

# Acuífero de Sierra Gorda y Polje de Zafarraya

## 1. SÍNTESIS GEOGRÁFICA

El acuífero kárstico de Sierra Gorda constituye un gran macizo carbonatado que se alza en el extremo occidental de la provincia de Granada y se adentra ligeramente en el noroeste de la de Málaga. Desde el punto de vista geográfico coincide con la Sierra de Loja, Sierra Gorda y parte de la Sierra de Alhama. Esta última se independiza de aquellas, en parte por el Polje de Zafarraya y la cuenca endorreica del arroyo de La Madre.

La parte superior es relativamente plana, alcanzando su máxima cota en el vértice Sierra Gorda (1671 m s.n.m.); los flancos, por contra, adquieren pendientes superiores al 30%, hacia los valles profundos del río Genil, río Frío y arroyo de Salar (en la vertiente atlántica), y de los ríos Guadalhorce, Guaro y Alcaucín (en la vertiente mediterránea).

Se reparte entre los términos municipales de Loja, Alhama de Granada, Zafarraya, Periana, Salar, Alfarate y Alcaucín.

## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO

El acuífero se compone esencialmente de materiales calizo-dolomíticos jurásicos que pertenecen a dos unidades geológicas: la de Sierra Gorda (Subbético interno) y la de Zafarraya. Esta última presenta dificultades de atribución a un dominio geológico (MARTÍN ALGARRA, 1987). La base de las unidades debe estar constituida por los materiales arcillosos y evaporíticos de edad triásica. Los términos más modernos son margas y margocalizas del Cretácico-Paleógeno.

Los materiales postorogénicos (Mioceno superior a Cuaternario) rellenan las depresiones de Granada y de Zafarraya. Se componen de conglomerados y calcarenitas en la base, limos y margas, calizas lacustres y materiales detríticos en general.

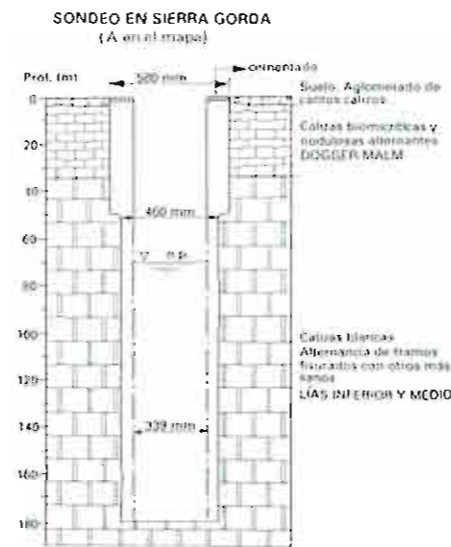
La unidad de Sierra Gorda representa un gran domo alargado, resultado de la interferencia de dos sistemas de pliegues. Se superpone sobre la de Zafarraya a favor de fallas muy verticalizadas. El sector se estructura fundamentalmente en grandes bloques sometidos a intensa fracturación (LÓPEZ CHICANO, 1989).

## 3. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

El sistema hidrogeológico se compone de dos subunidades: el acuífero carbonatado de Sierra Gorda (s.s) y el acuífero detrítico del Polje de Zafarraya.

El **acuífero carbonatado de Sierra Gorda** presenta una extensión de 293 km<sup>2</sup> y una potencia presumiblemente superior a 1000 m; se comporta como un acuífero por fisuración y karstificación. La transmisividad oscila entre 40 y 16400 m<sup>2</sup>/día, según los datos disponibles. El coeficiente de almacenamiento (HIDALGO, 1974) alcanza un valor en torno al 1,5%. El sustrato impermeable debe estar integrado por materiales arcilloso-evaporíticos del Triásico, cuya disposición se desconoce. Se trata de un acuífero esencialmente libre, aunque confinado en los bordes norte y este, y bajo el polje de Zafarraya. Al sur y oeste se halla bien delimitado, superponiéndose a formaciones impermeables arcillosas.

La precipitación media anual ronda los 840 mm; la lluvia útil supondría el 54% de la aportación pluviométrica. La escorrentía superficial es prácticamente despreciable. La descarga del acuífero se realiza principalmente por el borde norte, en el sector de Loja-Riofrío, a una cota de 500 m. Una pequeña parte del drenaje se efectúa hacia el Sur por el manantial de Guaro, a unos 700 m de altitud. Todas las surgencias son puntos de gran interés hidrogeológico, tanto por su belleza como por el volumen de recursos hídricos que evacúan. Las más caudalosas son las de Riofrío, con una descarga media superior a 1300 l/s.



