

**PROPUESTA DEL PLAN HIDROLOGICO
DEL GUADALETE-BARBATE**

**ANEXO XII
DIRECTRICES PARA PROTECCION
Y RECUPERACION DE ACUIFEROS**

INDICE

1. CONSIDERACIONES PREVIAS Y OBJETIVOS
2. LOS ACUIFEROS EN LA CUENCA DEL GUADALETE-BARBATE
 - 2.1. Elementos geológicos presentes en la caracterización hidrogeológica de la cuenca
 - 2.2. Clases de acuíferos
 - 2.3. Sistematización de los acuíferos de la cuenca
Definición de las unidades hidrogeológicas
3. LOS RECURSOS HIDRAULICOS SUBTERRANEOS DE LA CUENCA
4. LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 - 4.1. Diagnóstico de la calidad actual
 - 4.2. Objetivo de calidad en las Unidades Hidrogeológicas
 - 4.3. Objetivos de calidad propuestos
5. UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 - 5.1. Síntesis general
 - 5.2. Abastecimiento urbano
 - 5.3. Abastecimiento de regadíos
 - 5.4. Abastecimiento para usos industriales
 - 5.5. Otros usos
 - 5.6. Posibilidad de incrementar la utilización futura de los recursos subterráneos
6. PROBLEMAS ACTUALES Y POTENCIALES
 - 6.1. Introducción
 - 6.2. Sobreexplotación de acuíferos
 - 6.3. Intrusión marina
 - 6.4. Unidades Hidrogeológicas afectadas por problemas de sobreexplotación y/o intrusión
 - 6.5. Afección a cauces fluviales
 - 6.6. Contaminación

7. LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y EL MEDIO AMBIENTE

- 7.1. Reservas Naturales. Zonas húmedas**
- 7.2. Parques Naturales y Parques Nacionales**
- 7.3. Tramos fluviales de especial interés ecológico**
- 7.4. Manantiales termales**

8. MEDIDAS Y PROPUESTAS DE ORDENACION, CONTROL Y PROTECCION

- 8.1. Principios generales**
- 8.2. De la sobreexplotación de acuíferos**
- 8.3. Perímetros de protección de la calidad general del agua de las unidades hidrogeológicas**
- 8.4. Perímetros de protección de captaciones de agua para abastecimiento urbano**
- 8.5. Perímetros de protección de espacios naturales relacionados con las aguas subterráneas**
- 8.6. Normas para el otorgamiento de nuevas concesiones de autorizaciones de investigación**
- 8.7. Red oficial de control de aguas subterráneas**
- 8.8. Otros programas necesarios para el control, ordenación, protección y desarrollo de las aguas subterráneas**

APENDICES

APENDICE 1. : DESCRIPCION DE LAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS DE LA CUENCA DEL GUADALETE-BARBATE

1. CONSIDERACIONES PREVIAS Y OBJETIVOS

El Artículo 57 del **Anteproyecto de Ley del P.H.N.** establece que en el marco de los Planes Hidrológicos el Organismo de cuenca identifique los acuíferos que se encuentren en alguna de estas circunstancias:

- a) En sobreexplotación, en riesgo de estarlo o en proceso de salinización.
- b) Cuando existiendo aprovechamientos para abastecimiento de poblaciones, la explotación del acuífero sea incompatible con el mantenimiento de las características de calidad exigida para el agua potable.
- c) Cuando su explotación sea incompatible con la conservación de zonas húmedas o de protección especial.

En el Anexo nº 4 del Anteproyecto "Unidades hidrogeológicas con problemas de sobreexplotación" se recoge una relación de acuíferos incluidos en esos tres supuestos y que en el caso del Guadalete-Barbate, son los siguientes: Arcos-Bornos-Espera, Rota-Sanlúcar-Chipiona y Vejer-Barbate.

Por su parte, el Artículo 58 fija que sea durante el primero período del Plan, cuando se eliminen las situaciones descritas anteriormente. Por último, el Artículo 59 establece que se deben asignar los recursos necesarios a aquellos acuíferos sobreexplotados, con problemas de intrusión salina o con afección a zonas de protección especial para acelerar su recuperación.

Con este antecedente se configura como objetivo de este Anexo, en primer lugar, la descripción, tanto cualitativa como cuantitativa, del estado de los acuíferos en el ámbito de la cuenca, el uso que se hace de estos recursos y los problemas que esas actividades conllevan, para culminar con una serie de propuestas de medidas de ordenación, control y protección de los mismos.

2. LOS ACUÍFEROS EN LA CUENCA DEL GUADALETE-BARBATE

2.1. Elementos geológicos presentes en la caracterización hidrogeológica de la cuenca

Geológicamente, la cuenca del Guadalete-Barbate, corresponde a los bordes occidentales de las cordilleras Béticas, y, más concretamente, al Subbético, en la cuenca del Guadalete, y a los mantos de flysh del Campo de Gibraltar en la cuenca del río Barbate. Estos materiales béticos constituyen, por lo general, el substrato impermeable de los acuíferos, al estar constituidos por arcillas y margas triásicas.

Sobre estos materiales béticos se depositaron durante el Mioceno, Plioceno y Cuaternario, materiales detríticos de muy amplio espectro de permeabilidad, desde los impermeables, tales como las margas silíceas blancas, conocidas como moronitas, o limos y arcillas, a los permeables, como las calcarenitas, conglomerados, cantos y arenas. Existen formaciones intermedias, semipermeables, que configuran un comportamiento hidrogeológico como acuitardos.

Menos frecuentes son las unidades hidrogeológicas sobre formaciones carbonatadas pertenecientes al Jurásico subbético. Es el caso de la Sierra de Grazalema, situada en el borde oriental de la cuenca, o las emplazadas en depresiones intrabéticas, como la de Setenil-Ronda.

Finalmente, tienen interés los depósitos aluviales cuaternarios a lo largo de los ríos, principalmente Guadalete y Barbate, dispuestos en terrazas y constituidos por un conjunto de gravas, arenas, limos y arcillas, con unos 280 km² de afloramientos permeables. Un aspecto a destacar en estas formaciones es la intensa relación acuífero-río.

2.2. Clases de acuíferos

El agua procedente de las precipitaciones (líquidas y sólidas), se infiltra en el terreno y se acumula a favor de los poros, grietas y fisuras de los materiales permeables,

que tienen capacidad para almacenarla y transmitirla. Estas formaciones geológicas, por las que el agua fluye y se almacena, se denominan acuíferos. Tradicionalmente, en función de las características de la formación, se acostumbra a diferenciar los acuíferos carbonatados de los acuíferos detríticos y los acuíferos aluviales.

- En las formaciones **carbonatadas**, presentes en el área Subbética, los materiales constituyentes de los acuíferos son, frecuentemente, calizas, dolomías, mármoles y algunas margas calcáreas, y su permeabilidad está en relación directa con las redes de fracturas que, a lo largo del tiempo, van ampliándose por disolución, siguiendo un proceso que se conoce como carstificación. En estas formaciones el agua puede alcanzar velocidades importantes, muy superiores a las que tienen lugar en los materiales granulares y, por tanto, son muy vulnerables a la contaminación.
- Los acuíferos **detríticos** están formados por materiales granulares, conglomerados, arenas, limos y arcillas, alternando horizontes impermeables o semiimpermeables, con otros permeables, dando lugar a acuíferos denominados multicapa que pueden contener aguas de diferentes calidades. Su capacidad de contener y transmitir agua es función del porcentaje de huecos disponibles entre sus partículas. Normalmente, la velocidad de circulación del agua es muy pequeña, inferior a la que tiene en los acuíferos carbonatados.
- Los acuíferos **aluviales** son, realmente, acuíferos detríticos, de los que se destacan por razones puramente expositivas. Es de destacar la gran conexión hidráulica que suele existir entre el río y su aluvial, de manera que, dependiendo de las condiciones del nivel del río frente al piezométrico del acuífero, puede aquél alimentar a éste (río influente) o viceversa (río efluente).

