

## ACUIFEROS DETRITICOS: FORMACIONES ALUVIALES ACUIFEROS COSTEROS

La superficie ocupada por acuíferos detríticos en la costa granadina es de unos 59 km<sup>2</sup>. Algo más del 71 % de esa cifra corresponde a un único acuífero, el de Motril-Salobreña, que también es el más importante en magnitud de recursos y volumen de reservas. Los demás acuíferos, individualmente considerados, no llegan a superar los 5 km<sup>2</sup>; de ellos, los de Almuñécar y Gualchos ofrecen interés, lamentablemente, porque en la actualidad registran evidencias, más o menos acusadas, de salinización por intrusión marina. Estos tres acuíferos son objeto a continuación de una descripción hidrogeológica particularizada, mientras que los restantes (La Herradura, Carchuna y rambla de Albuñol) se consideran conjuntamente en el último de los epígrafes que siguen.

### ACUIFERO DE MOTRIL-SALOBREÑA

Este acuífero ocupa una extensión próxima a los 42 km<sup>2</sup>. Corresponde, sobre todo, a los depósitos aluviales en relación con el río Guadalfeo, el principal curso del litoral granadino, que poco antes de su desembocadura recibe la confluencia por su margen derecha de la rambla de Molvízar. En la mitad oriental del acuífero existen varias ramblas de escasa entidad, de las que la más importante es la del Puntalón.

Los materiales aluviales ocupan unos 35 km<sup>2</sup>; el resto del acuífero corresponde a gravas y arenas de playa y a depósitos conglomeráticos localizados sobre todo en algunos de los bordes.

El acuífero está limitado lateral y basalmente por materiales alpujarrides. En la mayor parte se trata de metapelitas impermeables, con la excepción del sector de la garganta de Cañizares (acuífero de Escalate-Espartinas), constituido por materiales carbonatados permeables que están en conexión hidrogeológica con los aluviones del río Guadalfeo. Por otra parte, el núcleo de Salobreña se sitúa sobre un afloramiento de mármoles muy karstificados, del que estudios previos han señalado su carácter colector de parte del flujo subterráneo del acuífero aluvial. Los escasos datos directos, complementados con los resultados de campañas de prospección geofísica, indican que el espesor del acuífero oscila entre 40 m en la parte septentrional y tal vez más de 200 m en la desembocadura del río Guadalfeo. En este último sector los depósitos aluviales alternan con otros más finos. En la parte oriental del acuífero el sustrato puede estar a más de 100 m de profundidad.

Los valores más elevados de transmisividad (entre 5000 y 10000 m<sup>2</sup>/día) se han registrado en las inmediaciones del azud del Vínculo; cerca del borde costero se han citado valores del orden de 2000 m<sup>2</sup>/día y alrededor de 500 m<sup>2</sup>/día en el sector oriental. Para estos materiales se admite una porosidad eficaz comprendida probablemente entre el 5 y el 10%.

El análisis de la piezometría del acuífero pone de manifiesto, entre otros, los siguientes aspectos:

- Existe alimentación subterránea procedente del sector septentrional, en relación con el acuífero carbonatado de Escalate-Espartinas.
- Existe recarga procedente de los principales cursos superficiales y se aprecia el carácter preferencial del flujo subterráneo a lo largo de determinados sectores.
- No existe gran diferencia entre las situaciones piezométricas de niveles altos y bajos; sólo son importantes aguas arriba de la confluencia del río Guadalfeo con la rambla de Molvízar.
- Ausencia de inversiones significativas del gradiente hidráulico.

