

62785

INFORME FINAL DE LOS ACUÍFEROS
DEL CAMPO DE GIBRALTAR, PARA
EL ATLAS HIDROGEOLÓGICO DE
CÁDIZ (edición 2004)

Autor: Javier Gollonet Fernández de Trespalacios

SEPTIEMBRE 2004



MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME	Identificación: N° SICOAN 2002047 H2.046.04
	Fecha: enero 2002- diciembre 2004
TÍTULO: Informe final de los acuíferos del Campo de Gibraltar, para el Atlas Hidrogeológico de Cádiz (edición 2004).	
PROYECTO: Elaboración del Atlas Hídrico de la provincia de Cádiz.	
<p>RESUMEN:</p> <p>El Proyecto "Elaboración del Atlas Hídrico de la provincia de Cádiz" se inicia en el 2002 dentro del Convenio Marco de colaboración entre la Excm. Diputación Provincial de Cádiz y el Instituto Geológico y Minero de España. El Atlas recogerá, de forma ilustrada y actualizada, los principales trabajos relacionados con las aguas subterráneas e infraestructuras de aguas superficiales, así como las principales características geográficas, socioeconómicas, edafológicas y también geológicas de la provincia de Cádiz. Así mismo, a la vista del interés creciente de la sociedad por las aguas mineromedicinales, termales de bebida envasadas y, en general, por todo aquello que signifique una mejora en la conservación y protección del medio hídrico, se prestará especial atención a éstos aspectos, al igual que a los aspectos que relacionan el agua y el medio ambiente.</p> <p>El Atlas se compone de 18 capítulos temáticos de los cuales el capítulo 12 (Principales acuíferos) incluye 15 subcapítulos que corresponden con los acuíferos de la provincia. El subcapítulo 12.14 trata de los Acuíferos del Campo de Gibraltar, respecto al cual se redacta el informe adjunto.</p>	
Revisión Nombre: Miguel Martín Machuca Unidad: OP del IGME en Sevilla Fecha: Sevilla octubre de 2004	Autores: Javier Gollonet Fernández de Trespalacios. Responsable: Juan Antonio López Geta

Javier Gollonet Fernández de Trespalacios

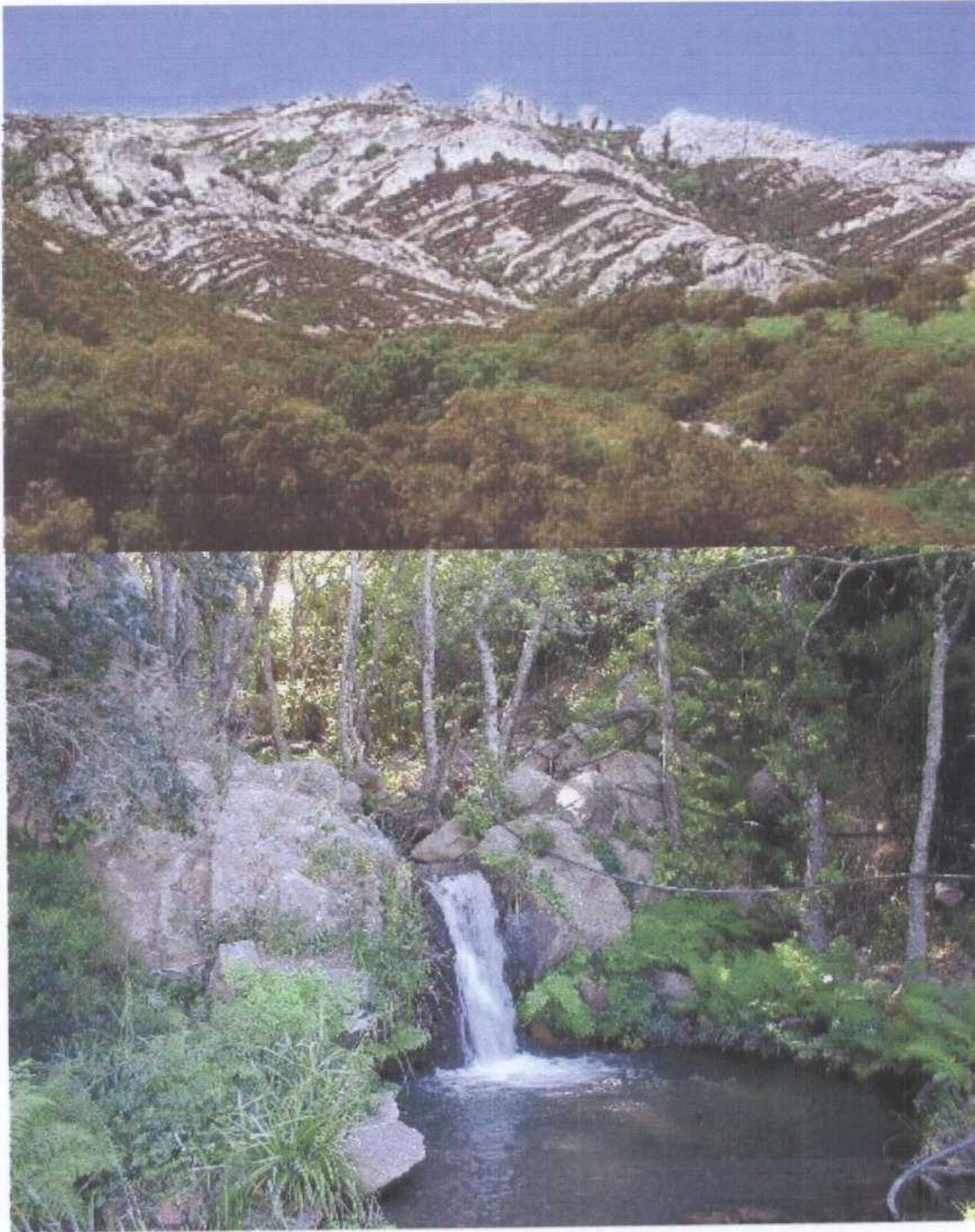
Hidrogeólogo

Paseo de Ronda 75-1º, oficina 5

Tfno y Fax: 958-251083

e-mail.- gollonet@terra.es

18004-Granada



Informe final de los Acuíferos del Campo de Gibraltar,
para el Atlas Hidrogeológico de Cádiz (edición 2004)

CLIENTE:

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

SEPTIEMBRE 2004

12.14.- ACUÍFEROS DEL CAMPO DE GIBRALTAR

1.- SITUACIÓN Y LÍMITES

Dentro del grupo denominado Acuíferos del Campo de Gibraltar se incluyen un conjunto de acuíferos de una cierta entidad situados al sur y sureste de la provincia de Cádiz y dentro de los límites de la comarca natural del mismo nombre.