2.3. Sistematización de los acuíferos de la cuenca. Definición de las unidades hidrogeológicas

A partir de la Ley 29/1985 de 2 de Agosto, las aguas subterráneas se incorporan al

dominio público hidráulico del Estado "a los efectos de los actos de disposición o de afección de los recursos hidráulicos" (art. 2 de la Ley de Aguas). La descripción ordenada y sistemática de los recursos hidráulicos subterráneos, así como toda la actuación administrativa (concesiones y autorizaciones, constitución de Comunidades de usuarios, etc.) que conlleva su gestión, precisa de una previa identificación y agrupación de las unidades elementales -los acuíferos- que los integran.

A tal fin, el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica* (R.D. 927/1988), en su artículo 2.2., define la unidad hidrogeológica como "uno o varios acuíferos agrupados a efectos de conseguir una racional y eficaz administración del agua", añadiendo que "la definición de las unidades hidrogeológicas se realizará en los planes hidrológicos de cuenca".

En definitiva, corresponde al Plan Hidrológico del Guadalete-Barbate la definición de las unidades hidrogeológicas de la cuenca. Esta definición debe basarse en estudios monográficos que están apoyados, a su vez, en los múltiples trabajos que en materia de investigación hidrogeológica, se han venido realizando hasta este momento. Específicamente, la sistematización de los acuíferos y su agrupamiento en unidades hidrogeológicas quedó enunciada en el "**Estudio de delimitación de Unidades Hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características**", realizado en 1988 por la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE).

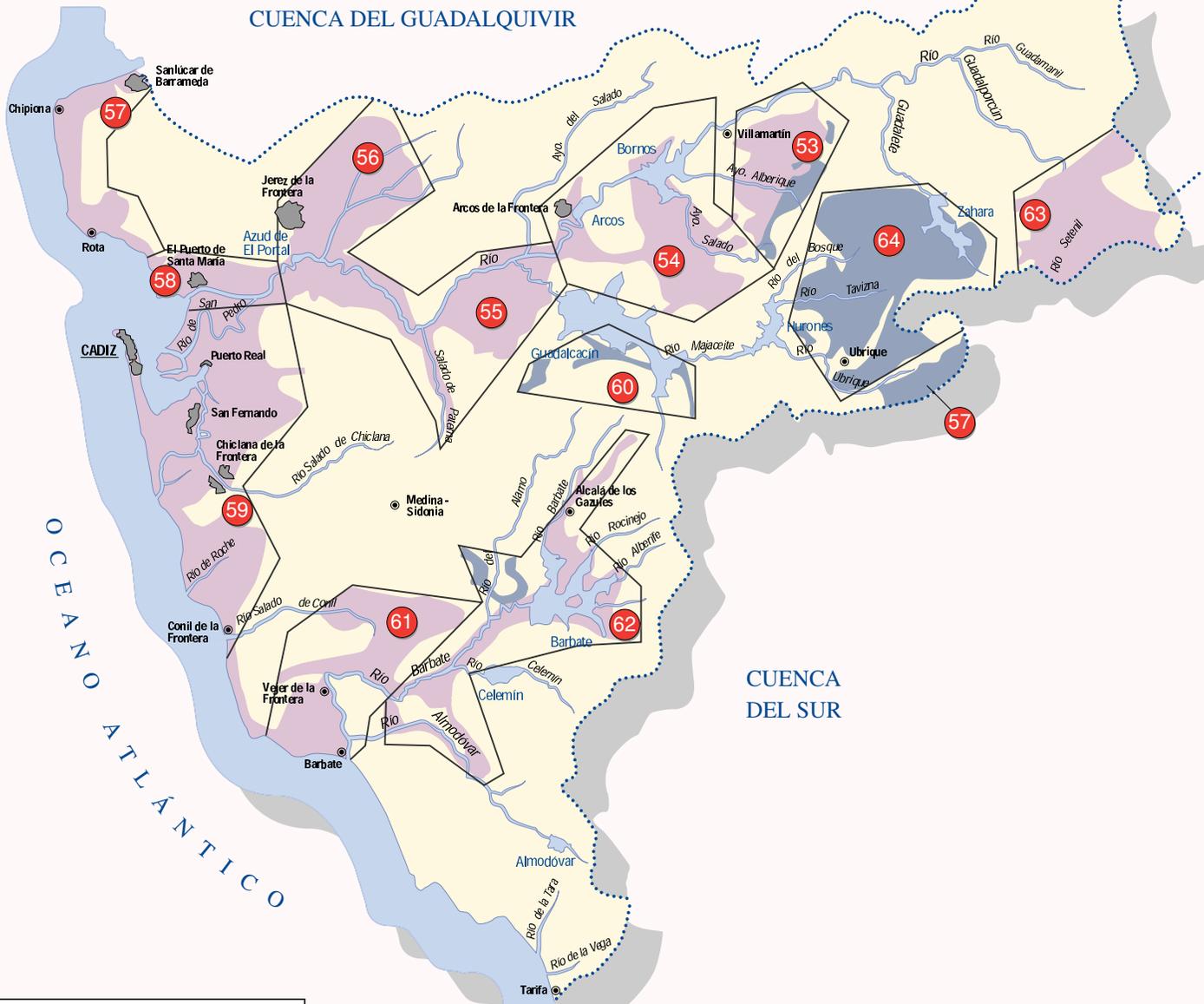
Posteriormente el Organismo de cuenca, con la colaboración del ITGE, está desarrollando nuevos estudios para, por un lado, precisar los límites de las unidades hidrogeológicas, en función de la experiencia obtenida desde el año 1988 y, por otro, redactar una propuesta de normas de otorgamiento de concesiones en las citadas unidades. Estos trabajos se han distribuido en tres grupos:

1) "Propuestas de normas de explotación de las unidades hidrogeológicas afec-

* En lo sucesivo, RAPA

CUENCA DEL GUADALQUIVIR

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
ANEXO XII: DIRECTRICES PARA PROTECCION Y
RECUPERACION DE ACUIFEROS



- 53 LLANOS DE VILLAMARTIN
- 54 ARCOS-BORNOS-ESPERA
- 55 ALUVIAL DEL GUADELETE
- 56 JEREZ DE LA FRONTERA
- 57 ROTA-SANLUCAR-CHIPIONA
- 58 PUERTO DE SANTA MARIA
- 59 PUERTO REAL-CONIL
- 60 SIERRA DE LAS CABRAS
- 61 VEJER-BARBATE
- 62 ALUVIAL DEL BARBATE
- 63 SETENIL-RONDA
- 64 SIERRA DE GRAZALEMA

- ACUIFEROS ALUVIALES
- ACUIFEROS DETRITICOS
- ACUIFEROS CARBONATADOS
- N.º DE UNIDAD HIDROGEOLOGICA

DISTRIBUCION ESPACIAL DE
LOS ACUIFEROS DE LA CUENCA

tadas por el Decreto 735/1971"**. .

- 2) "Propuestas de normas de explotación de las unidades hidrogeológicas con afección a embalses de regulación y fuentes de abastecimiento a poblaciones de la cuenca del Guadalquivir".
- 3) "Propuestas de normas de explotación de las unidades hidrogeológicas no afectadas por el Decreto 735/1971 ni afección a embalses".

