

## ACUIFEROS CARBONATADOS: UNIDADES SUBBETICAS DEL SECTOR OCCIDENTAL ACUIFERO DE SIERRA GORDA

El acuífero de Sierra Gorda tal y como aquí se describe comprende, además del macizo carbonatado del mismo nombre, otro pequeño macizo situado al norte de éste, denominado Hacho de Loja, y un área deprimida endorreica que se localiza al sur de aquél: el polje de Zafarraya.

Una pequeña porción del área, en su extremo suroeste, pertenece a la provincia de Málaga y corresponde también a la vertiente mediterránea. El resto del área, sin embargo, no vierte superficialmente a la cuenca del Guadalquivir en su totalidad, sino que una parte importante lo hace a la cuenca endorreica de Zafarraya.

El Hacho de Loja es un afloramiento bien individualizado que alcanza una altitud máxima de 1025 m, situado al norte del río Genil y de la ciudad de Loja. El acuífero está constituido por calizas y dolomías jurásicas de unos 600 m de potencia y superficie de afloramiento de 9 km<sup>2</sup>. El sustrato impermeable corresponde a materiales del Trías (Keuper). El acuífero está cubierto localmente por formaciones margosas cretácicas.

El macizo de Sierra Gorda propiamente dicho tiene una superficie aproximada de 260 km<sup>2</sup>. Los flancos del macizo suelen ser abruptos, mientras que la topografía de la parte superior es más suave, con alturas comprendidas normalmente entre 1400 y 1600 m, donde existe un espectacular desarrollo de formas kársticas de absorción.

Este macizo lo integran dos unidades diferentes: la de Sierra Gorda al norte y la de Zafarraya al sur. En la primera, el acuífero se desarrolla en calizas jurásicas de potencia superior, tal vez ampliamente, a los 500 m. El sustrato, verosíblemente triásico, no llega a aflorar. Al este del macizo, el acuífero aparece cubierto por formaciones cretácicas impermeables. La unidad de Zafarraya presenta una secuencia esencialmente carbonatada; en relación con ella existe una potente formación de litología diversa y edad mayoritariamente paleógena, que aflora al sur y al oeste del macizo (Complejo de Colmenar-Periana), de carácter impermeable en su conjunto.

En el polje de Zafarraya existe un relleno fundamentalmente detrítico, con espesor del orden del centenar de metros, compuesto por materiales margarenosos terciarios de permeabilidad variable y aluviones cuaternarios permeables, que se dispone sobre los materiales carbonatados del Macizo. Se evidencia una comunicación hidráulica entre ambos acuíferos, carbonatado y detrítico. El polje está recorrido longitudinalmente por el arroyo de la Madre, que, además de ceder parte de su caudal al acuífero cuaternario a lo largo de su cauce, se infiltra totalmente a través de unos sumideros, los cuales ocasionalmente pueden, en función de la pluviometría, actuar también como puntos de emisión. Estas características, junto a otras de tipo geomorfológico, unidas a su considerable extensión, del orden de 40 km<sup>2</sup>, hacen de este polje una de las formas kársticas más espectaculares en su género de todo el ámbito mediterráneo occidental.

Desde el punto de vista tectónico, se admite que la unidad de Zafarraya cabalga sobre la de Sierra Gorda, contacto que se halla afectado a su vez por fallas normales posteriores y sobre el cual se localiza el polje. El macizo principal, correspondiente a la unidad de Sierra Gorda, tiene una estructura antiformal a manera de gran domo alargado, afectado también por varios sistemas de fallas; se sospecha que esta unidad cabalga sobre la del Hacho de Loja, aspecto que, sin embargo, no puede observarse con claridad debido a los recubrimientos que enmascaran el contacto.

Los materiales discordantes que afloran en el borde oriental del acuífero están integrados por depósitos de conglomerados y calcarenitas, acuíferos, sobre los que se dispone una formación de margas y limos, a veces con yesos, de carácter impermeable. La potencia de esta serie neógena es de unos 250 m. Los materiales carbonatados jurásicos de las unidades de Sierra Gorda y Zafarraya forman un único conjunto hidrogeológico. La conexión también se sospecha en relación con la unidad del Hacho de Loja, ya que en ésta existe un drenaje visible cuya magnitud supera ampliamente los recursos propios de la misma, mientras que su eventual relación hidráulica con otros acuíferos en situación más septentrional parece difícil de mantener.

De manera general, el acuífero presenta los siguientes límites, todos ellos impermeables: metapelitas de la unidad de Sierra Tejada por el sureste; materiales del Complejo de Colmenar-Periana por el suroeste y oeste; materiales del Trías (Keuper) por el noroeste y norte y materiales cretácicos y neógenos por el este. Con estos condicionantes, no deben ser importantes las salidas subterráneas hacia acuíferos adyacentes.