La Comarca del Campo de Gibraltar, situada en el extremo más meridional de la Península Ibérica, tiene una extensión de 1.512 km² lo que representa una quinta parte de la superficie de la provincia. Se incluyen en esta comarca los municipios de Algeciras, Castellar de la Frontera, Jimena de la Frontera, La Línea de la Concepción, Los Barrios, San Roque y Tarifa. La población del área supera los 240.000 habitantes de los que cerca del 90 % se concentran en la Bahía de Algeciras, donde destacan los núcleos de Algeciras, con 107.584 habitantes y La Línea con 60.304, según datos del Instituto Nacional de Estadística en 2003.

Dentro de las Unidades Fisiográficas definidas en la provincia, en la Comarca del Campo de Gibraltar se diferencian las subunidades de las Sierras del Aljibe y Campo de Gibraltar que la recorren de norte a sur en su mitad oeste, la Campiña del Campo de Gibraltar que ocupa su mitad este y las Vegas y Valles Fluviales de Palmones-Guadarranque y Guadiaro-Hozgarganta así como parte de la de Barbate-La Janda.

Los límites geográficos vienen definidos por los de los mencionados términos municipales y son, al sur y sureste, el Mar Mediterráneo hasta Tarifa; al suroeste, el Océano Atlántico desde Tarifa hasta Zahara de los Atunes; al norte y noreste, la provincia de Málaga y, al noroeste, otros municipios de la provincia de Cádiz como Medina Sidonia, Vejer de la Frontera, Alcalá de los Gazules y Barbate. Este último límite coincide en algunos sectores con la divisoria de las vertientes Atlántica y Mediterránea.

Los acuíferos que se localizan en la comarca son los siguientes:

- Acuífero Plioceno de Guadarranque-Palmones, situado aproximadamente entre las localidades de Algeciras, Los Barrios y la cabecera del Río Guadarranque.
- Acuífero Plioceno de Sotogrande, situado al sureste de Sierra Almenara y en ambas márgenes del Río Guadiaro junto a su desembocadura.
- Acuífero Cuaternario de La Línea, que ocupa el istmo que une el Peñón de Gibraltar a la Península Ibérica.
- Acuífero Aluvial del Guadiaro y Hozgarganta, sobre los aluviales de los mencionados ríos.
- Acuíferos de las Areniscas del Aljibe que son un conjunto de pequeños acuíferos aislados con una amplia distribución en la comarca y que se extienden más allá de sus límites y en menor medida en la vecina provincia de Málaga.

Figura 1

Administrativamente, estos acuíferos se incluían en las Unidades Hidrogeológicas 06.47 Guadiaro-Hozgarganta, 06.48 Plioceno de Sotogrande, 06.49 Guadarranque-Palmones y 06.50 La Línea según el Catálogo Oficial de unidades hidrogeológicas del territorio Peninsular e Islas Baleares (MOPU-IGME, 1988). Este aspecto se encuentra actualmente en revisión por el organismo de cuenca. Las Areniscas del Aljibe no se incluían en ninguna unidad hidrogeológica.

Estos acuíferos se encuentran situados principalmente dentro de las hojas del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1/50.000, de Jimena de la Frontera (1071), Tahivilla (1074), San Roque (1075), Tarifa (1077) y La Línea (1078).

2.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

2.1.- Climatología

El área presenta un clima mediterráneo subtropical en la parte sureste y este, mediterráneo oceánico en la suroeste y mediterráneo semi-continental en el resto.

Los datos pluvio-termométricos y de evapotranspiración potencial representativos de la zona y correspondientes al período 1961-1981 son los siguientes (IGME, 1982):

Precipitación media anual: 700-1.500 mm

Temperatura media anual: 17 °C

Evapotranspiración potencial anual: 845 mm

La lluvia útil media anual estimada para el periodo oscila entre 239 mm para la zona suroeste y 1000 mm para las elevaciones importantes situadas al norte.

2.2.- Hidrología

El Campo de Gibraltar se sitúa entre las cuencas hidrográficas del Sur y del Guadalquivir, concretamente en el sector Guadalete-Barbate.

Los ríos principales dentro de la Cuenca Sur son el Guadarranque, el Palmones y el Guadiaro, con su afluente el Hozgarganta. En cuanto a la Cuenca del Guadalquivir, destacan el Río Almodóvar y un corto tramo del Río Alberite, ambos afluentes del Río Barbate.

En cuanto a regulación superficial, existen tres embalses que son el de Guadarranque, en el río del mismo nombre y con una capacidad de 78 hm³, el de Charco Redondo con 73 hm³ en el Río Palmones y el de Almodóvar que embalsa dicho río y tiene 6 hm³ de capacidad.

3.- HIDROGEOLOGÍA

3.1.- Contexto geológico

La región se localiza en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas. Dentro de los grandes dominios tecto-paleogeográficos en los que se estructuran tradicionalmente dichas cordilleras (las

conocidas Zonas Externas, Zonas Internas y el Complejo del Campo de Gibraltar, situado entre ambas) los acuíferos de la Comarca del Campo de Gibraltar se localizan principalmente dentro de esta última y en los materiales postorogénicos que son los depositados después de las principales fases de plegamiento de la Orogenia Alpina.