Porcentaje correspondiente por provincias del total aflorante del acuífero

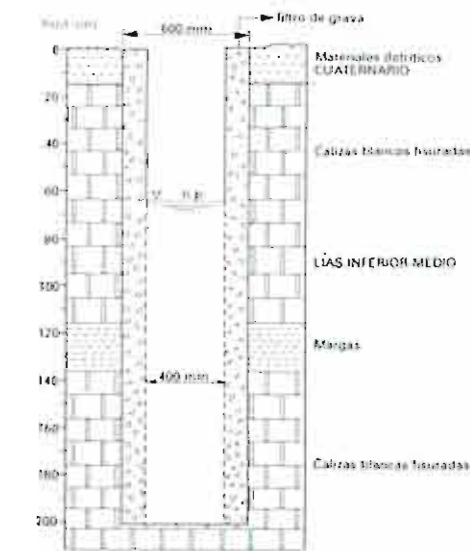
	AL	CÁ	CÓ	GR	JA	HU	MÁ	SE
ALMERIA								
CÁDIZ								
CÓRDOBA								
GRANADA								
JAÉN								
HUELVA								
MÁLAGA								
SEVILLA								

potente franja no saturada, de unos 700 m de espesor, en buena parte del acuífero. La mayoría de las captaciones en uso se han realizado a percusión con profundidades entre 100 y 500 m, según las áreas.

El **acuífero detrítico del Polje de Zafarraya** está formado por materiales cuaternarios de porosidad intergranular, y se extiende unos 22 km<sup>2</sup>, con espesor máximo de 60 m. La transmisividad varía entre 20 y 90 m<sup>2</sup>/día (HIDALGO, 1974), y el coeficiente de almacenamiento se estima en un 13% (OLLERO y GARCÍA, 1984). Se trata de un acuífero libre, con un sustrato de materiales permeables o impermeables muy heterogéneos. La precipitación media anual es de 950 mm y la infiltración del arroyo de la Madre produce una recarga adicional, aunque la mayor parte de estos recursos accede rápidamente al acuífero carbonatado subyacente.

El drenaje natural hacia el acuífero carbonatado de Sierra Gorda se altera sensiblemente por los bombeos realizados en unos 400 pozos de gran radio y escasa penetración que captan el acuífero detrítico en su sector central. El nivel piezométrico se halla a pocos metros de profundidad, mostrando una superficie irregular como consecuencia del drenaje en profundidad y por la recarga de aguas superficiales.