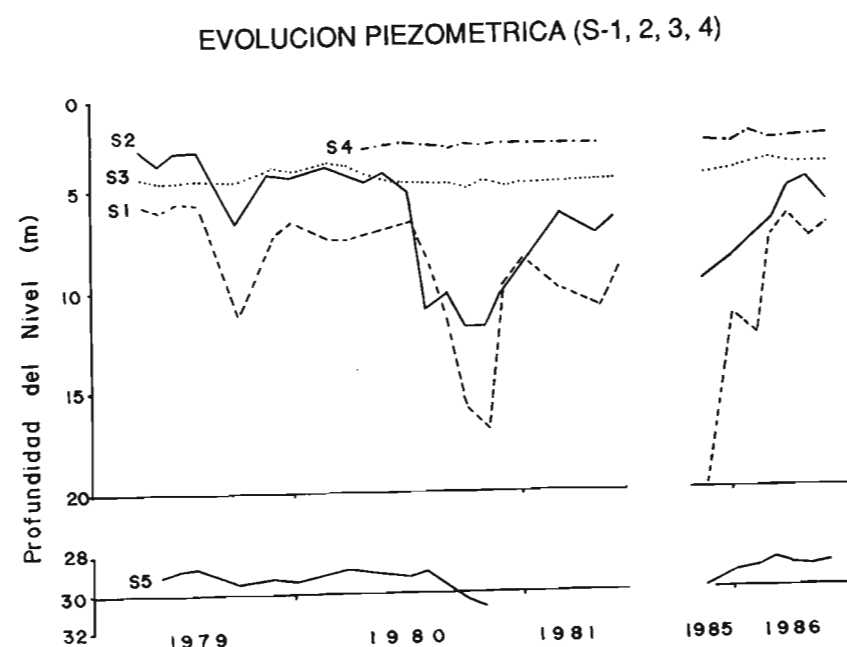
e) Ausencia de tendencias importantes en la evolución de niveles piezométricos en la última década.

Los recursos de este acuífero se estiman comprendidos entre 55 y 69 hm<sup>3</sup>/año. La recarga se produce, fundamentalmente, por:

- Infiltración del río Guadalfeo (30.5-38.5 hm<sup>3</sup>/año).
- Retorno de riegos (12 hm<sup>3</sup>/año).
- Infiltración de la escorrentía generada en las vertientes impermeables (5-11 hm<sup>3</sup>/año).
- Alimentación lateral del acuífero carbonático de Escalate (6 hm<sup>3</sup>/año).

Frente a estos aportes externos que totalizan 53.5-67.5 hm<sup>3</sup>/año, los aportes propios son minoritarios: del orden de 1.5 hm<sup>3</sup>/año como media. La descarga por bombeos se estima en unos 28 hm<sup>3</sup>/año. Como las salidas por manantiales son del orden de 5 hm<sup>3</sup>/año, el resto, cifrable en unos 22-36 hm<sup>3</sup>/año, debe drenarse subterráneamente hacia el mar.

En las aguas del acuífero predominan los aniones bicarbonato y sulfato y los cationes calcio y magnesio, aunque con variaciones según los sectores y épocas del año. Las aguas menos salinas (650 mg/l) se localizan en las inmediaciones de los principales cursos superficiales (río Guadalfeo y rambla del Puntalón). En los últimos años no se aprecian tendencias que indiquen síntomas de intrusión marina.



### ACUIFERO DE ALMUÑÉCAR

Este acuífero corresponde a las formaciones aluviales de los ríos Verde y Seco, los cuales desembocan al este y oeste, respectivamente, de Almuñécar. De ellos el más importante es el aluvial del río Verde, que adquiere desarrollo aguas abajo de Jete. Desde ahí hasta la desembocadura están las confluencias, entre otros afluentes de menor importancia, de la rambla de Itrabo, por su margen izquierda, y de la rambla de Torrecuevas por la derecha.

La extensión de los materiales aluviales es próxima a los 5 km<sup>2</sup>, de los que aproximadamente un 70 % corresponden al río Verde. Este acuífero se encuentra encajado en un potente conjunto metapelítico alpujarride, que confiere un carácter impermeable tanto al sustrato como a los límites laterales; el único borde permeable es el que corresponde al contacto con el mar.

La litología es de gravas, arenas y limos en proporciones variables. Determinados sectores, reconocidos como paleocanales en investigaciones precedentes, parecen agrupar fracciones de granulometría más gruesa y, por tanto, de mayor potencialidad hidrogeológica.

