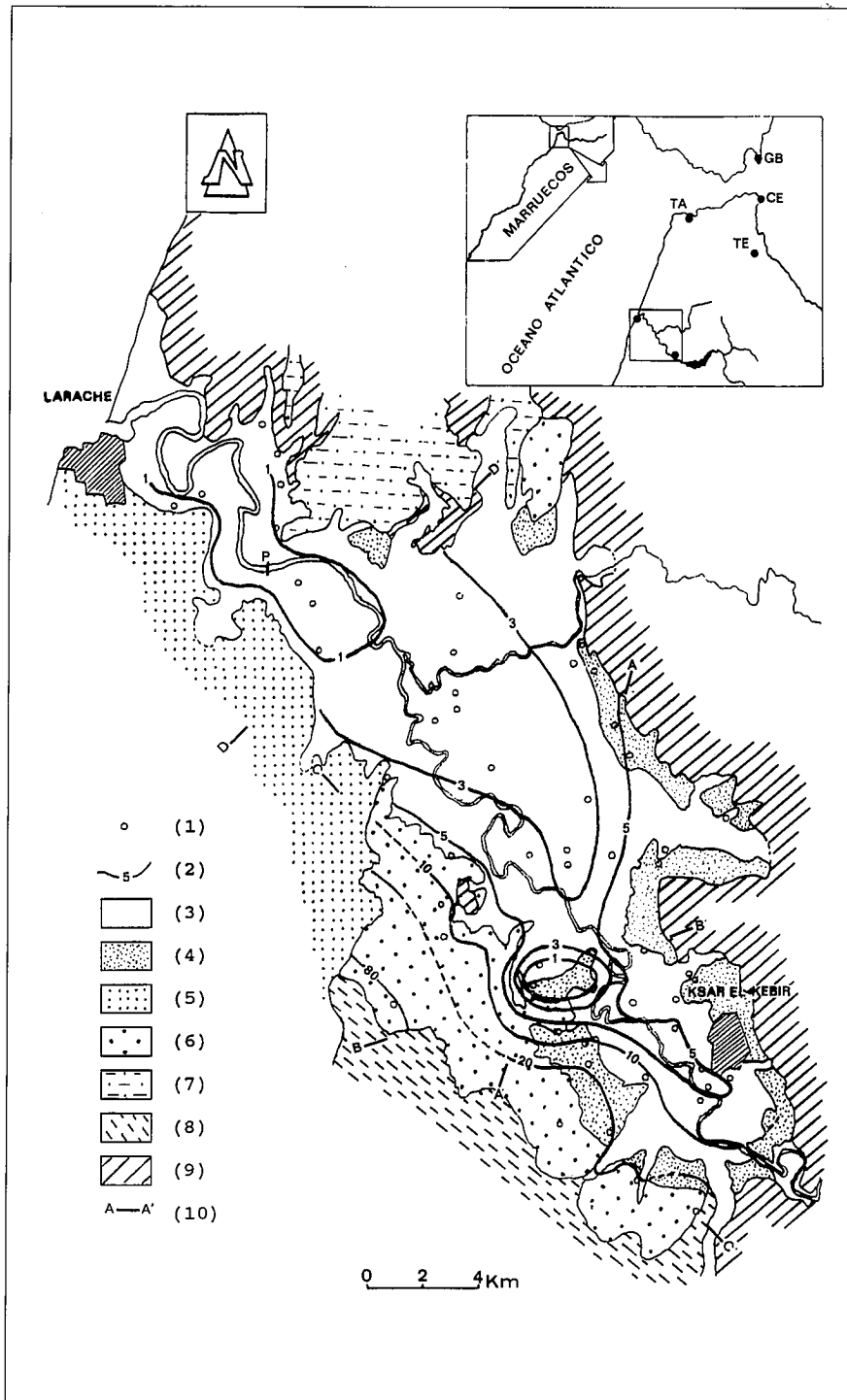


Fig. 1.— Situación del área estudiada y esquema hidrogeológico.