Materiales preorogénicos. Complejo del Campo de Gibraltar:

Está formado principalmente por rocas de naturaleza arcilloso-margosa y alternancias de areniscas y arcillas tipo flysch junto con calizas con "Microcodium", calizas arenosas y biocalcarenititas del Paleoceno-Eoceno inferior. Las unidades que componen el Complejo constituyen un apilamiento de mantos de corrimiento cuyo emplazamiento tuvo lugar por tectónica gravitacional. Se diferencian tres unidades denominadas Unidad Algeciras, Unidad Intermedia y Unidad del Aljibe, esta última considerada la más elevada del edificio estructural.

Materiales postorogénicos

Están constituidos por materiales detríticos de edad Plioceno y Cuaternario. Los primeros son principalmente arenas finas, margas arenosas, niveles de calizas arenosas y conglomerados que rellenan relieves preexistentes alcanzando su mayor desarrollo en dos antiguas penetraciones del mar a lo largo de los ríos Guadarranque-Palmones y Guadiaro. Los depósitos cuaternarios constituyen el recubrimiento más superficial de la zona y están formados por materiales detríticos de granulometría variable (arcillas, limos, arenas y gravas) generalmente sin cementar. Entre ellos cabe diferenciar depósitos de ladera, fluviales y eólicos.

3.2.- Características hidrogeológicas

Entre los materiales anteriormente descritos, pueden considerarse acuíferos los detríticos, en mayor o menor grado permeables, del Plioceno y Cuaternario de los aluviales de los principales ríos de la zona y las areniscas de las facies flysch (Areniscas del Aljibe) que tienen también cierto interés desde el punto de vista hidrogeológico aunque en su conjunto presentan un comportamiento semipermeable. Por el contrario, el resto de los materiales del Complejo del Campo de Gibraltar, con predominio de formaciones arcillosas, se comportan como impermeables.

El esquema hidrogeológico de la zona se compone, por consiguiente, de un substrato impermeable formado por los materiales arcillosos de las principales formaciones de la zona (Algeciras, Benaiza y otras) sobre el que se disponen, por una parte, numerosos acuíferos aislados de baja permeabilidad (Areniscas del Aljibe) y, por otra, diversos acuíferos formados por materiales postorogénicos.

3.2.1.- Descripción general

• ***Acuífero Pliocuaternalio de Guadarranque-Palmones***

Lo constituyen los depósitos del Plioceno y Cuaternario que se extienden por la margen izquierda del Río Guadarranque y en la cuenca baja de este y del Río Palmones ya en las proximidades de su

base", marga-arcillosa, de gran variedad lateral y una formación superior, las "Areniscas del Aljibe", caracterizadas por una alternancia de gruesos bancos de areniscas constituidas mayoritariamente por cuarzo (75 a 99%), feldspatos y fragmentos de otras rocas, con arcillas y limos pudiendo alcanzar los 1.000 m de espesor. Su edad se atribuye al Mioceno inferior.

Las Areniscas del Aljibe constituyen acuíferos de permeabilidad mixta por porosidad intergranular y fracturación, baja en ambos casos, compartimentados en numerosos sectores con comportamiento independiente y delimitados por los límites geológicos de sus afloramientos.

El impermeable de base está constituido por la propia serie de base de la Unidad del Aljibe en la mayor parte de los casos o por materiales arcillosos de las diversas unidades del Campo de Gibraltar.

3.2.2.- Parámetros hidráulicos

Los parámetros hidráulicos obtenidos en el Acuífero Pliocuaternal de Guadarranque-Palmones oscilan entre 10^{-3} y 2×10^{-5} m²/s para la transmisividad y entre 3×10^{-4} y 5×10^{-4} para el coeficiente de almacenamiento. Los caudales de los sondeos generalmente son próximos a 10-15 l/s, con máximos de 30 l/s.

PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO PLIOCENO GUADARRANQUE-PALMONES				
Acuífero	Sondeo Nº	Transmisividad (m ² /s)	Coficiente de almacenamiento	Año
Plioceno	1447-2-0001	$1,85 \times 10^{-5}$	-	1982
Plioceno	1447-2-0002	$2,3 \times 10^{-3}$	-	1982
Plioceno	1447-2-0003	$2,3 \times 10^{-3}$	-	1982
Plioceno	1447-2-0005	$6,9 \times 10^{-4}$	-	1982
Plioceno	1447-6-0080	$1,39 \times 10^{-4}$	-	1982
Plioceno	1448-1-0001	1×10^{-3}	-	1983
Plioceno	1448-1-0002	$8,3 \times 10^{-4}$	$3 - 5 \times 10^{-4}$ (*)	1983

(*): Calculado usando como piezómetro el sondeo 1448-1-0001

En el Acuífero Plioceno de Sotogrande no se dispone de datos referentes a ensayos de bombeo aunque se puede estimar una transmisividad comprendida entre 10^{-2} y 10^{-3} m²/s y una porosidad eficaz del 2 y 4% o ligeramente superior (IGME 1982). Los sondeos existentes pueden proporcionar caudales de hasta 30 l/s (punto 1447-3-0040) aunque la mayoría son inferiores a 20 l/s.

Las transmisividades en el Acuífero Cuaternario de La Línea son muy bajas, entre 10^{-3} y 10^{-4} m²/s (ITGE 1998). Los caudales de los pozos, aunque de poca profundidad, llegan hasta los 10 l/s aunque generalmente son inferiores a 5 l/s (IGME 1982).

En el Acuífero Aluvial del Guadiaro y Hozgarganta las transmisividades son del orden de 10^{-3} y 10^{-4} m²/s (ITGE 1998). Los caudales de los pozos y sondeos llegan hasta los 30-40 l/s existiendo pozos Fehlmann con caudales de hasta 50 l/s para descensos inferiores a 1 m (IGME 1982).