La profundidad del sustrato del acuífero del río Verde es variable de unos sectores a otros. Aguas abajo de la rambla de Itrabo oscila por lo general entre 30 y 60 m. Tan sólo en las inmediaciones del borde costero se llega a superar ligeramente la segunda de tales cifras. En el caso del río Seco el sustrato se encuentra, como máximo, a unos 30 m de profundidad.

Son escasos los datos fiables de parámetros hidráulicos en el acuífero. A este respecto pueden retenerse para el río Verde valores de transmisividad comprendidos entre 5000 y 15000 m<sup>2</sup>/día y de porosidad eficaz del orden del 10 %.

La posición del nivel piezométrico en el acuífero del río Verde varía mucho según se consideren períodos de aguas altas (generalmente Febrero-Abril) o bajas (Septiembre-Noviembre, según la distribución pluviométrica). En la situación de aguas altas, la piezometría indica un flujo continuo hacia el borde costero, con gradientes distintos según los sectores; las diferencias están causadas, fundamentalmente, por variaciones en la sección del acuífero y/o de la permeabilidad de los materiales. En aguas bajas la situación que se aprecia en el río Verde corresponde a un conoide de depresión bastante generalizado, con cotas negativas de más de 3 m, centrado aproximadamente 2 km tierra adentro. En el río Seco también existen conoides originados por bombeos, aunque de mucha menor entidad y no llegan a implicar la inversión generalizada del flujo natural hacia el mar, como se ha citado para el río Verde.

Las oscilaciones piezométricas estacionales superan los 15 m en buena parte del sector central del acuífero del río Verde. Aguas abajo de la rambla de Itrabo son apreciables, desde 1982 y durante los meses de estiaje, descensos generalizados por debajo de la cota cero. La evolución piezométrica en algunas partes del sector de mayor explotación parece indicar una tendencia al descenso progresivo de los niveles más bajos: del orden de unos 50 cm por año, como media para el período 1975-85.

La recarga media del acuífero del río Seco se estima del orden de 2 hm<sup>3</sup>/año, casi en su totalidad procedente de aportes externos (infiltración de escorrentía superficial y retorno de regadíos). Los bombeos son escasos: del orden de 0.2 hm<sup>3</sup>/año. El resto de la descarga se produce de manera subterránea hacia el mar.