(1) Puntos de agua donde han sido realizadas las medidas del nivel piezométrico; (2) Línea isopieza (m); (3) Aluviones (Cuaternario reciente); (4) Terrazas fluviales (Cuaternario antiguo); (5) Formación arenosa de Rmel (Villafranchiense); (6) Cantos con matriz arcillosa (Zona de Oulad-Ogbane, Villafranchiense); (7) Limos arenosos (Villafranchiense); (8) Margas azules (Mioceno superior); (9) Unidades preorogénicas indiferenciadas; (10) Situación de los cortes de la figura 2. Ver texto para más detalles.

Fig. 1.— Situation and hydrogeological sketch of the study area.

(1) Points of piezometric control; (2) Isopotentiometric line (m); (3) Alluviums (recent Quaternary); (4) Fluvial terraces (lower Quaternary); (5) Sandy formation of Rmel (Villafranchian); (6) Pebbles with clay matrix (Oulad-Ogbane zone, Villafranchian); (7) Sandy silts (Villafranchian); (8) Blue coloured marls (upper Miocene); (9) Preorogenic units; (10) Situation of cross-sections from fig.2. See text for more details.

cho medidas del nivel piezométrico y han sido interpretados todos los datos disponibles procedentes de ensayos de bombeo y de recuperación.

Resultados y discusión

Los cortes representados en la figura 2 sintetizan la información recopilada. La formación aluvial presenta en la mayoría de los casos una capa superior de naturaleza limo-arcillosa, bajo la que se identifican frecuentes cambios laterales de granulometría. El carácter lenticular y discontinuo de los materiales aluviales sugiere considerar el acuífero de la llanura como unicapa en su conjunto. No obstante, en determinados sectores de la orilla derecha, pueden identificarse dos capas superpuestas (Messauod, 1961), como es el caso de la zona donde se encuentran los sondeos 478 y 489 (corte AA', fig. 2).

La litología de la formación villafranchiense de Oulad-Ogbane es predominantemente conglomerática, con intercalaciones de margas y margas arenosas. En la parte inferior existen areniscas y margas astienses.

Respecto a la morfología del sustrato, la principal característica es la depresión existente en la zona de Oulad-Ogbane, donde el sustrato alcanza una profundidad de más de 50 m bajo el nivel del mar (cortes AA', BB' y CC', fig. 2). Los mapas realizados ponen de manifiesto que esta depresión tiene una forma alargada de dirección NW-SE. Al norte de la zona de Oulad-Ogbane la profundidad del sustrato disminuye considerablemente y llega incluso a aflorar.

Se han hecho medidas del nivel piezométrico en tres situaciones diferentes: noviembre de 1991, abril de 1992 y agosto de 1992.

En la figura 1 se presenta el mapa piezométrico referente al mes de abril de 1992. Se observa que el flujo regional se realiza hacia la desembocadura, con un gradiente hidráulico del orden de 0.2‰. También se aprecia el carácter impermeable del borde NE y se pone de manifiesto una depresión de la superficie piezométrica a pocos kilómetros al NW de Ksar-El-Kebir, en cuyo centro el nivel está ligeramente por debajo del nivel del mar. Este cono de depresión es el resultado de la explotación en los sondeos situados en este sector, destinados al abastecimiento de la ciudad de Ksar-El-Kebir, que extraen en conjunto un caudal de aproximadamente 80 l/s.