Foto Pozo Fehlmann

Las Areniscas del Aljibe presentan valores de permeabilidad, obtenidos en sondeos geotécnicos, de entre $1,55 \times 10^{-7}$ y $7,3 \times 10^{-7}$ m/s, valores realmente bajos, propios ya de materiales impermeables, si bien a escala de afloramientos deben presentar valores algo superiores, especialmente en zonas con mayor fracturación.

3.2.3.- Funcionamiento hidráulico-Piezometría

- **Acuífero Pliocuaternalio de Guadarranque-Palmones**

La alimentación del sistema se produce por infiltración de la precipitación sobre los afloramientos permeables, de la escorrentía procedente de los materiales impermeables del borde y de parte del agua utilizada para riego. La descarga se realiza por extracción mediante bombes para abastecimiento y regadío y de forma natural por drenaje superficial a través de los ríos y arroyos así como por drenaje subterráneo al mar, a lo largo de una zona de contacto de unos 4'5 Km de largo.

La profundidad hasta el agua no supera los 70 m y en la mayor parte del acuífero no supera los 20 m. En los depósitos aluviales y litorales es generalmente inferior a 5 m.

La superficie piezométrica se adapta, a grandes rasgos, a la topografía, y se sitúa a cotas comprendidas entre 100 y 0 m s.n.m., por lo que las direcciones del flujo subterráneo coinciden con las líneas de máxima pendiente topográfica en las distintas zonas. Además, los ríos y arroyos, especialmente el Guadarranque, actúan como drenajes del acuífero. El gradiente hidráulico oscila entre el 1 y el 4%.

Figura 2 Piezometría Guadarranque

- **Acuífero Plioceno de Sotogrande**

El sistema se alimenta por infiltración de la precipitación sobre sus afloramientos permeables y de la infiltración de la escorrentía procedente de los materiales impermeables de borde. La descarga tiene lugar por drenaje superficial de los arroyos La Morra, Guadalquítón y el Río Guadiaro y por drenaje subterráneo al mar a lo largo de un frente de 5 km.

La profundidad del agua es siempre inferior a 10 m y la superficie piezométrica debe oscilar entre 80 y 0 m s.n.m. desde los bordes hasta la costa en función de la topografía. El espesor saturado está comprendido entre 0 y 70-80 m con una media de 30 m.

• **Acuíferos de las Areniscas del Aljibe**

La alimentación de estos acuíferos tiene lugar exclusivamente por la infiltración del agua de lluvia caída sobre sus afloramientos, produciéndose la descarga por numerosísimas surgencias y zonas de drenaje dispersas que oscilan entre cotas de 200 y más de 600 m s.n.m..

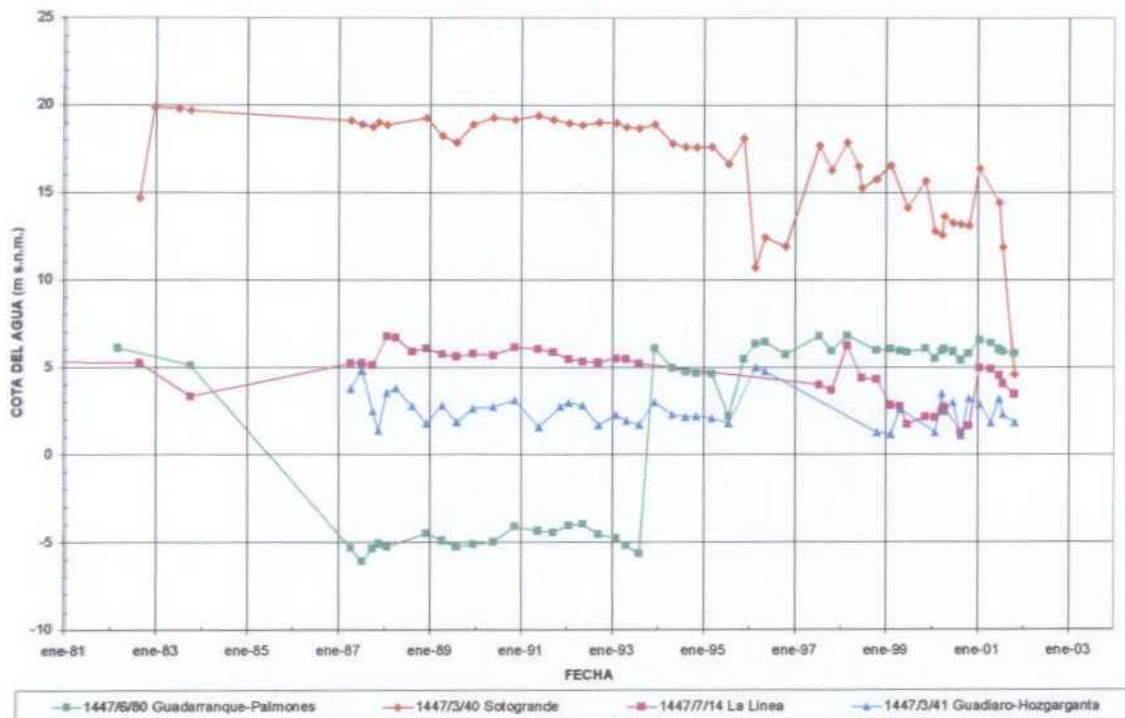
Debido a su naturaleza dispersa, no se puede hablar de la existencia de una única superficie piezométrica en estos materiales, sino más bien de diversos niveles acuíferos superpuestos, parcialmente desconectados entre sí, que dan lugar a numerosos puntos de surgencia a distintas cotas y con exiguos caudales.

Existe en los acuíferos del Campo de Gibraltar, una red de control piezométrico diseñada y controlada por el IGME hasta el año 2001 donde se efectuaban medidas periódicas de nivel desde 1974. Esta red estaba compuesta por los 15 puntos de control que figuran en la tabla siguiente.