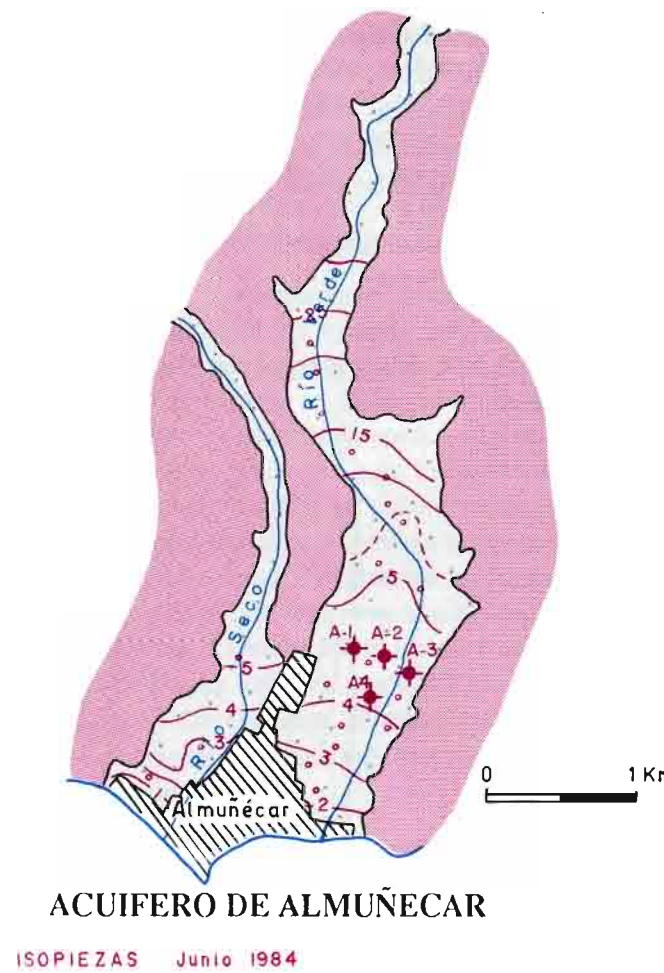
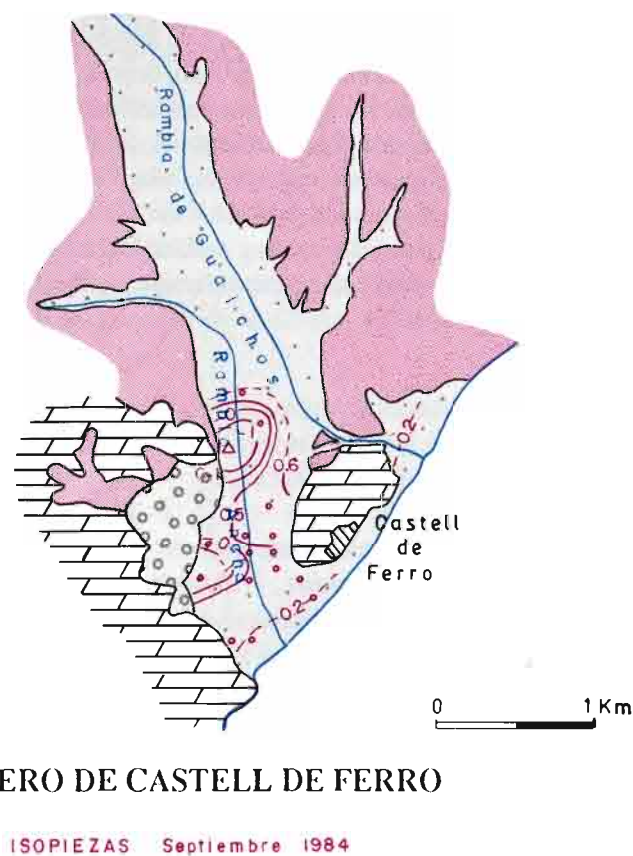
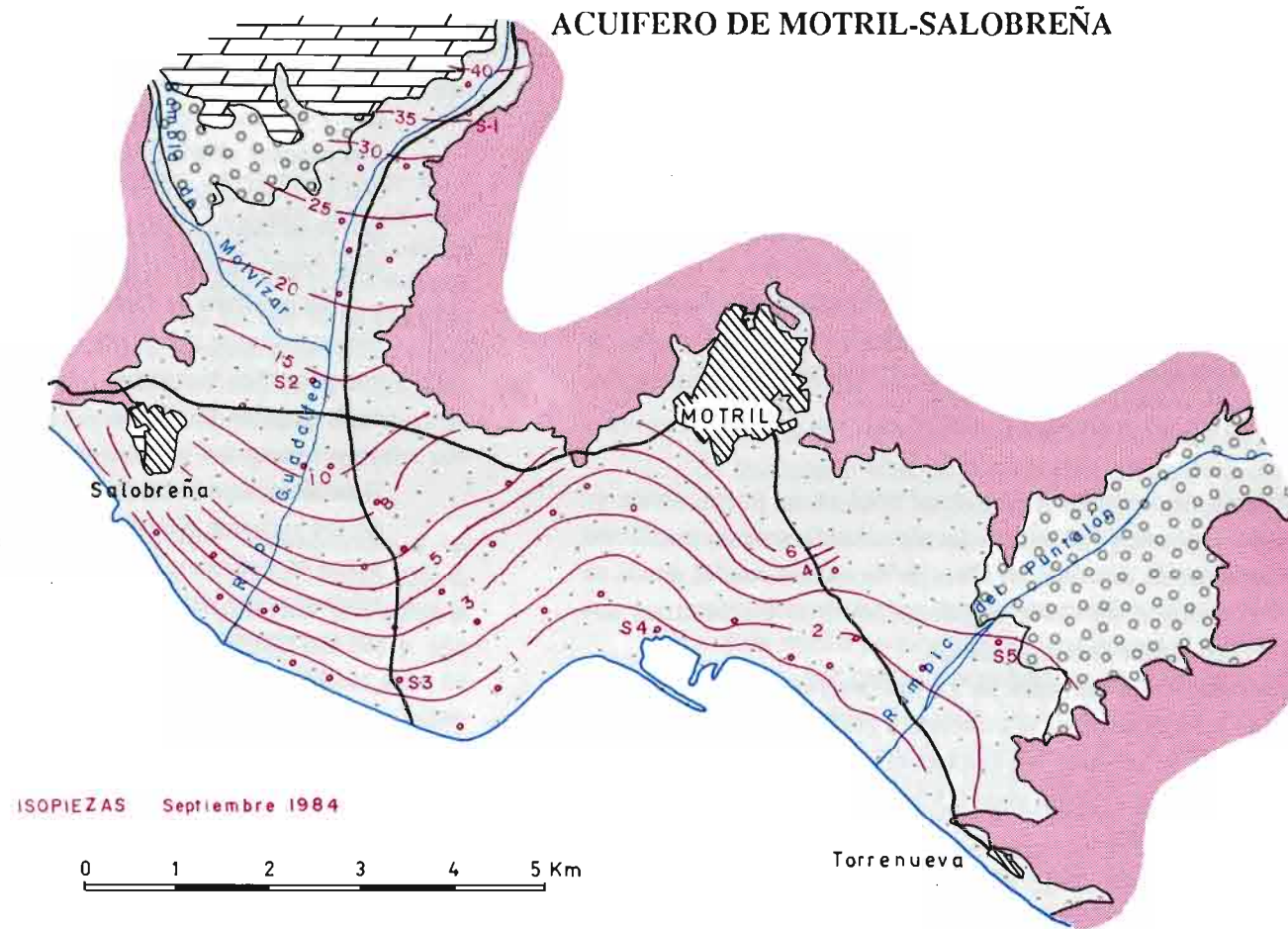
La recarga media del acuífero del río Verde está comprendida aproximadamente entre 9 y 15 hm<sup>3</sup>/año, de los que más del 85 % proceden de la infiltración de las aguas superficiales, ya sea de forma directa, a través del cauce o por aportaciones de la cuenca vertiente al aluvial, o por retorno de riegos. Los bombeos se estiman, como media, en casi 9 hm<sup>3</sup>/año. El resto de la descarga, aproximadamente 3 hm<sup>3</sup>/año, se produce subterráneamente hacia el mar, aunque concentrada en unos pocos meses del año.