En el macizo de Sierra Gorda se han determinado valores de transmisividad entre 100 y 900 m<sup>2</sup>/día. Registros piezométricos en relación con los acuíferos del polje de Zafarraya ponen de manifiesto, para el acuífero kárstico profundo, un flujo subterráneo de componente norte en aguas altas y una divisoria con direcciones hacia el norte y el sur en estiaje, todo ello en el sector occidental del polje. La profundidad del nivel varía, según los sectores, entre 25 y 100 m, con fluctuaciones importantes (se han citado de hasta 100 m). Un sondeo efectuado en las inmediaciones del manantial de Guaro ha registrado variaciones de nivel de 40 m, siempre en estrecha relación con la distribución pluviométrica.

El acuífero relacionado con los materiales cuaternarios del polje presenta el nivel piezométrico muy próximo a la superficie, con fluctuaciones escasas. Existen casi 400 captaciones de pequeña profundidad y gran diámetro que en su mayoría proporcionan caudales reducidos (unos 10 l/s) a costa de grandes descensos (varios metros) y tiempos de recuperación largos (más de dos horas). La superficie piezométrica del acuífero pone de manifiesto un drenaje hacia los sectores donde se localizan los sumideros así como la existencia de recarga procedente del arroyo de la Madre.

En condiciones de pluviometría normal, debido al potencial hidráulico de ambos acuíferos, el superficial alimenta al profundo. Los acuíferos intermedios entre ambos, correspondientes a tramos permeables dentro de la serie neógena de relleno, presentan un comportamiento desigual, según se hallen o no conectados con el acuífero kárstico.

Aproximadamente el 90 % de la descarga se produce por una serie de manantiales concentrados en el extremo septentrional del macizo de Sierra Gorda. Las cotas de surgencia oscilan entre 445 y 530 m, lo que supone un gradiente aproximado del 1.6 % respecto a la cota registrada en el borde oeste del polje. Del orden del 10 % de la descarga se realiza en el borde meridional, a través del manantial de Guaro (703 m de cota), con un gradiente aproximadamente doble del anterior.

Los manantiales de Río Frío y Plines son los más caudalosos; entre los dos suponen una aportación de casi 50 hm<sup>3</sup>/año. El manantial de Guaro registra las mayores oscilaciones de caudal, entre cero y casi 2000 l/s, lo que indica que la parte que drena hacia el sur, a mayor cota, corresponde a un karst más desarrollado. Le siguen en irregularidad los manantiales de La Tajea y El Manzanil, los de mayor cota del sector septentrional. La menor

variabilidad corresponde al manantial del Frontil, en el borde sur del Hacho de Loja.

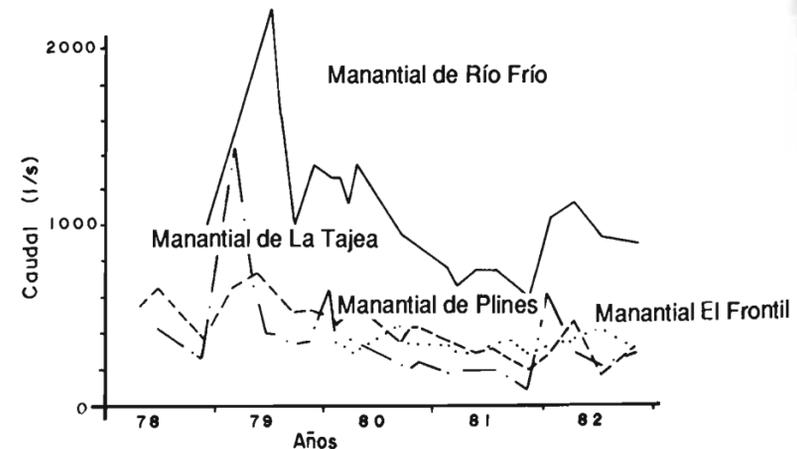
Las aguas del acuífero presentan salinidad inferior a 600 mg/l. Se aprecia una buena correlación inversa entre la conductividad eléctrica del agua y la cota de surgencia del manantial del que proceden, siendo aquella máxima en el caso del Frontil. Predomina la facies hidroquímica bicarbonatada cálcica y cálcico-magnésica.

En las aguas del acuífero cuaternario del Polje domina la facies bicarbonatada magnésica, mientras que su sector central presenta facies sulfatadas cálcico-magnésicas. El efecto de las actividades agrícolas sobre este acuífero se pone de manifiesto también en contenidos de nitratos generalmente superiores a 50 mg/l y que llegan a rebasar localmente los 100 mg/l.