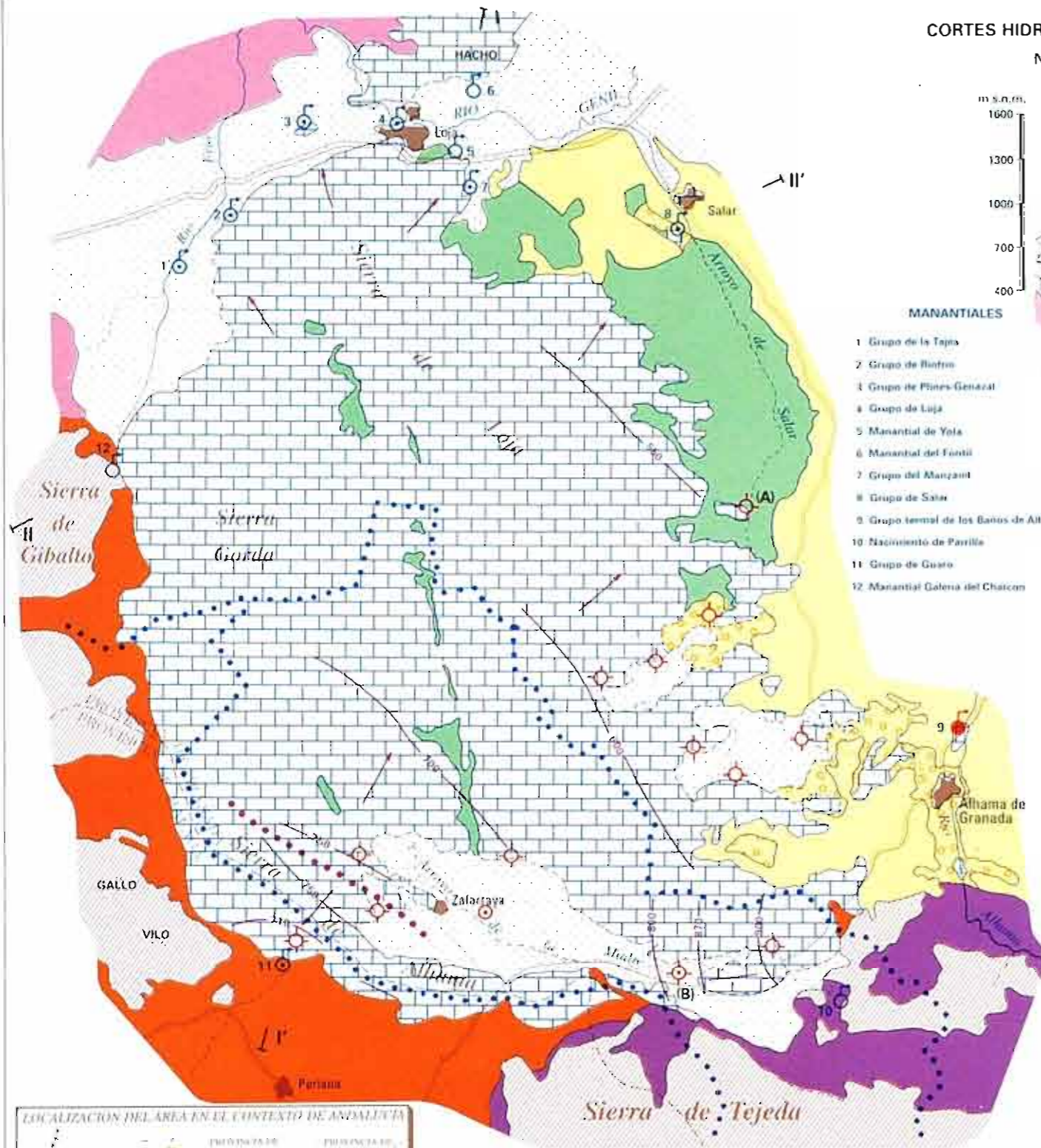
SONDEO EN EL POLJE DE ZAFARRAYA



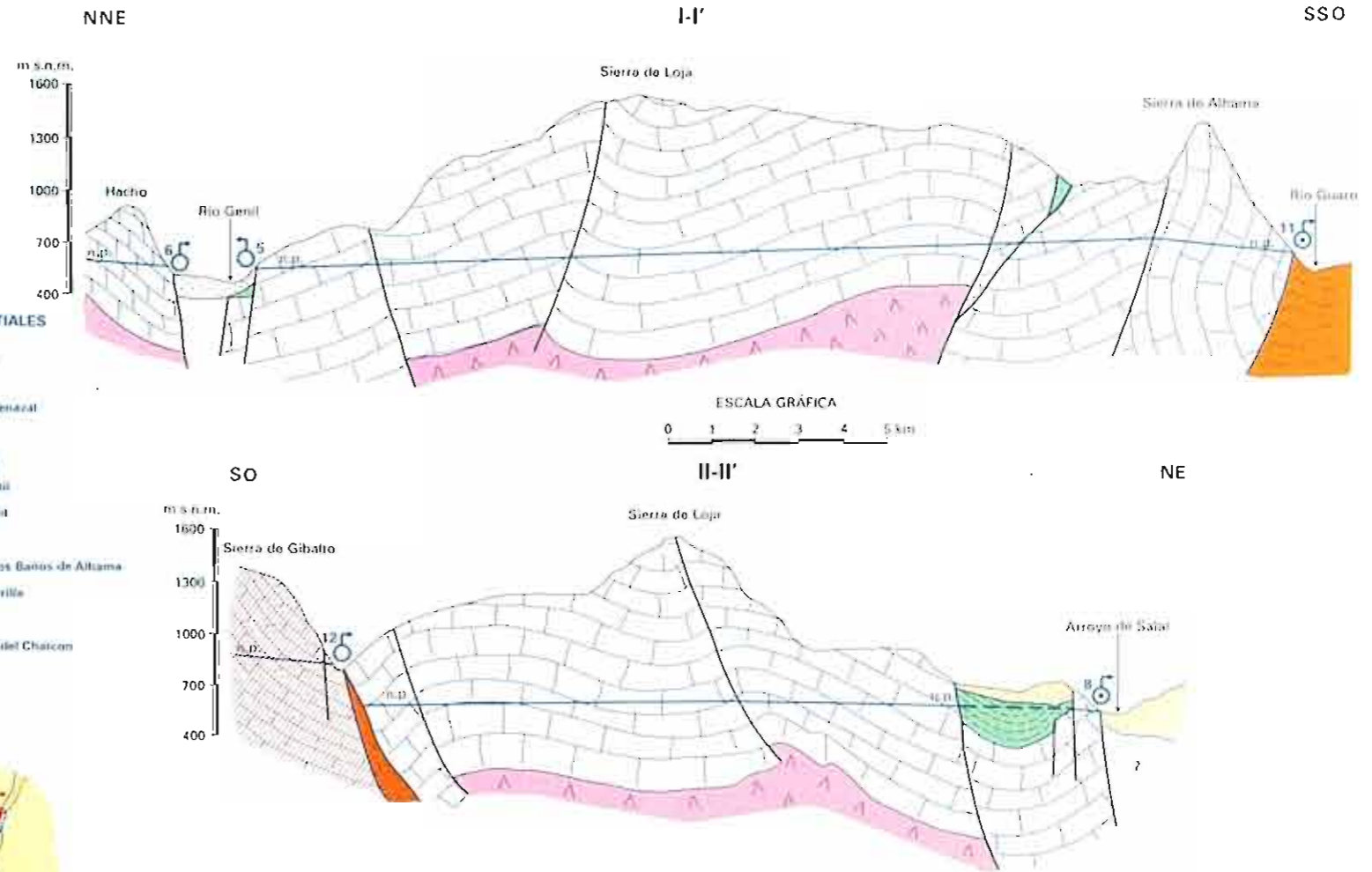
## 4. EXPLOTACIÓN Y BALANCE

El balance se realiza para todo el sistema kárstico y como media del periodo 1956/57-1985/86. La lluvia útil (145 hm<sup>3</sup>) se ha calculado por el método de Thornthwaite, para una capacidad de campo de 25 mm en materiales carbonatados y 50 mm en detríticos. La recarga externa (5 hm<sup>3</sup>) corresponde a la infiltración de aguas superficiales producida en el polje de Zafarraya. Las salidas por manantiales contabilizan entre 120 y 140 hm<sup>3</sup>/año siendo la descarga por el manantial del Frontil cercana a 14 hm<sup>3</sup>/año (en CHG-ITGE, 1993 se cifran en 11,3 hm<sup>3</sup>/año). Los datos recientes de explotación (9 hm<sup>3</sup>/año) se refieren a los bombeos netos realizados para riego y abastecimiento urbano.