Como consecuencia de estos estudios, se han definido para la cuenca del Guadalete-Barbate las 13 unidades hidrogeológicas que figuran en el **cuadro 1** y que se representan en la **lámina XII-1** adjunta.

CUADRO 1. RELACIÓN DE UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

REFERENCIA	DENOMINACIÓN	OBSERVACIONES
05.53	Llanos de Villamartín	
05.54	Arcos-Bornos-Espera	
05.55	Aluvial del Guadalete	
05.56	Jerez de la Frontera	
05.57	Rota-Sanlúcar-Chipiona	
05.58	Puerto de Santa María	
05.59	Puerto Real-Conil	
05.60	Sierra de las Cabras	
05.61	Vejer-Barbate	
05.62	Aluvial del Barbate	
05.63	Setenil-Ronda	Compartida con la cuenca Sur
05.64	Sierra de Grazalema	
05.67	Sierra de Libar	Compartida con la cuenca Sur

De las trece unidades hidrogeológicas, sólo dos son compartidas con la cuenca Sur, las once restantes quedan íntegramente dentro del territorio de Guadalete-Barbate.

En el Apéndice 1.2 de las Normas se recogen las coordenadas UTM de las poligonales que definen cada unidad hidrogeológica y en el **Apéndice 1** de este Anexo se incluye una síntesis de cada unidad, de la que se destacan los aspectos más rele-

** El contenido del Decreto 735/1971 se describe en el apartado 6.

vantes a los efectos del Plan Hidrológico: situación, contexto geológico, descripción hidrogeológica (subunidades, afloramientos permeables, drenajes naturales, etc.), evaluación de los recursos renovables, usos del agua, calidad de las aguas, problemas de contaminación, sobreexplotación y otros.

3. LOS RECURSOS HIDRÁULICOS SUBTERRÁNEOS DE LA CUENCA

Un acuífero es simultáneamente almacén de agua y vehículo de transporte de la misma en forma de flujo subterráneo hacia un río o punto de drenaje natural. Las **reservas** del acuífero están constituidas por el volumen de agua que almacena y son función de los límites del acuífero, de su porosidad y de la posición del nivel piezométrico. Unas lluvias intensas elevan la posición de este nivel, incrementando las reservas e intensificando el flujo subterráneo instantáneo. El valor medio a largo plazo de este flujo, que recorre el acuífero y sale del mismo, procedente de la alimentación externa que recibe, es conocido como **recarga media anual** o **recurso renovable**. El término **recurso** cuando se refiere a aguas subterráneas debe entenderse en este sentido, es decir, como **recarga media anual** del acuífero o de la unidad hidrogeológica.

Los estudios llevados a cabo han permitido determinar una evaluación de esta recarga para las diferentes unidades hidrogeológicas, cuya síntesis se presenta en el **cuadro 2** adjunto.

**CUADRO 2
RECURSOS NATURALES (RECARGA MEDIA ANUAL) DE LAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS**

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	RECARGA (hm³/año)	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	RECARGA (hm³/año)
UH 53 LLANOS DE WILLAMARTÍN	5,50	UH 54 ARCOS-BORNOS-ESPERA	7,00
UH 55 ALUVAL DEL GUADALETE	15,00	UH 56 JEREZ DE LAFRONTERA	14,00
UH 57 ROTA-SANLÚ CAR-CHIPIONA	13,00	UH 58 PUERTO DE SANTA MARÍA	6,00
UH 59 PUERTO REAL-CONIL	29,50	UH 60 SIERRA DE LAS CABRAS	5,50
UH 61 VEJER-BARBATE	33,00	UH 62 ALUVAL DEL BARBATE	20,00
UH 63 SETENIL-RONDA	6,00	UH 64 SIERRA DE GRAZALEMA	46,00
UH 67 SIERRA DE LÍ BAR	-		
TOTAL RECURSOS NATURALES DE PROCEDENCIA SUBTERRANEA (RECARGA MEDIA ANUAL) CUENCA (hm³/año)			200,50

Los datos que se recogen en el cuadro anterior son resultado de los estudios realizados hasta la fecha, siendo de interés el seguir profundizando en los trabajos. No obstante, a nivel global de los sistemas de explotación, el conocimiento es suficiente para el desarrollo del Plan Hidrológico.

Del conjunto de las trece unidades reflejadas en el cuadro anterior, sólo 3 son unidades carbonatadas (UH 60, 64 y 67), frente a 8 detríticas (la UH 53 es mixta) y 2 aluviales (UH 55 y UH 62). En porcentaje sobre la recarga total del conjunto, suponen el 26%, 17% y el 57%, respectivamente.

El conocimiento que se tiene en la actualidad de las unidades hidrogeológicas es muy variado, siendo necesario profundizar en ellas, para conocer mejor su estructura interna, las interrelaciones hidrogeológicas entre sus diferentes subunidades, así como sus balances (recargas y usos).

Con relación a los recursos subterráneos es preciso indicar que acaban finalmente saliendo a los cursos superficiales- salvo las salidas al mar que se puedan producir en los acuíferos costeros, como ocurre con las UH 57, 58, 59 y 61-, bien a través de surgencias visibles (manantiales), o bien de manera oculta a través del subálveo de los cauces, de tal manera que, aún cuando no tenga lugar una utilización directa de los mismos, acaban siendo regulados en los distintos embalses superficiales y, consecuentemente, empleados en la satisfacción de demandas en otros puntos de la cuenca. Es preciso, por tanto, contemplar en conjunto los recursos superficiales y subterráneos con vistas a una gestión integral de los mismos. De hecho, los estudios sobre recursos desarrollados por el Organismo de cuenca se han abordado desde esta vertiente de "recursos hidráulicos totales", contemplando una utilización conjunta de los mismos, poniendo en juego las posibilidades de recarga de los acuíferos

4. LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

4.1. Diagnóstico de la calidad actual

La calidad de las aguas de las Unidades Hidrogeológicas es muy variable, con facies bicarbonatada-cálcica, bicarbonatada-clorurada, sulfatada-cálcica y clorurada-sódica. En el **cuadro 3** se indican los parámetros disponibles más representativos de la calidad para aguas potables. Los resultados se refieren a valores medios de los parámetros, que podrían considerarse "normales" o representativos de una situación normal.

Tomando como referencia los valores **guía** y de **concentración máxima admisible** recomendados por la vigente Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público (R.D. 1138/1990, de 14 de septiembre), se puede indicar, que, respecto al **residuo seco**, que la reglamentación fija en un máximo de 1.500 mg/l, de las seis unidades en que se dispone de información, sólo tres quedan por debajo de este valor.

Con relación al contenido en **cloruros**, que el nivel guía de la reglamentación sitúa en 25 mg/l., con un máximo de 200 mg/l., más allá del cual cabe peligro de que se produzcan efectos perjudiciales para la salud, tan sólo cumple el valor guía la UH 54, Arcos-Bornos-

Espera, siendo tolerables las concentraciones de las UH 59, Puerto Real-Conil, y la UH 61, Vejer-Barbate. En el resto de las unidades, las aguas, por este motivo, no son potables.

Con relación a los **sulfatos**, los valores guía y máximo son, respectivamente, de 25 mg/l y 250 mg/l. Las conclusiones son similares a las expuestas con ocasión de los cloruros, con la salvedad de que la UH 58, Puerto de Santa María, entra dentro de lo tolerable.

Respecto a los **nitratos**, cuyos valores reglamentados son 25 mg/l (guía) y 50 mg/l (máximo), se detecta exceso por contaminación agrícola en las UH 55, 56 y 57.