RED DE CONTROL PIEZOMÉTRICO DEL IGME							
Acuífero	Nº Piezómetro	Coordenadas UTM (Huso 30S)			Prof. (m)	Naturaleza	Nombre
		x	y	z			
Guadiaro-Hozgargan.	1447-3-0007	293460	4020614	5,71	12	Pozo Fehlmann	Pozo Gral. Abto. Sotogrande
	1447-3-0041	293067	4021716	7,00	10	Pozo Fehlmann	Abto. S. Enrique de Guadiaro y S. Martín del Tesorillo
Sotogrande	1447-3-0042	291919	4017575	70,00	65	Sondeo	Chalet S ^a . Anik
	1447-3-0040	293900	4018825	20,00	70	Sondeo	Sondeo Paniagua
Guadarranque-Palmones	1447-2-0026	285910	4019440	126,00	176	Sondeo	Romeral 2
	1447-2-0027	285370	4018520	135,00	203	Sondeo	Romeral 1
	1447-6-0080	281096	4012040	8,00	28	Sondeo	Los Timbales
	1448-1-0045	277533	4004540	20,00	35	Sondeo	Granja Vista Alegre
La Línea	1447-7-0004	290308	4008261	4,00	5	Pozo	Huerta González-Zabal
	1447-7-0014	289012	4007039	9,00	8	Pozo	Huerta Molina
	1447-7-0015	289012	4006800	9,00	7	Pozo	Granja Rocio

Los datos de esta red ponen de manifiesto, como se ilustra en la figura adjunta, que el nivel piezométrico en los acuíferos aluviales de Guadarranque-Palmones y Guadiaro-Hozgarganta permanece más o menos constante a lo largo del tiempo, lo que es lógico ya que se trata de acuíferos aluviales ligados hidráulicamente a los ríos principales. En el caso de los acuíferos del Cuaternario de La Línea y del Plioceno de Sotogrande, se observa una tendencia descendente poco acusada en el primero (0,24 m/a) y algo mas elevada (0,42 m/a) en el segundo, aunque en ambos casos poco significativas.

EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE LOS ACUÍFEROS DEL CAMPO DE GIBRALTAR



4.- HIDROQUÍMICA

4.1.- Calidad química o natural

Los acuíferos del Campo de Gibraltar presentan una amplia variedad de facies. Así, en el Pliocuaternario de Guadarranque-Palmones predominan las aguas bicarbonatadas cálcicas en los depósitos pliocenos y sulfatadas y cloruradas, magnésicas y sódicas en los cuaternarios; las facies predominantes en el Plioceno de Sotogrande son las bicarbonatadas cálcicas al igual que en los depósitos aluviales del Guadiaro y Hozgarganta y, en el Cuaternario de La Línea, las sulfatadas cálcicas y cloruradas cálcicas; en las Areniscas del Aljibe aparecen facies cloruradas cálcicas, bicarbonatadas cálcicas y cloruradas sódicas (ITGE-Junta de Andalucía, 1998).

En general son aguas poco mineralizadas, con totales de sólidos disueltos inferiores en la mayor parte de los casos a 1.000 mg/L, superándose este valor solamente en algunos puntos del Pliocuaternario de Guadarranque-Palmones y del Cuaternario de La Línea. Destacan las aguas procedentes de las Areniscas del Aljibe, con valores predominantes inferiores a 100 mg/L, que se pueden calificar como excepcionales en aguas subterráneas.

Las aguas presentan normalmente una buena calidad, desde el punto de vista fisicoquímico, siendo aptas para todos los usos; se puede hablar incluso de una excelente calidad en el caso de las Areniscas del Aljibe (ITGE-Junta de Andalucía, 1998).

En cuanto a su uso para riego, el agua del Acuífero Aluvial del Guadarranque-Palmones pertenece al grupo C1-S1 con conductividades menores a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las del Cuaternario de La Línea son predominantemente C2-S1 y las del Aluvial del Guadiaro-Hozgarganta se encuentran entre C3-S1 y C2-S1 con conductividades comprendidas entre 600 y 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (ITGE, 1994)

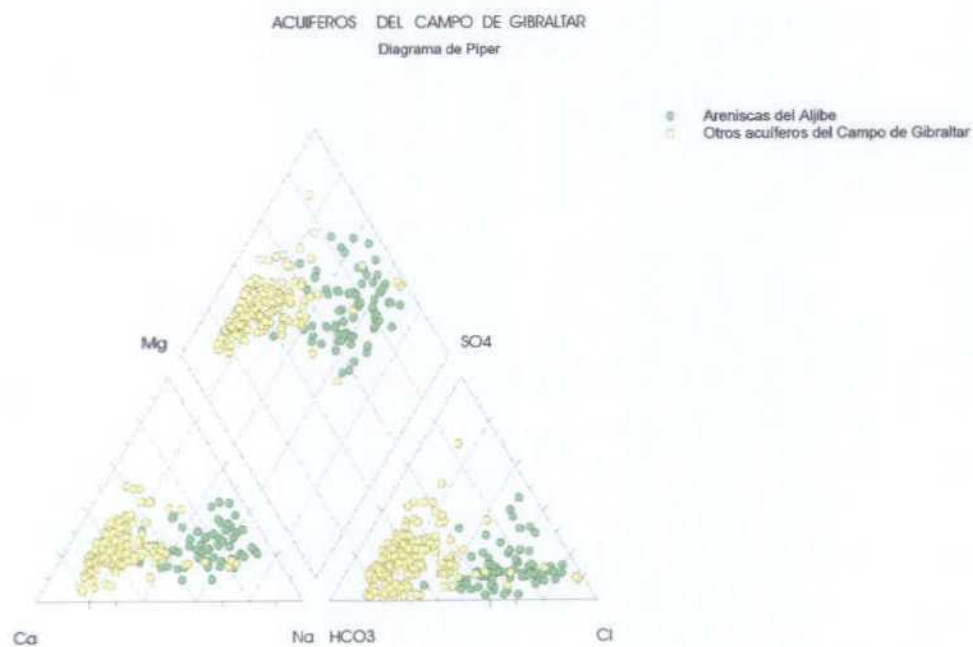
En la base de datos AGUAS del IGME existen 249 análisis fisicoquímicos cuyos valores característicos para todos los acuíferos del Campo de Gibraltar se resumen en la tabla siguiente.