# ACUÍFERO DE SIERRA GORDA Y POLJE DE ZAFARRAYA



## CORTES HIDROGEOLÓGICOS



### MANANTIALES

- 1 Grupo de la Taja
- 2 Grupo de Baños
- 3 Grupo de Pinos-Genízal
- 4 Grupo de Loja
- 5 Manantial de Yota
- 6 Manantial del Fondil
- 7 Grupo del Manzant
- 8 Grupo de Salar
- 9 Grupo terminal de los Baños de Alhama
- 10 Nacimiento de Parrilla
- 11 Grupo de Guaro
- 12 Manantial Galería del Chacon

## LEYENDA

LITOLÓGIA	EDAD GEOLÓGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
Materiales detríticos	PLIOCUATERNARIO	Permeabilidad media
Margas y limos	MIOCENO	Baja permeabilidad
Calcarenitas	MIOCENO	Alta permeabilidad
Arcillas y areniscas	OLIGOCENO-MIOCENO	Baja permeabilidad
Margas y margocalizas	CRETÁCICO	Baja permeabilidad
Calizas y dolomías	JURÁSICO	Alta permeabilidad
Arcillas, yesos y dolomías	TRIÁSICO	Baja permeabilidad
Esquistos	PALEOZOICO TRIÁSICO	Baja permeabilidad
Acuíferos de otras unidades		