Si se contemplan los valores máximos de los parámetros que recoge el cuadro 4, el escenario es notablemente más desfavorable, con valores en cloruros y sulfatos que superan ampliamente las concentraciones máximas admitidas para las aguas potables.

El problema es especialmente acusado en los acuíferos costeros, UH 57 Rota-Sanlúcar-Chipiona, UH 58 Puerto de Santa María, UH 59 Puerto Real-Conil y UH 61 Vejer-Barbate y es la consecuencia directa de los problemas de intrusión marina que el exceso de extracciones provoca en la unidad, especialmente en la franjas exteriores.

También se acusa una fuerte contaminación agrícola especialmente en los acuíferos más interiores, UH 55 Aluvial del Guadalete, UH 56 Jerez, así como en la UH 57 Rota-Sanlúcar-Chipiona. En la UH 56 Jerez, se detecta la presencia de nitritos con una concentración de 0,46 mg/l, superior a cuatro veces la admisible.

En resumen, las aguas de las unidades costeras son, en general, no potables, debido a problemas de intrusión salina, más acusados en las franjas exteriores, a los que se añade, a veces, contaminación por exceso de nitratos, derivados de prácticas agrícolas. Por el mismo motivo, presentan ciertos problemas para su utilización en regadío, debido al riesgo de salinización y alcalinización de los suelos.

Por lo que respecta a las unidades situadas en la cuenca media del río Guadalete (UH 54, 55, 56), la situación es variable. Así, por ejemplo, la UH 54 Arcos-Bornos-Espera, situada

más en cabecera no presenta problemas especiales, siendo sus aguas aptas para el consumo y riego. Por el contrario, en la UH 55 Aluvial del Guadalete, existen problemas debido a la influencia del río, cuya contaminación química y bacteriológica es notable y, en ciertas zonas, debido a prácticas agrícolas. Respecto al riego, la mayoría son aguas de tipo C_3S_3 , C_3S_4 y C_4S_5 (índice SAR del U.S. Salinity Laboratory Staff, que se basa en la concentración total de sales solubles expresada mediante la conductividad eléctrica en $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C y la concentración relativa de sodio respecto al calcio y magnesio -índice SAR-), presentando peligro medio a alto de alcalinización y salinización del suelo. En tales circunstancias, sólo el 15 % de las aguas son potables y aptas para el riego. Por lo que se refiere a la UH 56 Jerez, las aguas no son potables.

Por lo que se refiere a los acuíferos carbonatados, de los que la UH 64 Sierra de Grazalema es el más destacado, la calidad de sus aguas es superior, potables en general, salvo ciertos sectores en los que existe una contaminación natural por contacto con el substrato salino.

**CUADRO 3.
VALORES MEDIOS (mg/l) DE LOS PARAMETROS MAS REPRESENTATIVOS
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS**

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	R.S.	Cloruro	Sulfato	Ca	Mg	Na	NO ³	NO ²
UH 53. Llanos de Villamartín								
UH 54. Arcos-Bornos-Espera		Bajo	Bajo					
UH 55. Aluvial del Guadalete	1.491	370	440				45	
UH 56. Jerez	1.777	264	363				106	
UH 57. Rota-Sanlúcar-Chipiona	2.678	1.060	600				74	
UH 58. Puerto de Santa María	1.315	600	180				27	
UH 59. Puerto Real-Conil	1.000	50	50	80	10	20	25	
UH 60. Sierra de las Cabras								
UH 61. Vejer-Barbate	418	87	53				21	
UH 62. Aluvial del Barbate						20		

**CUADRO 4.
VALORES MAXIMOS (mg/l) DE LOS PARAMETROS MAS REPRESENTATIVOS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS**

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	R.S.	Cloruro	Sulfato	Ca	Mg	Na	NO ³	NO ²
UH 53. Llanos de Villamartín	1.538			Elevados		360	Elevados	
UH 54. Arcos-Bornos-Espera				350				
UH 55. Aluvial del Guadalete	2.892	872	887	150	50		99	
UH 56. Jerez	1.794	460	564	220	133		117	0,46
UH 57. Rota-Sanlúcar-Chipiona	3.000	1.453	1.280				141	
UH 58. Puerto de Santa María	2.580	1.332	235		280		47	
UH 59. Puerto Real-Conil	3.000	9.571	2.355	Carbon., 200				
UH 60. Sierra de las Cabras	500		100	Carbon., 200	30		25	
UH 61. Vejer-Barbate	1.225	319	293				30	K=7
UH 62. Aluvial del Barbate	500	40		100				

4.2. Objetivos de calidad en las Unidades Hidrogeológicas

Como ha quedado de manifiesto en el apartado anterior, las formaciones carbonatadas presentan aguas de una calidad razonable para los diferentes usos. El empeoramiento que se detecta en algunas unidades se debe a causas naturales, fundamentalmente debido al contacto de las aguas con los materiales del substrato impermeable que en la mayor parte de las ocasiones son materiales arcillo-yesíferos y evaporíticos. Con ello el agua adquiere una mayor mineralización, aumenta su dureza y puede producirse un cambio de facies, pasando a sulfatada.

Obviamente, en los casos en que esta situación se da por causas naturales no procede establecer más objetivo que el mantenimiento de la situación actual. Cuando el problema deriva de una sobreexplotación hay que eliminar ésta, con lo que las aguas podrán volver a la calidad de origen. En estos casos el objetivo será, lógicamente, el mantenimiento de la calidad que existía antes de producirse la sobreexplotación.

Por otro lado, la UH 64 Sierra de Grazalema está prácticamente dentro del **Parque Natural de Sierra de Grazalema**, por lo que la propuesta, en lo que se refiere a la calidad, es, obviamente, mantener las aguas en su estado natural, fuera de cualquier acción antrópica. Naturalmente, en estos casos el Plan Hidrológico debe actuar coordinadamente con la legislación específica sobre Espacios Naturales Protegidos que, en la Comunidad Autónoma Andaluza, están declarados por la Ley 2/1989, de 18 de julio, existiendo en su desarrollo posterior las figuras de los PORN (Plan de Ordenación de Recursos Naturales) y los PRUG (Plan Rector de Usos y Gestión), con detalles en grado creciente.

En las unidades costeras, de carácter detrítico, los problemas más frecuentes son los producidos por la intrusión marina como consecuencia de un exceso de extracciones, a los que se añade, en algunos casos, la contaminación causada por las actividades agrícolas. En el resto de las unidades abundan también los problemas derivados de las actividades agrícolas y, en el caso de las unidades aluviales, la contaminación causada por los propios ríos, siendo la unidad 55 Aluvial del Guadalete la más característica a este respecto.

La lucha contra la intrusión marina debe basarse en el control (reducción) de las extracciones y en la recarga de acuíferos, así como en su sustitución, cuando sea posible, por otros recursos, como ocurre, por ejemplo, en la UH 57 Rota-Sanlúcar-Chipiona en la que actualmente unas 1.000 hectáreas de regadío se están atendiendo con recursos superficiales.

La lucha contra la contaminación agrícola es difícil por el momento, aunque, como se destaca en el apartado 8.8., están en vías de ejecución dos programas de acción para luchar contra estos problemas. El primero es sobre el **Control y corrección de la contaminación de las aguas subterráneas producida por nitratos** y el segundo se refiere al **Control y corrección de la contaminación de las aguas subterráneas producida por pesticidas**. En estos programas, además de los aspectos técnicos sobre identificación de zonas vulnerables, niveles de contaminación, etc., se incluye la elaboración de los correspondientes códigos de prácticas agrarias correctas que se pondrán a disposición de los agricultores, así como la normativa sobre la prohibición de la comercialización y utilización de productos fitosanitarios que contengan ciertas sustancias activas y la reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de los plaguicidas. Se puede concebir, por tanto, una mejora respecto a la situación actual, de difícil cuantificación y, desde luego, la protección frente al incremento de la carga contaminante.