Características químicas de los acuíferos del Campo de Gibraltar				
mg/L	Máximo	Mínimo	Promedio	Mediana
Cl	3000	11	84	41
SO ₄	576	1	59	43
HCO ₃	479	2	211	240
NO ₃	180	0	19	8
Na	1528	6	47	24
Mg	192	1	20	17
Ca	412	1	73	82
K	230	0	4	2
Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	9551	76	633	626

Por acuíferos, existen importantes diferencias en la calidad del agua entre las procedentes de las Areniscas del Aljibe y el resto. Este aspecto se pone de manifiesto en la tabla siguiente, que recoge el valor más frecuente (mediana) de los principales parámetros analizados para cada acuífero, destacando los bajos contenidos iónicos y la baja conductividad de las Areniscas del Aljibe.

Mediana de los principales parámetros químicos en los acuíferos del Campo de Gibraltar					
mg/l	Areniscas del Aljibe	Guadiaro-Hozgarganta	Guadarranque-Palmones	Cuaternario de La Línea	Plioceno de Sotogrande
Cl	20	42	65	78,5	55
SO ₄	5	75	53,5	68	16
HCO ₃	15	297	276	232	306
NO ₃	1	13	12,5	41	9
Na	12	29	32,5	47	24
Mg	3	29	22	18,5	12
Ca	4	91	97	93	98
K	1	2	1,5	9,5	1
Cond. (μS/cm)	95	701	769	766	657

Esta diferenciación también se observa en el Diagrama de Piper, donde se representan todos los análisis químicos realizados. Las muestras de las Areniscas del Aljibe se agrupan en la zona correspondiente a cloruradas sódicas y se distinguen claramente de las del resto de acuíferos del Campo de Gibraltar, a excepción de algunas muestras procedentes de puntos en los que se han detectado signos temporales de intrusión (si bien éstas presentan conductividades muy superiores).



La red de control de calidad del IGME en los acuíferos del Campo de Gibraltar, operativa hasta el año 2001, cuenta con 13 puntos de control en los que se han tomado muestras periódicamente para su análisis desde 1983.

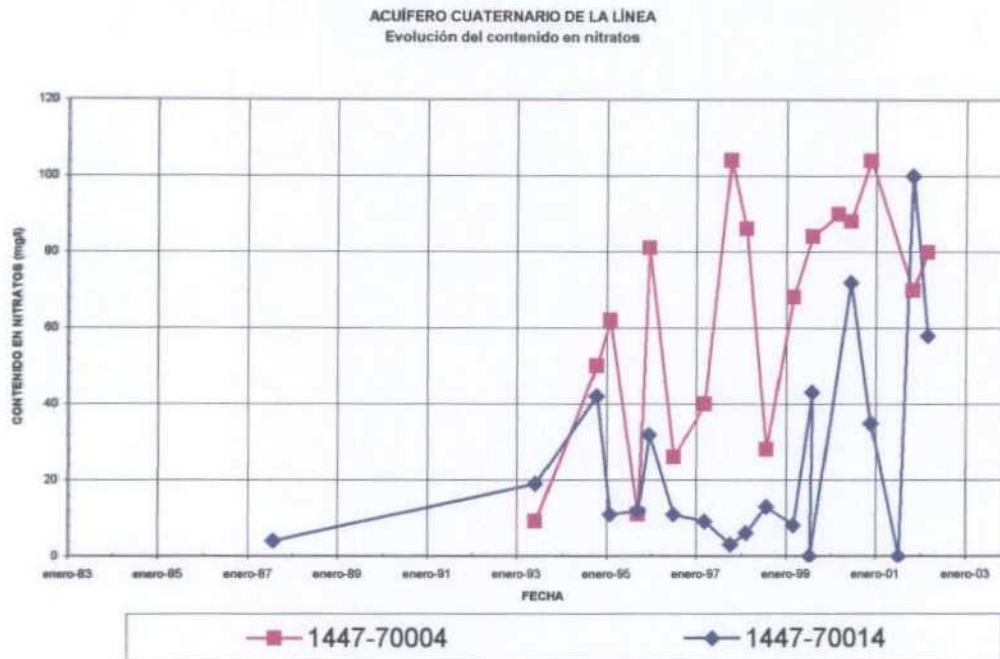
RED DE CONTROL DE CALIDAD DEL IGME							
Acuífero	Nº Red Calidad	Coordenadas UTM (Huso 30S)			Prof. (m)	Naturaleza	Nombre
		x	y	z			
Guadiaro-Hozgarganta	1446-2-0003	284414	4033383	20,00	10	Pozo con taladros	Abto. Jimena-Los Ángeles
	1446-2-0004	284346	4039106	35,00	10	Pozo	Antiguo Abto. San Pablo de Buceite
	1446-7-0004	292761	4025115	10,00	10	Pozo	Antiguo Abto. S. Martín del Tesorillo
	1447-3-0007*	293460	4020614	5,71	12	Pozo Fehlmann	Pozo Gral. Abto. Sotogrande
	1447-3-0041	293067	4021716	7,00	10	Pozo Fehlmann	Abto. S. Enrique de Guadiaro y S. Martín del Tesorillo
Sotogrande	1447-3-0040*	293900	4018825	20,00	70	Sondeo	Sondeo Paniagua
	1447-3-0044*	294917	4017508	4,00	20	Sondeo	Sondeo D. Francisco
Guad-Palm.	1447-2-0005	282824	4017276	60,00	86	Sondeo	Sondeo Castellar IV
La Línea	1447-7-0004*	290308	4008261	4,00	5	Pozo	Huerta González-Zabal
	1447-7-0014*	289012	4007039	9,00	8	Pozo	Huerta Molina
Areniscas Aljibe	1348-4-0007	269980	3998360	520,00	-	Manantial	La Palanca (Abto. Tarifa)
	1348-4-0008	272653	4002967	250,00	-	Manantial	El Prior (Abto. Los Barrios)
	1448-1-0095	275532	3999480	200,00	-	Manantial	Manantiales El Cobre (Abto. Algeciras)