## SIMBOLOGÍA

- Núcleos urbanos
- Carreteras
- Límite provincial
- Límite cerrado
- Límite abierto
- Localización corte hidrogeológico
- Curso de corriente continua
- Curso de corriente discontinua
- Divisoria de aguas superficiales
- Manantial
- Agrupación de manantiales
- Sestro
- Agrupación de sestros
- Agrupación de pozos
- Dirección y sentido preferencial del flujo subterráneo
- Divisoria de aguas subterráneas
- Manantial terminal



Las diferencias con otras valoraciones del balance realizadas anteriormente (HIDALGO, 1974; IGME, 1983) hay que buscarlas en: la no coincidencia en los métodos de estimación de la lluvia útil o diferencias en la estimación de la superficie de recarga; la falta de registro continuo del caudal de los manantiales o la no valoración de la descarga de determinadas surgencias importantes; el uso de periodos más cortos; etc.

## 5. HIDROQUÍMICA, CALIDAD Y CONTAMINACIÓN

La facies hidroquímica dominante en el acuífero carbonatado de Sierra Gorda es la bicarbonatada cálcica o magnésica, como cabría esperar de la composición litológica del mismo. Sólo las surgencias de Salar se alejan de esta clasificación, con aguas que van desde clorurado-bicarbonatada cálcico-sódica hasta bicarbonatado-sulfatada cálcico-magnésica, presentando un ligero carácter termal (20° C). En el resto de los manantiales las características físico-químicas varían en función de la cota de emergencia, de la disposición respecto al sentido de flujo, del lavado de sales en profundidad y del tiempo de permanencia. Las aguas más frías (13,3° C) y menos mineralizadas (250 mg/l) corresponden al grupo de Guaro, seguidas de los manantiales de la Tajea y Riofrío (14° C; 345 mg/l). El máximo contenido en cloruros (60 mg/l) se detecta en los manantiales de Plines y Genzal, y la mayor concentración en sulfatos (79 mg/l) se da en el manantial del Frontil.

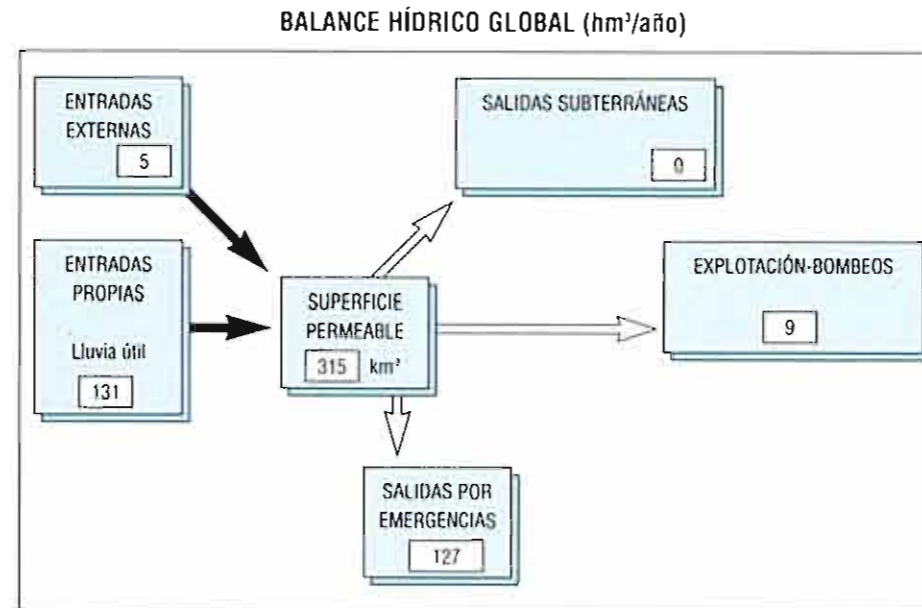


"La Cola del Caballo, Infiernos de Loja. Aporte de aguas subterráneas, procedentes de Sierra Gorda, a río Genil. (73)