En resumen, los recursos totales del acuífero de Almuñécar oscilan entre 11 y 17 hm<sup>3</sup>/año, en su práctica totalidad procedentes de aportes externos.



# ACUIFEROS COSTEROS

## ACUIFEROS DETRITICOS: FORMACIONES ALUVIALES



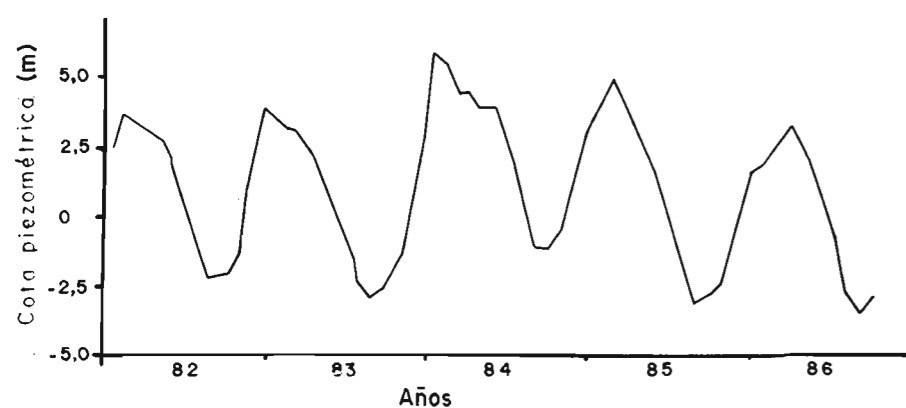
### LEYENDA

LITOLOGIA	EDAD	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO
	CUATERNARIO	ACUIFERO/ACUITARDO
	CUATERNARIO	ACUIFERO
	PALEOZ.-TRIAS	ACUICLUDO/ACUIFUGO
MATERIALES PERTENECIENTES A OTROS ACUIFEROS		
	TRIASICO	ACUIFERO
SIMBOLOGIA		
	Curvas isopiezométricas y su cota en metros	
	Sondeos, piezómetros o pozos	