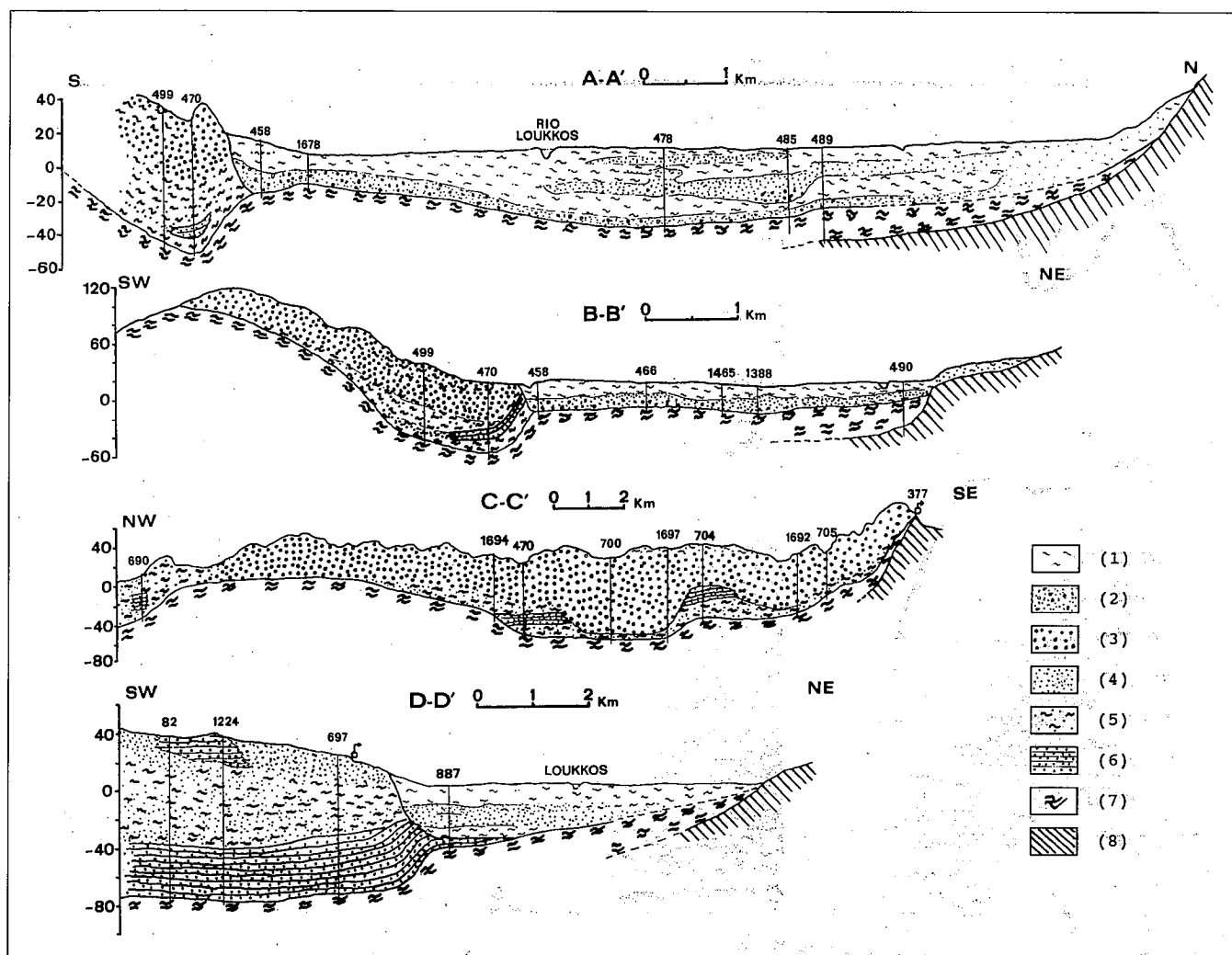


Fig. 2.— Cortes litológicos (ver situación en fig. 1; el B-B' modificado de Messaoud, 1961).

(1) Limos y arcillas (Cuaternario); (2) Gravas y arenas aluviales (Cuaternario); (3) Cantos con matriz arcillosa (Villafranquiense); (4) Arenas (Villafranquiense); (5) Margas arenosas y arenas margosas (Villafranquiense); (6) Areniscas (Astiense); (7) Margas azules (Mioceno superior); (8) Unidades preorogénicas indiferenciadas.