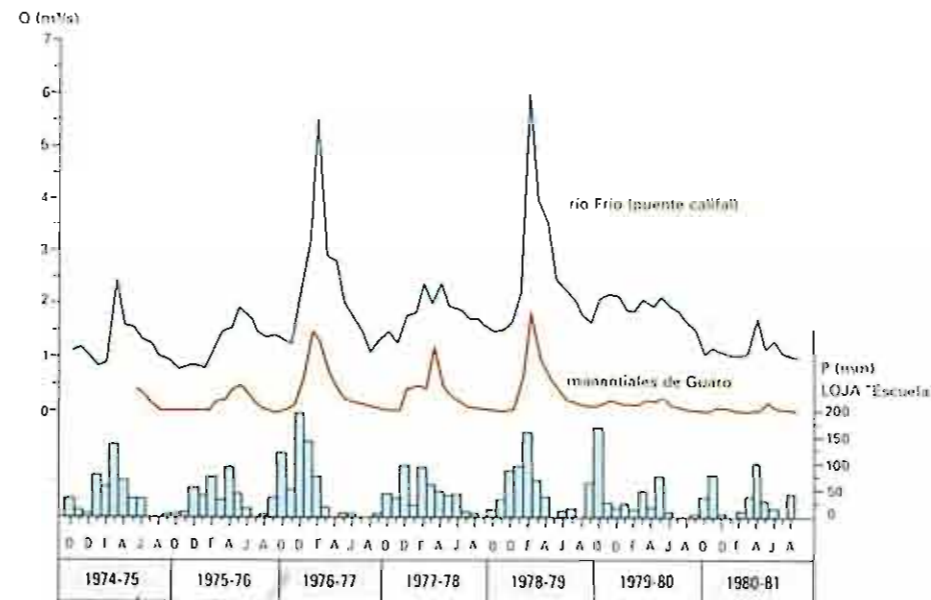
En general, la calidad de las aguas es apta para cualquier uso, salvo quizás las del sector de Guaro, habiéndose detectado (IGME, 1983) altos contenidos de materia orgánica en las aguas del manantial, así como contaminación de origen fecal en el abastecimiento a la población de Periana (procedente en su mayor parte del sondeo de Guaro). La proximidad de este área de descarga al polje de Zafarraya –principal foco de contamina-

ción por actividades agrarias y vertido de aguas residuales– junto con el bajo poder autodepurador del acuífero carbonatado, son factores de alto riesgo en el uso del agua para consumo humano.

En el acuífero detrítico del polje de Zafarraya, la facies hidroquímica es bicarbonatada magnésico-cálcica, excepto en el sector central donde es sulfatada cálcico-magnésica. Los contenidos en nitratos alcanzan valores de hasta 140 mg/l.



**CAUDALES MENSUALES –MEDIOS DE LOS DIARIOS– EN LOS MANANTIALES DE GUARO Y EN LA ESTACIÓN DE AFOROS DEL PUENTE CALIFAL DE RIOFRÍO. LOS APORTES DE SIERRA GORDA A ESTE ÚLTIMO PUNTO CONSTITUYEN EL 91% DEL TOTAL**



## 6. PROBLEMÁTICA EXISTENTE

Desde el punto de vista de la explotación de recursos, el principal problema se deriva de la extremada concentración de captaciones, tanto en el área central del acuífero detrítico del polje de Zafarraya como en el sector del acuífero carbonatado situado al este del polje. Ello provoca, durante la época de riegos, importantes descensos del nivel piezométrico y múltiples afecciones entre las captaciones. Por otro lado, existe el peligro de inundación del sector más occidental del polje, debido a la amplitud y rapidez del remonte del nivel piezométrico del acuífero carbonatado en momentos de intensa recarga.

El acuífero detrítico sufre problemas de salinización y nitrificación progresivos debido a la continuada concentración de las aguas de retorno de riego y al aporte de abonos orgánicos y minerales. La situación es notablemente mejor en el acuífero carbonatado, aunque su alto grado de vulnerabilidad puede favorecer la contaminación de los abastecimientos urbanos.

## 7. OPTIMIZACIÓN Y GESTIÓN

Los recursos hídricos de Sierra Gorda se encuentran regulados por los embalses de Iznájar y de la Viñuela; no obstante, en los próximos años cabe esperar que aumente la demanda en las proximidades del macizo, especialmente para riego. En las nuevas áreas de transformación urge la necesidad de diversificar los sectores de captación sobre el acuífero carbonatado, pese a que ello suponga mayores gastos energéticos. El aumento de las extracciones podría afectar a las explotaciones situadas en el borde septentrional del acuífero (piscifactorías, abastecimiento a Loja...) que actualmente se realizan casi sin ningún dispositivo regulador.



Panorámica del Polje de Zafarraya durante la última inundación (10-1-1997). (74)