Cuando la contaminación tiene origen urbano o industrial, es más realista el planteamiento, como objetivo de calidad, de la restitución de la calidad primitiva de las aguas, siempre que se prevean las acciones oportunas sobre el tratamiento de las aguas residuales y residuos sólidos urbanos.

En cuanto a las aguas residuales urbanas, se cuenta, además de las medidas contenidas en el **PLAN**, con la Directiva 91/271/CEE que, en su artículo 4, establece que "*los Estados miembros velarán por que las aguas residuales urbanas que entren en los sistemas colectores sean objeto, antes de verterse, de un tratamiento secundario o de un proceso equivalente, en las siguientes circunstancias*":

- **A más tardar el 31 de diciembre del año 2000 para todos los vertidos que procedan de aglomeraciones que representen más de 15 000 habitantes equivalentes.**
- **A más tardar el 31 de diciembre del año 2005 para todos los vertidos que procedan de aglomeraciones que representen entre 10 000 y 15 000 habitantes equivalentes.**
- **A más tardar el 31 de diciembre del año 2005 para todos los vertidos en aguas dulces o estuarios que procedan de aglomeraciones que representen entre 2 000 y 10 000 habitantes equivalentes."**

Asimismo, en el apartado 8.8. se recogen otros dos programas relacionados con estos temas. El primero relativo al **Emplazamiento de residuos sólidos urbanos** y el segundo a la **Prevención y corrección de la contaminación de las aguas subterráneas por actividades industriales**. Todo ello hace posible contemplar el objetivo señalado.

Con relación a los **aluviales** son válidos los comentarios anteriores. Como hecho diferencial se puede destacar la contaminación inducida por la estrecha relación del río con el acuífero, situación que en el futuro tenderá a reducirse al implantarse los objetivos de calidad en los cursos superficiales. En apoyo de esta medida, están en vías de ejecución los programas SICA y SAICA para el seguimiento y control de la calidad de las aguas superficiales.

4.3. Objetivos de calidad propuestos

En base a los criterios de 4.1 y 4.2, se proponen los objetivos de calidad que se reflejan en el **cuadro 5** adjunto.

CUADRO 5
OBJETIVOS DE CALIDAD EN LAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	OBJETIVO DE CALIDAD
UH 53 LLANOS DE WILLAMARTÍN	Mejora (no cuantificada) de la situación actual (Lucha contra la contaminación urbana y agrícola)
UH 54 ARCOS-BORNOS-ESPERA	Mejora de la situación actual (Vertedero controlado de residuos de Bornos y EDAR de Arcos, Bornos y Espera)
UH 55 ALUWIAL DEL GUADALETE	Mejora (no cuantificada) de la situación actual (Ordenación y tratamiento de los vertidos al río Guadalete y lucha contra la contaminación agrícola)
UH 56 JEREZ	Mejora (no cuantificada) de la situación actual
UH 57 ROTA-SANLÚ CAR-CHIPIONA	Mejora (no cuantificada) de la situación actual (Reducción efectos de la salinización por intrusión marina y lucha contra la contaminación agrícola)
UH 58 PUERTO DE SANTA MARIA	Mejora (no cuantificada) de la situación actual (Reducción efectos de la salinización por intrusión marina y lucha contra la contaminación agrícola)
UH 59 PUERTO REAL-CONIL	Mejora (no cuantificada) de la situación actual (Reducción efectos de la salinización por intrusión marina y lucha contra la contaminación agrícola)
UH 60 SIERRA DE LAS CABRAS	Mantenimiento situación actual
UH 61 VEJER-BARBATE	Mantenimiento situación actual (Lucha contra la contaminación urbana y agrícola)
UH 62 ALUWIAL DEL BARBATE	Mantenimiento situación actual (Lucha contra la contaminación urbana y agrícola)
UH 63 SETENIL-RONDA	Mantenimiento situación actual (Lucha contra la contaminación urbana y agrícola)
UH 64 SIERRA DE GRAZALEMA	Mantenimiento situación actual (Lucha contra la contaminación urbana)
UH 67 SIERRA DE LÍ BAR	Mantenimiento situación actual

5. UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

5.1. Síntesis general

Por su mala calidad, el agua subterránea se utiliza en la cuenca prioritariamente para satisfacer las demandas de riego, y, cuando es posible, la de abastecimiento urbano. El uso industrial de las aguas subterráneas es, prácticamente, inexistente. Existen otros usos de carácter "natural" con destino al mantenimiento de los caudales medioambientales de las cabeceras de los cursos de agua.

Los trabajos que hasta la fecha se han llevado a cabo, han permitido contar con la información que se recoge en el **cuadro 6**, en el que, para cada Unidad Hidrogeológica, se recogen los usos actuales de las aguas subterráneas, detallando el número de núcleos y la población atendida, junto con el volumen suministrado. Asimismo, se recoge la superficie de regadío atendida y los volúmenes suministrados, junto con los volúmenes servidos, cuando existen o se conocen, para uso industrial. Se indica también el total de usos consuntivos, la recarga media anual de la unidad y el porcentaje de los usos frente a la recarga.

Del cuadro adjunto se desprende que los usos totales con aguas subterráneas se elevan a 54,28 hm³/año, correspondiendo 15,78 hm³ a abastecimiento urbano (e industrias asociadas) y 38,50 hm³ se destinan a riegos. Así, los regadíos son el principal consumidor de agua subterránea, con un porcentaje próximo al 71%, en tanto que el abastecimiento supone el 29% restante. Estos porcentajes difieren sensiblemente de los que se obtienen para el conjunto de las aguas superficiales y subterráneas, en los que el porcentaje del abastecimiento es del 31% y el del riego, el 62%. Naturalmente, ello es debido a la menor utilización de las aguas subterráneas para el abastecimiento urbano, como consecuencia, entre otras circunstancias, de la ya señalada mala calidad de las aguas de los acuíferos. Por otro lado, los volúmenes servidos actualmente con las aguas subterráneas constituyen el 16,32% del total de las demandas de agua de la cuenca, estimadas en 332,73 hm³.

CUADRO 6. UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	USO					
	URBANO			AGRÍCOLA		INDUSTRIAL
	MUNICIPIOS O NÚCLEOS	POBLACIÓN (habitantes)	VOLUMEN SUMINISTRADO (hm ³ /año)	SUPERFICIE (ha)	VOLUMEN SUMINISTRADO (hm ³ /año)	VOLUMEN SUMINISTRADO (hm ³ /año)
05.53 Llanos de Villamartín	3	23 334	1,89	447	2,24	
05.54 Arcos-Bornos-Espera	3	37 605	3,31	833	4,17	
05.55 Aluvial del Guadalete	-	-	-	968	4,84	
05.56 Jerez	-	-	-	484	2,42	
05.57 Rota-Sanlúcar-Chipiona	-	-	-	1032	5,16	
05.58 Puerto de Santa María	-	-	-	285	1,43	
05.59 Puerto Real-Conil	-	-	-	2 546	12,73	
06.60 Sierra de las Cabras	-	-	1,88	19	0,09	
05.61 Vejer-Barbate	2	39 786	4,25	785	3,70	
05.62 Aluvial del Barbate	1	5 579	0,37	296	1,39	
05.63 Setenil-Ronda	4	16 951	1,33	66	0,33	
05.64 Sierra de Grazalema	7	26 426	2,75	-	-	
05.67 Sierra de Líbar	-	-	-	-	-	
TOTAL	20	149 681	15,78	7761	38,50	

Es necesario, en cualquier caso, profundizar en la utilización combinada de los recursos subterráneos y superficiales, aprovechando la importante capacidad de reserva de algunos acuíferos. Es este un procedimiento por el que los recursos no entran en conflicto sino que se potencian mutuamente.