En Alhama de Granada existe un importante manantial termal (Los Baños), de salinidad cercana a 850 mg/l y facies sulfatada magnésico-cálcica. Junto a Salar también existe descarga de carácter termal (manantiales de El Bañuelo y El Membrillo), de aguas con salinidad semejante a los Baños de Alhama, aunque con temperatura de surgencia inferior. La alineación de estas manifestaciones hidrotermales parece coincidir con la traza de una de las fracturas, de dirección aproximada N30°W, que delimitan por el este al macizo de Sierra Gorda.

Los recursos totalizan 115 hm<sup>3</sup>/año, de los que 112 hm<sup>3</sup>/año pueden considerarse como aportes propios. De dicha cifra, aproximadamente 12 hm<sup>3</sup>/año corresponden al drenaje visible en relación aparente con el Hacho de Loja y 3 hm<sup>3</sup>/año son imputables a percolación de aguas superficiales en el polje de Zafarraya. Los bombeos se han evaluado en 3.5 hm<sup>3</sup>/año. El resto de los recursos, casi 111 hm<sup>3</sup>/año, se drenan por manantiales.

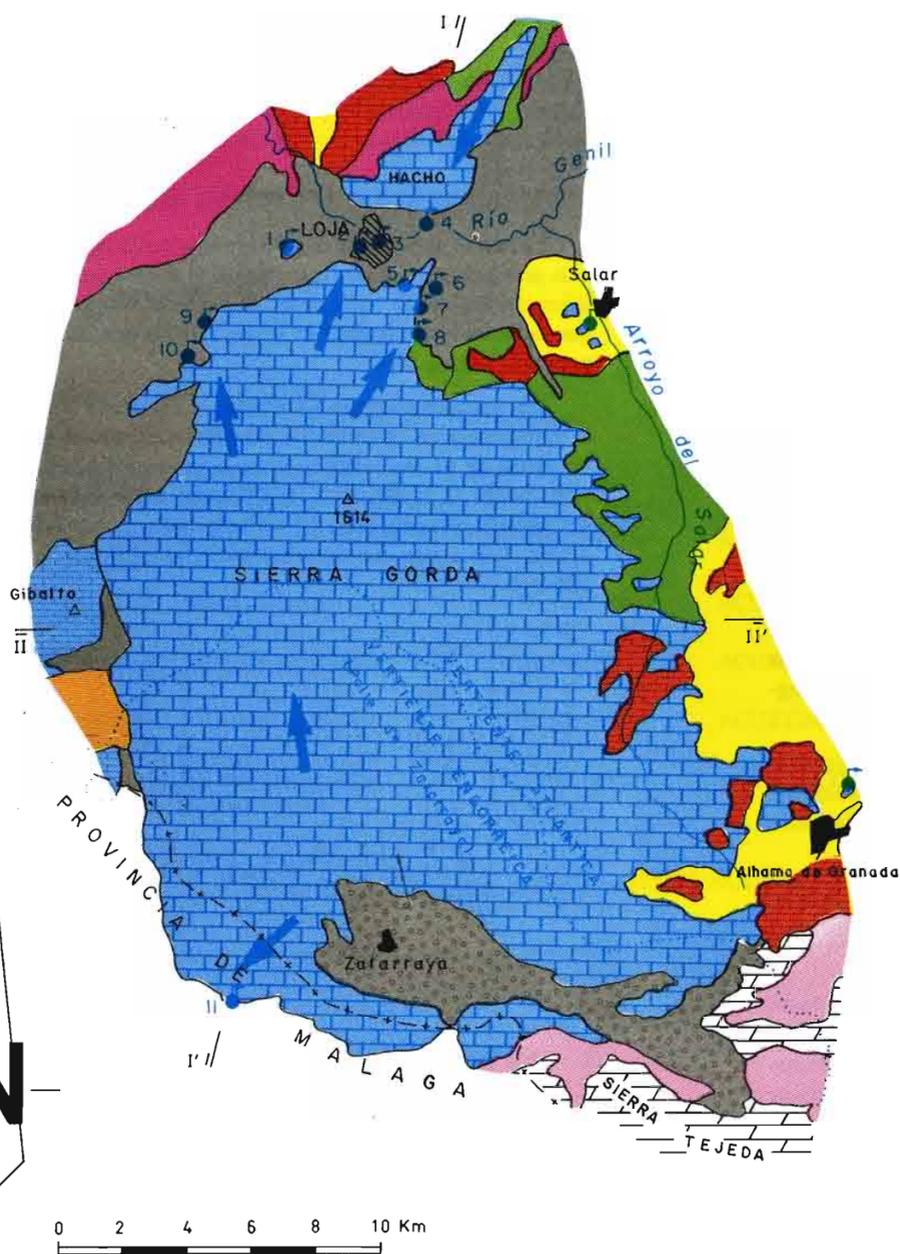
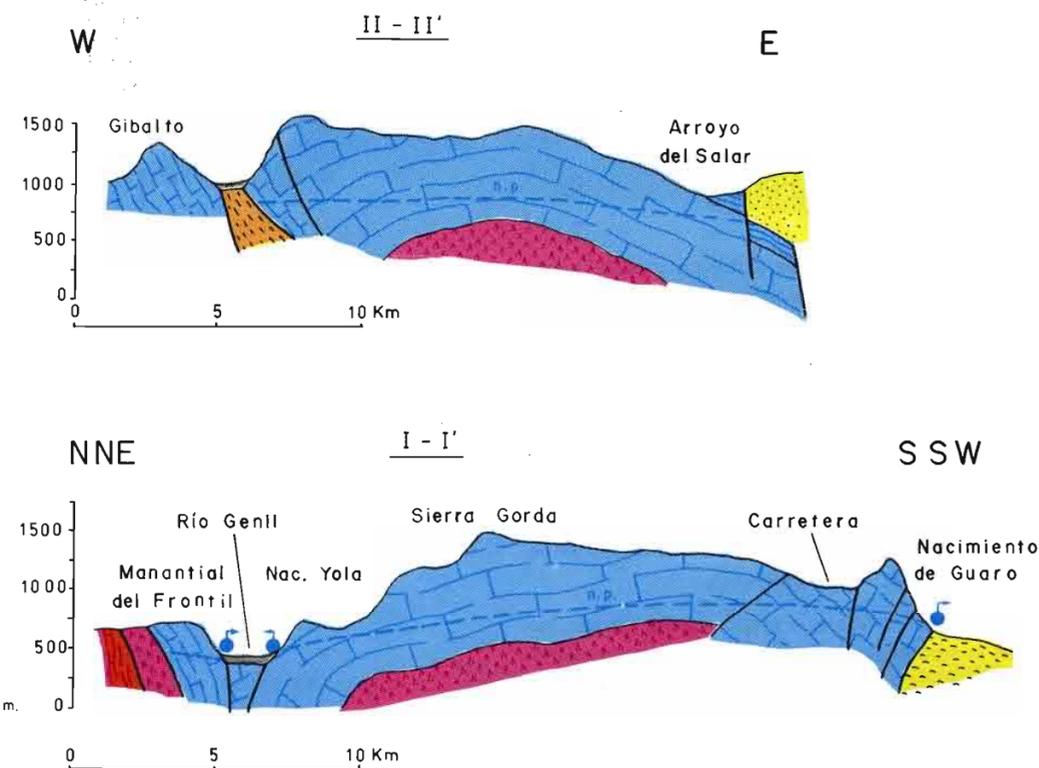
Por último, y dada su proximidad al borde oeste del macizo de Sierra Gorda, se incluye en este apartado un breve comentario acerca del acuífero de Gíbalto, que en parte se prolonga hacia la provincia de Málaga. El acuífero también está integrado por calizas y dolomías jurásicas, con potencia superior a 200 m