* Puntos que también forman parte de la Red de Intrusión

4.2.- Contaminación y vulnerabilidad

Debido a su carácter detrítico con permeabilidad, en general, no muy elevada, los acuíferos del Campo de Gibraltar presentan un riesgo de contaminación moderado frente a las actividades humanas desarrolladas en su superficie (agricultura, vertidos sólidos y líquidos, etc.). Además, en el caso del Pliocuaternario de Guadarranque-Palmones, la existencia en un amplio sector de una zona no saturada relativamente significativa, favorece esta defensa frente a la contaminación.

Únicamente en el Cuaternario de La Línea las aguas son de mala calidad para consumo humano debido a la contaminación de origen agrícola, con concentraciones de nitratos que llegan a alcanzar en ocasiones los 104 mg/L y que superan frecuentemente los 50 mg/L.



Al tratarse de acuíferos que están en contacto con el mar, el fenómeno de la intrusión se ha controlado por el IGME a través de una red específica de intrusión (incluida casi totalmente dentro de la Red de Calidad). El riesgo que suponen estos procesos de intrusión, se ha puesto de manifiesto ocasionalmente en varios puntos de la red (dos del Cuaternario de La Línea y uno del Aluvial del Guadiaro-Hozgarganta) con valores puntuales de cloruros que suponen de 3 a más de 20 veces el contenido habitual, si bien en esos casos se trata de procesos relacionados con el avance de las mareas a lo largo de los cursos de agua que atraviesan los acuíferos, más que de un proceso de intrusión marina en sentido estricto.

5.- EXPLOTACIÓN Y BALANCE

5.1.- Entradas

Las entradas de agua en los acuíferos del Campo de Gibraltar se efectúan prioritariamente por infiltración de parte de la precipitación y, en el caso de los Aluviales del Guadiaro-Hozgarganta,

también juegan un importante papel las entradas por infiltración de la escorrentía superficial y el retorno de riegos.

5.2.- Salidas

Las salidas tienen lugar por alimentación a ríos (Pliocuaternario de Guadarranque-Palmones y Aluvial del Guadiaro-Hozgarganta) y también de manera significativa como salidas ocultas al mar (excepto Areniscas del Aljibe). Las descargas por manantiales solo se producen en el Pliocuaternario de Sotogrande y en las Areniscas del Aljibe siendo, en este último, el principal y casi único componente de las salidas del acuífero.

Las extracciones por bombeo se han considerado tradicionalmente poco significativas, si bien en la actualidad del Aluvial de Guadiaro-Hozgarganta se extraen 3,5 hm³/a para abastecimiento urbano y en el Cuaternario de La Línea se bombean 1,6 hm³/a para regadío (más del 80% de las entradas totales de ese acuífero).

Especial significación tienen los casi 8,5 hm³/a procedentes de manantiales de las Areniscas del Aljibe usados para abastecimiento urbano de los municipios de Algeciras, Los Barrios y Tarifa cuya población total supera los 140.000 habitantes, y que suponen casi un 30% del total de aguas subterráneas utilizado para abastecimiento urbano a nivel provincial en el año 2002. Ello da idea de la importancia relativa de estos acuíferos, a pesar de su baja permeabilidad. Cabe destacar que su superficie global en la provincia de Cadiz es de 1.162 Km², que si se considera un módulo de recursos similar al del Campo de Gibraltar (de 1,1 a 1,4 l/s/km²) supondría unos recursos medios del orden de 40 a 50 hm³/año.

En el cuadro que se incluye a continuación se resumen los balances hídricos para los cinco acuíferos definidos en esta Comarca. Las salidas por bombeo y manantiales para abastecimiento se han obtenido de la base de datos del IGME (tras la revisión de abastecimientos llevada a cabo en el año 2002) y los volúmenes utilizados para riego proceden del Inventario de Regadíos de la Junta de Andalucía, Actualización 2002. Se incluye un cuadro comparativo con los usos del agua por acuíferos para los años 1982 (1º balance realizado en la zona) y 2002 (con valores recientes). Como se puede observar, destaca el aumento de la extracción por bombeo tanto para abastecimiento urbano como para regadío en los acuíferos del Plioceno de Sotogrande y del Aluvial del Guadiaro-Hozgarganta y el aumento de uso de las surgencias en las Areniscas del Aljibe, lo que confirma su interés anteriormente comentado. En conjunto los recursos utilizados han duplicado prácticamente su valor en esos 20 años, pasando de unos 10,6 hm³/año en 1982 a unos 19,6 hm³/año en 2002.

Acuífero	sup. perm. (km ²)	Entradas por infiltración (hm ³ /a)				Salidas (hm ³ /a)						
		Directa	Escorrentía	Ret. Reg.	TOTAL	Bombeo		Manantiales		Difusas rios	Subter. mar	TOTAL
						Abast.	Regadío	Abast.	Natural			
Guadarranque-Palmones	105	16		0,21	16,21	0	0,33	0	0	9,40	6,50	16,23
Sotogrande	33,5	4,5	0,4	0,05	4,95	0,25	0,80	0	0,7	1,60	1,60	4,95
La Línea	10	1	0,8	0	1,80	0	1,62	0	0	0	0,18	1,80
Guadiaro-Hozgarganta	40	10	4	2,64	16,64	3,50	4,00	0	0	9,00		16,50
Areniscas del Aljibe	538	20-25	-	-	20-25	0	-	8,38	12-17	-	0	20-25

(*) Superficie aflorante dentro de la Comarca del Campo de Gibraltar.