5.2. Abastecimiento urbano

Por lo que se refiere al abastecimiento urbano, del cuadro anterior se desprende que son 16 los núcleos que en la cuenca se abastecen con agua subterránea, con una población conjunta de 149 681 habitantes, que equivale, aproximadamente, al 15,2% de la población total de la cuenca, con un volumen suministrado de 15,78 hm³/año, lo que supone, a su vez, el 16,3% de la demanda total actual de abastecimiento urbano, cifrada en 97 hm³. Todos los núcleos pertenecen a la provincia de Cádiz.

5.3. Abastecimiento de regadíos

Por lo que se refiere a la utilización del agua subterránea en agricultura, se riegan en la actualidad 7 761 ha, lo que supone el 22,7%, aproximadamente, de la superficie en riego de la cuenca, estimada en 34 199 hectáreas, cifras que constituyen un claro exponente del importante papel que juegan las aguas subterráneas en la cuenca y, muy especialmente, en el sector agrario. El volumen suministrado para este uso es de 38,50 hm³/año, aproximadamente el 17,3% de la demanda total agraria de la cuenca. Territorialmente, los riegos se encuadran en la provincia de Cádiz.

5.4. Abastecimiento para usos industriales

Los usos industriales, en general, se refieren a pequeñas industrias conectadas a las redes municipales y quedan incluidos en la demanda de abastecimiento urbano. Sin embargo, según se desprende del cuadro 6 no existe un uso industrial singular que resulte significativo.

5.5. Otros usos

No puede dejarse de mencionar los usos que de manera natural son destinados al mantenimiento del caudal medioambiental, como ocurre en la UH 64 Sierra de Grazalema, enclavada en el Parque Natural del mismo nombre, y que contribuyen al mantenimiento de los caudales de la red hidrográfica del Parque, contribución que, obviamente, debe ser asegurada en el futuro.

A favor de la compleja geología de las Cordilleras Béticas y aunque en muchísima menor medida que en la cuenca del Guadalquivir, se presentan fenómenos de termalismo o de aguas minero-medicinales, que constituyen una actividad interesante para las zonas afectadas. Es el caso de la UH 59 Puerto Real-Conil, con el manantial de Fuente Amarga.

5.6. Posibilidad de incrementar la utilización futura de los recursos subterráneos

A la luz de los estudios realizados, se ha verificado la posibilidad que ofrecen algunas de las unidades hidrogeológicas para la obtención de mayores recursos subterráneos. Aunque, naturalmente, será necesario realizar los oportunos estudios, se puede avanzar que ello es posible en las unidades, y en la cuantía, que se indican seguidamente:

- UH 05.56 Jerez. Por su bajo grado de utilización actual, se prevé un incremento de extracciones de 5 hm³.
- UH 05.61 Vejer-Barbate. Las tendencias actuales, permiten afirmar que pueden incrementarse en unos 17 hm³ las extracciones con destino al riego.
- UH 05.64 Sierra de Grazalema. Esta unidad debe ser estudiada con gran cautela, dada su incidencia en el Parque Natural. Sin embargo, es previsible que se pueda incrementar sus drenajes hacia el Majaceite en unos 5 hm³.

En definitiva, se puede contar con un incremento de recursos disponibles de procedencia subterránea, del orden de 22 a 27 hm³.

6. PROBLEMAS ACTUALES Y POTENCIALES

6.1. Introducción

Los problemas relacionados con la cantidad y calidad del agua subterránea se perciben con notable retraso respecto del momento en que se inician, como consecuencia de la lenta dinámica de las aguas que circulan por el subsuelo. La excesivas extracciones en relación con la recarga del acuífero tienen como consecuencia el descenso de la piezometría y, por tanto, un descenso en los niveles de los pozos. El efecto puede confundirse con las oscilaciones estacionales debido a las variaciones en la pluviometría y, por ende, en la recarga anual. Sólo el descenso progresivo de niveles a lo largo de unos años, función de la capacidad y reservas del acuífero, permitirá diagnosticar el problema con mayor precisión.

La contaminación del acuífero está, asimismo, condicionada por las especiales características del flujo subterráneo. La capacidad de la zona no saturada para filtrar, retener y depurar los agentes contaminantes determina un cierto grado de protección frente a la contaminación externa, tanto natural como artificial. A ello se añade la, en general, baja velocidad de propagación de las aguas en el acuífero que hace que el avance del frente contaminante sea lento. Naturalmente, ello depende de la permeabilidad o transmisividad del acuífero. La mayor o menor facilidad con que un acuífero puede ser contaminado determina su grado de **vulnerabilidad** que depende del tipo de contaminantes, así como de los factores intrínsecos de las zonas saturada y no saturada. Cuanto más desarrollado esté el suelo, más fina sea la textura granular del subsuelo y más profunda se encuentre la zona de saturación, menos vulnerable resultará el acuífero a la contaminación por elementos absorbibles o no degradables. Sin embargo en plazos más o menos largos, muchos de estos elementos, entre los que cabe destacar los metales pesados y los compuestos orgánicos persistentes que se encuentran en algunos pesticidas, alcanzan finalmente la zona saturada e inician el proceso de contaminación del acuífero. Los acuíferos carbonatados son, en este sentido, los más vulnerables, ya que presentan una alta permeabilidad, generalmente por fisuración y carstificación, por lo que el acceso del contaminante a la zona

saturada es relativamente fácil y rápida. Ocurre en menor medida en los acuíferos detríticos, especialmente en los confinados sobre los cuales existe un material relativamente impermeable que dificulta o impide la percolación desde la superficie del terreno.

Esta lentitud en los procesos de transmisión y percepción de los problemas de contaminación en los acuíferos hace que sean lentos los efectos de las medidas que pueda adoptarse en su resolución. Por tal motivo, la gestión de los recursos subterráneos debe basarse, fundamentalmente, en políticas de prevención, actuando más sobre las causas que sobre los efectos.

Con anterioridad a la entrada en vigor de la Ley de Aguas de 1985, las aguas subterráneas tenían la consideración de aguas privadas, lo que dificultaba la aplicación de tales políticas preventivas de carácter general. No obstante, en situaciones especialmente conflictivas se han tomado diversas medidas.

En el caso de la cuenca del Guadalete-Barbate, anteriormente integrada en la cuenca del Guadalquivir, con ocasión de los estudios realizados conjuntamente por el Gobierno español y las Naciones Unidas (Proyecto FAO), se puso de manifiesto la necesidad de establecer una cierta ordenación en los recursos subterráneos con el fin de satisfacer la creciente demanda que se evidenciaba en la cuenca. Ello motivó la promulgación del Real Decreto 735/1971, de 19 de abril, por el que se dictaron normas de carácter técnico y administrativo a la explotación del agua subterránea. En su artículo primero se definían nueve "zonas de explotación controlada". La primera en el área de Almonte-Marismas, la segunda en la zona de las calcarenitas de Carmona, **la tercera y cuarta en la provincia de Cádiz (cuenca del Guadalete y Barbate)**, la quinta en la provincia de Huelva (Ayamonte, Gibrleón y Punta Umbría), y las tres restantes en la provincia de Granada, zona de la Vega (la sexta), zona de Guadix (la séptima), zona de Baza (la octava) y zona de Orce-María y Puebla de Don Fabrique, la novena.