y una extensión de afloramiento de 10.5 km<sup>2</sup>. La estructura de la unidad es muy compleja y, como consecuencia, el acuífero se halla compartimentado y drena hacia varios sectores, fundamentalmente hacia el norte y el oeste. El principal de los manantiales asociados a este acuífero, ya en la provincia de Málaga, pertenece a la vertiente mediterránea (cuenca del río Guadalhorce). No existen bombeos. Los recursos, por aportes propios exclusivamente, se cifran en unos 5 hm<sup>3</sup>/año; las salidas por manantiales son del orden de 3 hm<sup>3</sup>/año; la diferencia debe drenarse de manera subterránea hacia formaciones adyacentes más o menos permeables.





# ACUIFERO DE SIERRA GORDA

## CORTES HIDROGEOLOGICOS



## LEYENDA

LITOLOGIA	EDAD	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO	SIMBOLOGIA	
Conglomerados, gravas, arenas y limos.	CUATERNARIO	ACUIFERO	<p>Manantiales:</p>	
Limos y margas.	NEOGENO	ACUICLUDO		
Calcarenitas.	NEOGENO	ACUIFERO		
Arcillas, margas y areniscas.	PALEOGENO	ACUICLUDO		
Margas y margocalizas.	CRETACICO	ACUICLUDO		
Calizas y dolomías, a) Sierra Gorda-Hacho, b) Gibalto	JURASICO	ACUIFERO		
Arcillas y margas con yesos.	TRIASICO	ACUICLUDO		
Metapelitas.	PALEOZ.-TRIAS	ACUICLUDO/ACUIFUGO		
Mármoles calizo-dolomíticos alpujárrides.	TRIASICO	ACUIFERO		
				Dirección aproximada de flujo subterráneo
				Divisoria de cuencas hidrográficas
			Situación de los cortes	