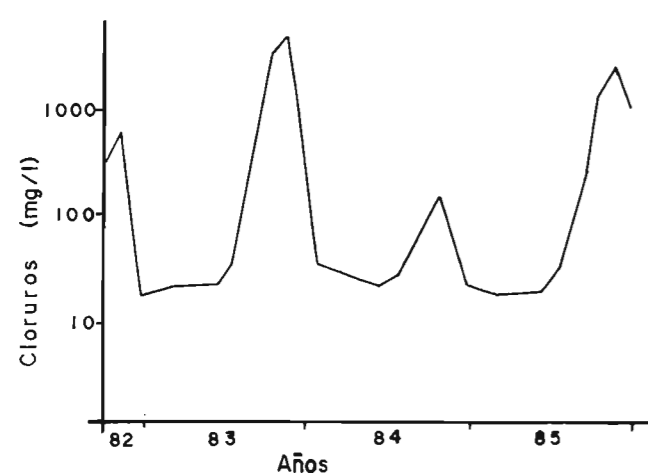
Las extracciones por bombeo varían aproximadamente entre 7.5 y 10.5 hm<sup>3</sup>/año y las salidas subterráneas entre 4 y 6 hm<sup>3</sup>/año.

La calidad natural de las aguas subterráneas, de facies bicarbonatada cálcica, es buena en ambos aluviales, aunque la mineralización es algo superior en el del río Seco. Las mejores características se registran en el río Verde aguas arriba de la rambla de Itrabo, donde la salinidad total no suele superar los 600 mg/l: aguas abajo de dicho sector son patentes, en los últimos años, los efectos de la intrusión marina y en muchas captaciones se aprecia, sobre todo durante el estiaje (aunque en algunas es ya permanente), un incremento de la salinidad total hasta valores de más de 5000 mg/l, con facies hidroquímica ya netamente clorurada sódica. Los contenidos en nitratos no suelen superar los 50 mg/l.

EVOLUCION PIEZOMETRICA (A-4)



EVOLUCION DEL CONTENIDO EN CLORUROS (A-1, 2, 3)



#### ACUIFERO DE CASTELL DE FERRO

Está formado por materiales aluviales en relación con las ramblas Ancha y de Gualchos, que desembocan al oeste y este de Castell de Ferro, respectivamente. Ocupa una extensión de unos 4 km<sup>2</sup>. También existen depósitos conglomeráticos correspondientes a antiguos lechos, ahora colgados sobre el cauce actual. El espesor de acuífero alcanza sus valores máximos en el sector final de la rambla Ancha, donde supera los 50 m.

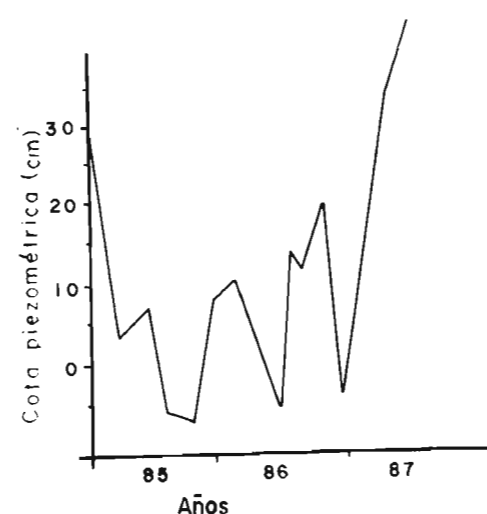
La mayor parte del sustrato y bordes del acuífero son materiales metapelíticos impermeables. En la desembocadura de la rambla Ancha el acuífero está limitado lateralmente por mármoles alpujárrides permeables, aunque se carece de datos concluyentes sobre si también integran el sustrato en dicho sector.