En el artículo segundo se imponía la necesidad de presentar un proyecto en la solicitud de autorización para la ejecución de nuevos alumbramientos o ampliación de los existentes que implicasen aumento de caudal, conteniendo información

precisa de los antecedentes y finalidad de la obra, situación, descripción, caudal a explotar, presupuestos y estudio económico y de rentabilidad. El artículo tercero establecía los límites de caudal máximo autorizable de cada captación, dependiendo de la zona, así como la distancia mínima entre captaciones, proporcionando los recursos (volúmenes disponibles en la terminología del Real Decreto) de cada zona, al objeto de que el Organismo de cuenca pudiera realizar y hacer un seguimiento de los balances.

Puede ser interesante, al respecto, enunciar las determinaciones del Decreto para las zonas tres y cuatro, que son las que caen dentro del ámbito de la cuenca del Guadalete-Barbate. Con relación a la zona número tres, se delimitó por "la puerta principal de las Casas Consistoriales o, en su defecto, por el punto más céntrico de las localidades siguientes: Cádiz, Lebrija, Espera, Villamartín, Medina Sidonia, Conil y Cádiz", fijándose el caudal máximo autorizable en 80 litros por segundo y con una distancia mínima entre captaciones de 200 metros.

Con relación a la zona número cuatro, el R.D. la delimitaba por " la puerta principal de las Casas Consistoriales o, en su defecto, por el punto más céntrico de las localidades siguientes: Sanlúcar de Barrameda, Chipiona, Rota y Sanlúcar de Barrameda", fijándose el caudal máximo autorizable en 50 litros por segundo y con una distancia mínima entre captaciones, también de 200 metros.

Los restantes artículos recogían aspectos relativos a autorizaciones, establecimiento de normas técnicas de explotación de las nuevas captaciones, inscripción en Registro, etc.

El Real Decreto prestó atención, fundamentalmente, a los problemas de la cantidad del recurso, probablemente porque en aquellos tiempos eran estos los más acuciantes y percibidos. Este Real Decreto quedó derogado con la entrada en vigor de la Ley de Aguas, no obstante la cual ha existido una especie de prórroga implícita a la espera de que el Plan Hidrológico de la cuenca establezca las pertinentes determinaciones. Ciertamente, con la Ley de Aguas vigente se dispone de la normativa necesaria para afrontar con generalidad los diferentes problemas que se analizan a continuación.

6.2. Sobreexplotación de acuíferos

El RDPH establece en su artículo 171.2 que *"se considerará que un acuífero está sobreexplotado o en riesgo de estarlo cuando se está poniendo en peligro inmediato la subsistencia de los aprovechamientos existentes en el mismo, como consecuencia de venirse realizando extracciones anuales superiores o muy próximas al volumen medio de los recursos renovables, o que produzcan un deterioro grave de la calidad de las aguas. La existencia de riesgo de sobreexplotación se apreciará también cuando la cuantía de las extracciones, referida a los recursos renovables del acuífero, genere una evolución de éste que ponga en peligro la subsistencia a largo plazo de sus aprovechamientos."*

En definitiva, el concepto de sobreexplotación viene a caracterizar una situación de explotación de las aguas subterráneas en la que son manifiestos los efectos indeseables.

La situación de sobreexplotación no afecta, normalmente, a la totalidad de la unidad hidrogeológica, sino a algunos sectores de la misma sobre los que se ejerce una fuerte presión de la demanda. Es por ello que el porcentaje de los usos consuntivos con relación a la recarga media anual de la unidad no sea un indicador suficientemente preciso. En otros términos, puede ser una condición necesaria pero no suficiente de indicio de sobreexplotación.

En este sentido, el parámetro figura en el cuadro 6 y de su consideración, podría deducirse que tan sólo la unidad 45, Arcos-Bornos-Espera, presenta un claro problema de sobreexplotación.

Es preciso, por tanto, descender a nivel de sector o acuífero dentro de cada unidad para establecer con más detalle el diagnóstico. En el apartado 6.4. se reseñan las unidades que parcial, o globalmente, tienen problemas de sobreexplotación o en riesgo de estarlo. Como se comprobará, en el conjunto seleccionado están inclui-

das las citadas anteriormente, pero no son las únicas. Las propuestas se atienen a lo dispuesto en los artículos 171, 172 y 173 del Real Decreto del Plan Hidrológico.

El artículo 171 se refiere a la declaración de acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo. Se aplica en aquéllos casos en que el balance de la unidad es claramente negativo y se han detectado descensos piezométricos generalizados. Cuando el problema afecta a una subunidad concreta se aplica a ella solamente y no a toda la unidad hidrogeológica.

El artículo 172 es menos traumático que el 171, estableciendo que *"El Organismo de cuenca podrá determinar perímetros dentro de los cuales no será posible el otorgamiento de nuevas concesiones, a menos que los titulares estén constituidos en Comunidades de Usuarios"*. En definitiva, se confía en que sean las Comunidades de Usuarios, con la aplicación del régimen de policía del aprovechamiento colectivo (art. 200.2 RDPH), quienes puedan activar los mecanismos correctores necesarios para la superación de los problemas detectados. Por otra parte, se trata de una etapa previa desde la que se podría acceder al artículo 171 en caso de persistir los problemas. Este artículo se propone en aquellos casos en que las extracciones se encuentran en el entorno de los recursos estimados, siendo esperable la aparición de descensos piezométricos más o menos generalizados, en función de la climatología anual.

Por su parte, el artículo 173 se refiere a la definición de un perímetro de protección, dentro del cual el Organismo de cuenca podrá imponer limitaciones al otorgamiento de nuevas concesiones de agua y autorizaciones de vertido. En el apartado 2 del artículo del RDPH, se aclara que la finalidad será la protección de captaciones de agua para abastecimiento a poblaciones o de zonas de especial interés ecológico, paisajístico, cultural o económico. Las captaciones de agua para riego podrían acogerse a esta protección por razones de interés económico. La aplicación de este artículo se ha reducido a aquellas unidades en las que se presenta un problema local y no grave de sobreexplotación.

6.3. Intrusión salina

La composición del agua extraída de un acuífero viene condicionada principalmente por la naturaleza geológica de los materiales entre los que circula. En general, la estructura y naturaleza litológica de los acuíferos no son homogéneas, pudiendo presentar por ello aguas de muy diversa composición, incluso en un mismo acuífero. Asimismo, un acuífero puede estar en contacto con otras formaciones geológicas o con el mar, estableciéndose entre ellos flujos de agua cuya magnitud y dirección vendrán condicionados por las características de las formaciones puestas en contacto.

Cuando por efecto del bombeo de aguas subterráneas se produce una modificación en la dirección del flujo natural y, como consecuencia de ello, un arrastre de aguas salinas que contaminan otras de mayor calidad, se dice que se ha producido un proceso de **intrusión salina**. Si el origen de estas aguas son formaciones de materiales muy solubles (yesos y otros materiales evaporíticos) se habla de **intrusión salina continental**. Cuando el origen es el mar se trata de un proceso de **intrusión marina**.

En la cuenca del Guadalete-Barbate, se presenta el problema de la intrusión marina, con carácter más o menos generalizado, en las unidades costeras, a consecuencia, de un problema de sobreexplotación por el que se rompe el equilibrio en la interfase agua dulce-agua salada, provocando la penetración del frente salino, lo que deteriora la calidad del agua hasta el punto de hacerla no apta para casi ningún uso. En menor medida, aparece el problema de la intrusión salina continental como consecuencia de la presencia en las formaciones relacionadas con las cordilleras béticas de un substrato triásicos, a favor del cual tuvo lugar los despegues y cabalgamientos, en donde aparecen yesos y arcillas yesíferas.