Fig. 2.— *Lithological cross-sections (see situation in fig. 1; the B-B' modified from Messaoud, 1961). (1) Silts and clays (Quaternary); (2) Alluvial gravels and sands (Quaternary); (3) Pebbles with clayey matrix (Villafranchian); (4) Sands (Villafranchian); (5) Sandy marls and marly sands (Villafranchian); (6) Sandstones (Astian); (7) Blue-coloured marls (upper Miocene); (8) Preorogenic units.*

El flujo subterráneo en la zona de Oulad-Ogbane se realiza hacia la llanura aluvial, con un gradiente hidráulico comprendido entre 1‰ y 6‰.

Entre los controles de abril y agosto de 1992, se han observado unas fluctuaciones piezométricas que indican un descenso de los niveles estáticos de algo más de 3 metros en algunos puntos.

Una comparación del mapa piezométrico de abril 1992 con el mapa piezométrico de 1963, realizado por Messaoud (*in* Thauvin, 1971), pone de manifiesto varios cambios importantes. En primer lugar, se ha producido un descenso generalizado del nivel piezométrico en la mayor parte del acuífero que llega a ser de 10 metros en algún punto de la

zona de Oulad-Ogbane, seguramente por influencia del cono de depresión antes descrito.

Para determinar las características hidrodinámicas del acuífero, han sido analizados los ensayos de bombeo y recuperación en 22 sondeos. Se observa que más del 60% de los puntos tienen una transmisividad inferior a $5 \cdot 10^{-3}$ m²/s. El valor mínimo es de aproximadamente 10^{-4} m²/s y se ha obtenido en la zona de Oulad-Ogbane, mientras que las transmisividades más altas son del orden de 10^{-2} m²/s, y han sido registradas en algunos sondeos que captan gravas aluviales (1465 y 466, corte B-B' de la fig. 2) —que constituyen probablemente un paleocauce del río Loukkos— y que

están situados en la zona del cono de depresión de la superficie piezométrica.

Los coeficientes de almacenamiento han sido calculados en cuatro ensayos. Los valores obtenidos están comprendidos entre $1 \cdot 10^{-3}$ y $4 \cdot 10^{-4}$ en la llanura aluvial (en la zona del cono de depresión), y entre $1 \cdot 10^{-2}$ y $3 \cdot 10^{-3}$ en la zona de Oulad-Ogbane, los cuales ponen de manifiesto el confinamiento de las formaciones permeables.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Sr. Abdallah Gaiz, Ingeniero-Director de la Región Hidráulica del Loukkos (D.R.

H), y a los ingenieros del Servicio de Hidrogeología de la D.R.H., Sres. Bouaarfa y Kelii, este último Jefe de dicho servicio, por facilitarnos la mayor parte de la información de base para esta investigación.

Referencias

Aït Brahim, L. (1991). Thèse d'Etat. Univ. Mohamed V. Rabat.

Daki, M. y El Agbani, M.A. (1993). Bases ecológicas para la restauración de humedales en la cuenca mediterránea. La Rábida (Huelva). 9 pp.

D.R.H. (1985). Rapport n°8, SHG/DRH. Inédito.

D.R.H. (1987), Rapport n°87 / DRH / 003 / SHG. Inédito.

El Fath A. et Haddane, M. (1991). Rapport/ SRG/TANGER/n°11. Inédito.

El Gharbaoui, A. (1981). Trav. de l'Inst. Sc. Service géol. et géogr. phys. Rabat. 439 pp.

Messaoud, M. (1961), Rapport du Serv. des ress. en eau. 47 pp. Rabat. Inédito.

Ministère de l'agriculture (1974). Rapport Reconnaiss. géophys. prospec. élect. Inédito.

O.N.I. (1961). Etude géophysique et sondages mécaniques au Loukkos. Inédito.

Suter, G. et Fischter, G. (1966). Notes et Mém. Serv. géol. Maroc, n° 188, pp. 15-20.

Thauvin, J.P. (1971). Notes et Mém. Service géol. Maroc, n° 231. pp. 113-125.