Evolución de los usos del agua entre 1982 y 2002

Acuífero	Extracciones por bombeo (hm ³ /a)						Salidas por manantiales(hm ³ /a)					
	2002			1982			2002			1982		
	Abast.	Regadío	subtotal	Abast.	Regadío	subtotal	Abast.	Regadío	subtotal	Abast.	Regadío	subtotal
Guada-Palmon	0	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sotogrande	0,25	0,80	1,05	0	0,5	0,5	0	0,7	0,7	0	0,7	0,7
La Línea	0	1,62	1,62	0	1,3	1,3	0	0	0	0	0	0
Guadiaro-Hoz	3,5	4,00	7,50	2,1	1	3,1	0	0	0	0	0	0
Arenis. Aljibe	0	0	0	0	0	0	8,38	0	8'38	5	0	5

6.- PROBLEMÁTICA EXISTENTE Y PAUTAS DE GESTIÓN

Actualmente no existen problemas especiales en relación con estos acuíferos. El hecho más destacable es la presencia de compuestos nitrogenados en el Acuífero Aluvial del Guadiaro-Hozgarganta y en el Cuaternario de La Línea, como consecuencia de la actividad agrícola. En esos mismos acuíferos y en el Plioceno de Sotogrande la detección ocasional de nitritos y amoníaco podría ser indicativa de contaminación por vertidos de aguas residuales.

En cuanto a la gestión se refiere, los recursos de los cinco acuíferos del Campo de Gibraltar se pueden cifrar entre 60 y 65 hm³/a de los que se aprovechan unos 19 hm³/a para abastecimiento (12 hm³/a) y regadío (7 hm³/a) lo que representa entre el 32 y el 29 % de los mismos.

Ante tal grado de utilización cabe destacar el papel que podrían representar las aguas subterráneas de cara a mejorar la garantía de suministro a la comarca en años secos e incrementar las posibilidades de agua a medio y largo plazo. Este aspecto ya se contempló en su día, durante la sequía de los años 1980-83, en la que la explotación de las aguas subterráneas se centró en el Acuífero del Guadarranque-Palmones, alcanzando en 1983 un volumen extraído de 2,51 hm³. Esta explotación, que se realizó principalmente por parte de la CHS (1,87 hm³) y de las empresas CEPSA e INTERQUISA (0,63 hm³), contribuyó a solucionar el problema de abastecimiento suscitado por el descenso progresivo de los volúmenes disponibles en el Embalse del Guadarranque. También se realizaron captaciones de emergencia para la ciudad de Algeciras, aunque apenas llegaron a utilizarse por la llegada de las lluvias.

Es conveniente destacar, por último, que en el caso de las aguas procedentes del Acuífero de las Areniscas del Aljibe, se trata de aguas de excelente calidad no aprovechadas en todo su potencial, y cuyos manantiales, a pesar de su bajo caudal individual, aportan actualmente volúmenes muy significativos (más de 8 hm³/año) y presentan las ventajas de sus elevadas cotas de surgencia (que permiten su utilización por gravedad) y su gran regularidad estacional y plurianual.

Bibliografía

- CEPSA-INTERQUISA (1984): Seguimiento del plan de explotación y control sobre la evolución química y dinámica del agua subterránea en la cuenca baja del Río Guadarranque-Campo de Gibraltar. Primer Informe año 1984. 52 p. Sevilla
- Diputación de Cádiz-IGME (1985): Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz. *Diputación de Cádiz*, 100 p, Cádiz.
- IGME (1982): Estudio de los recursos hídricos subterráneos de la comarca del campo de Gibraltar (Cádiz).

- IGME (1983): Estudio hidrogeológico para complementar el abastecimiento de agua a Algeciras (Cádiz). Informe técnico del sondeo "Algeciras I".
- IGME (1983): Estudio hidrogeológico para complementar el abastecimiento de agua a Algeciras (Cádiz). Informe técnico del sondeo "Algeciras I I".
- ITGE-Junta de Andalucía (1998): Atlas hidrogeológico de Andalucía. *Instituto Tecnológico y Geominero de España*, 216 p, Madrid.
- ITGE (1994): Aspectos hidrogeológicos del entorno geográfico del trasvase Guadiaro-Majaceite. Madrid.
- ITGE (1998): Informe de la calidad del agua subterránea años 1996-1997. Bajo Guadalquivir, Bajo Guadiana y Cuenca Sur (UH 06.47, 06.50 y 06.99). Memoria, Tomo II. Sevilla.
- Instituto Nacional de Estadística (INE), Nomenclator 2003. Relación de unidades poblacionales, España, 26/06/04, <http://www.ine.es>. e-mail: www.ine.es/infoine
- Junta de Andalucía (2002): Inventario y caracterización de los regadíos de Andalucía. Actualización 2002. *Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía*, CD-ROM.
- ITGE (1990): Mapa geológico de España, 1/200.000, Algeciras (nº 87). *Instituto Tecnológico Geominero de España*. Memoria y Hoja. Madrid.
- MOPU-IGME (1988): Estudio 07/88. Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas del territorio Peninsular e islas Baleares y síntesis de sus características. Cuenca del Guadalquivir. *Ministerio de Obras Públicas y Transportes*

Glosario

Acuífero, Unidad hidrogeológica

Unidades Fisiográficas

Detrítico

Evapotranspiración potencial, y real, lluvia útil, infiltración

Materiales preorogénicos

Serie postorogénica

Permeabilidad, porosidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento

Nivel piezométrico, piezometría

Facies químicas de las aguas

Residuo seco, conductividad eléctrica

Vulnerabilidad a la contaminación