Tan sólo existen datos fiables de transmisividad en un punto, donde se obtuvo un valor del orden de 4000 m<sup>2</sup>/día. La piezometría pone de manifiesto la presencia de conoides de descenso en el sector de rambla Ancha, donde se concentran las extracciones, con cotas negativas del nivel piezométrico durante los meses en que mayor es la explotación.

Los recursos medios son del orden de 3.5 hm<sup>3</sup>/año, en su práctica totalidad procedentes de la infiltración de la escorrentía generada en la cuenca vertiente, aunque también se produce la explotación de reservas. Los bombeos son del orden de 3 hm<sup>3</sup>/año; el resto, unos 0.5 hm<sup>3</sup>/año como media, se drena subterráneamente hacia el mar.

La calidad natural de las aguas (bicarbonatadas cálcicas con mineralización inferior a 800 mg/l en el sector de cabecera) se ha modificado en el sector de rambla Ancha, donde se concentran los bombeos, debido a la intrusión marina. Así, se detectan ahora aguas cloruradas sódicas con salinidades que, en algunos casos, superan los 3000 mg/l. Registros en piezómetros de ese sector han puesto de manifiesto la presencia a profundidad inferior a 10 metros de aguas con más de 20000 µS/cm de conductividad. Por otra parte, las concentraciones de nitratos son frecuentemente superiores a 100 mg/l, debido a la escasa recarga natural y al consiguiente alto grado de reciclaje de las aguas extraídas para el empleo agrícola.

EVOLUCION PIEZOMETRICA (C-1)



#### OTROS ACUIFEROS

**El acuífero de La Herradura** está constituido por los aluviones del río Jate y una franja de gravas de playa. La superficie total se aproxima a 1 km<sup>2</sup> y el espesor alcanza hasta 20 m. La recarga procede del río Jate y es del orden de 1 hm<sup>3</sup>/año. Los bombeos pueden superar algo esta cifra, por lo que se han detectado evidencias de salinización en determinadas captaciones, sobre todo cuando los años son de pluviometría inferior a la media.

**El acuífero de Carchuna** lo integran gravas y arenas correspondientes a playas antiguas que hacia los bordes pasan a depósitos aluviales en relación con pequeños barrancos. La extensión es del orden de 5 km<sup>2</sup> y el espesor no suele superar los 20 m. La recarga, próxima a 1 hm<sup>3</sup>/año, procede en su mayor parte del retorno de riegos efectuados con aguas procedentes del río Guadalfeo. Los bombeos son prácticamente nulos, por lo que la gran mayoría de los recursos drenan subterráneamente al mar. La calidad original de las aguas es deficiente, con predominio de facies cloruradas sódicas y salinidad relativamente alta, debido al escaso grado de lavado natural de los sedimentos que constituyen el acuífero.

**El acuífero aluvial de la rambla de Albuñol** ocupa una extensión ligeramente superior a los 3 km<sup>2</sup> y su espesor está comprendido frecuentemente entre 20 y 40 m. En su extremo final (sector de La Rábita, de carácter fluvio-deltaico) muestra continuidad lateral hacia el este con el sector de El Pozuelo, correspondiente a la desembocadura de la rambla de Huarea. En estos sectores el sustrato metapelítico se encuentra, respectivamente, a unos 80 y 40 m de profundidad.

El nivel piezométrico se encuentra a profundidades comprendidas entre los 30 m en su tercio superior y los 2-3 m en muchos puntos del sector de La Rábita.

Los recursos medios de este acuífero pueden cifrarse en unos 9 hm<sup>3</sup>/año, en su mayor parte procedentes del drenaje subterráneo del acuífero carbonatado alpujárride de Albuñol. Los bombeos son del orden de 3.5 hm<sup>3</sup>/año, por lo que el resto, unos 5.5 hm<sup>3</sup>/año, descarga subterráneamente al mar.

La calidad de las aguas está condicionada por el peculiar carácter físico-químico de la descarga carbonatada (aguas termales con mineralización relativamente alta), de manera que adquieren facies sulfatada cálcico-magnésica y salinidad total de algo más de 2000 mg/l.

Existen, por último, otros acuíferos aluviales que por su extensión muy reducida y su importancia extremadamente local no se han abordado en esta descripción.