6.4. Unidades Hidrogeológicas afectadas por problemas de sobreexplotación y/o intrusión

De acuerdo con lo señalado en los apartados 6.2. y 6.3., a continuación se enumeran las unidades con problemas sobre el particular con una breve síntesis de sus problemas y sus potenciales soluciones.

UH 05.54 ARCOS-BORNOS-ESPERA. Los estudios llevados a cabo para la definición del balance hídrico, han permitido una evaluación de los recursos renovables de la unidad que se pueden cifrar en 7 hm³/año. Teniendo en cuenta que los usos actuales se elevan a unos 7,48 hm³/año, se puede afirmar que la situación es crítica, aunque con desigual reparto en los distintos sectores. Por otro lado, todos los núcleos de población ubicados dentro de la unidad, además de Espera, se abastecen de sus aguas, lo que obliga a adoptar medidas de cautela que garanticen el abastecimiento en calidad y cantidad.

En consecuencia, **se propone emprender los trámites para la aplicación del artículo 172 del RDPH a la totalidad de la unidad**, de manera que quede constituido un perímetro dentro del cual no será posible el otorgamiento de nuevas concesiones a menos que los titulares estén constituidos en Comunidades de Usuarios. Los Estatutos de la Comunidad contendrán, entre otros, los condicionantes que para la unidad recoge el Apéndice correspondiente de las Normas.

UH 05.55. ALUVIAL DEL GUADALETE. Los estudios llevados a cabo para la definición del balance hídrico, han permitido definir un estado crítico para el acuífero de los Llanos del Sotillo. Se propone, en consecuencia, emprender los trámites para la **determinación de un perímetro en el sector de Los Llanos del Sotillo, de acuerdo con el artículo 172 del RDPH**, dentro del cual no será posible el otorgamiento de nuevas concesiones a menos que los titulares estén constituidos en Comunidades de Usuarios. Los Estatutos de la Comunidad contendrán, entre otros, los condicionantes que para la unidad recoge el Apéndice correspondiente de las Normas.

UH 05.57. ROTA-SANLÚCAR-CHIPIONA. Este acuífero ha soportado en los últimos años una fuerte explotación, como consecuencia de la cual se han producido efectos de intrusión salina y de salinización de suelos, así como sobreexplotación en áreas determinadas áreas. Esta situación ha cambiado a partir de 1992 como consecuencia de la aportación para el riego aguas superficiales (subsector II del Sector V de la Z.R. del Noroeste de Cádiz).

Por otro lado, por Acuerdo de la Junta de Gobierno del Organismo de Cuenca, publicado en el Boletín Oficial de la Provincia de Cádiz el 30 de noviembre de 1992, fue declarado provisionalmente sobreexplotado o en riesgo de estarlo, un perímetro que abarca la mayor parte de la unidad, precisamente el limitado por la línea que une los Ayuntamientos de Sanlúcar de Barrameda y Rota, por el Este, y la costa atlántica por el oeste.

Procede, en consecuencia, la confirmación de la medida y, en tanto se desarrollan las etapas contempladas en el artículo 171 del RDPH, se deben aplicar las determinaciones que sobre la unidad recoge el Apéndice correspondiente de las Normas del Plan.

UH 05.58. PUERTO DE SANTA MARÍA. La unidad presenta problemas de sobreexplotación y de intrusión marina, localizados en las zonas siguientes:

- 1) Áreas de ***Vistahermosa*** y ***Cerro San Cristóbal***, con un alto grado de ***sobreexplotación***.
- 2) En la costa y en el entorno de marismas, ***riesgo de intrusión marina***

En estas circunstancias, se propone emprender los trámites para la **declaración de acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo, de acuerdo con el artículo 171 del RDPH**, contemplando, hasta la elaboración de las normas definitivas de explotación, los condicionantes que para la explotación de la unidad recoge el Apéndice correspondiente de las Normas del Plan.

UH 05.59 PUERTO REAL-CONIL. Los problemas actuales de la unidad y las zonas donde se detectan son:

- Intrusión marina existente en la zona de Coto de San José-Playa de la Barrosa.
- Riesgo de intrusión marina en la costa y en el entorno de marismas.
- Sobreexplotación en los Llanos de Guerra.

En estas circunstancias, se propone emprender los trámites para la **declaración de acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo, de acuerdo con el artículo 171 del RDPH**, contemplando, hasta la elaboración de las normas definitivas de explotación, los condicionantes que para la explotación de la unidad recoge el Apéndice correspondiente de las Normas del Plan.

UH 05.61 VEJER-BARBATE. En su conjunto, la unidad se encuentra sometida a una fuerte presión lo que no permite asegurar el equilibrio de la unidad. Por otro lado, aparecen problemas locales, tales como el riesgo de intrusión marina en el sector Sur de la Unidad, por parte de las aguas del mar y de las marismas asociadas al río Barbate. A su vez, existen tres áreas de excesiva densidad de puntos de extracción de agua: Mesa Alta y Mesa Baja, Cerro de La Muela y carretera Vejer-Barbate.

Se propone, en consecuencia, emprender los trámites para la **aplicación a la totalidad de la unidad el artículo 172 del RDPH**, de manera que dentro de la misma no será posible el otorgamiento de nuevas concesiones a menos que los titulares estén constituidos en Comunidades de Usuarios. Los Estatutos de la Comunidad contendrán, entre otros, los condicionantes que para la unidad recoge el Apéndice correspondiente de las Normas.

6.5. Afección a cauces fluviales

Las aguas subterráneas contribuyen al mantenimiento del flujo de base de los ríos de manera que, durante el estiaje o durante los períodos secos, el caudal que por ellos fluye se debe, fundamentalmente, a las descargas que producen los acuíferos de forma natural.

La extracción de agua de los acuíferos reduce o elimina las descargas naturales, lo que puede originar perjuicios sobre los aprovechamientos fluviales existentes.

En la cuenca del Guadalete-Barbate no se han detectado problemas en este sentido. Sin embargo, ante el precario equilibrio que presenta la cuenca en la actualidad y que tenderá a empeorar en el futuro, la asignación de los recursos subterráneos teóricamente disponibles, deberá efectuarse teniendo en cuenta su incidencia en los recursos superficiales y en la satisfacción de las demandas globales de la cuenca.

6.6. Contaminación

La calidad natural del agua puede verse modificada tanto por causas naturales, intrínsecas al propio acuífero, como extrínsecas al mismo. Sólo se habla de **contaminación** cuando actúan factores externos, generalmente de origen antrópico. En tal sentido, el empeoramiento de la calidad por intrusión salina (cuando no se debe a sobreexplotación) explicada en anteriores apartados, no se considera contaminación, puesto que se debe a causas naturales.

Las actividades antrópicas causantes de la contaminación se pueden agrupar en tres tipos: 1) urbana, 2) agropecuaria y 3) industrial.

Según la extensión que la contaminación puede alcanzar en el acuífero se diferencian dos situaciones:

- Contaminación **puntual**, originada por un foco localizado, que afecta con cierta intensidad a una zona limitada a su alrededor. Es el caso de los vertederos de residuos y las granjas.

- Contaminación **difusa**, cuando una gran extensión del acuífero se ve afectada por una carga contaminante de procedencia no puntual. Es el caso de los acuíferos situados bajo áreas agrícolas.

La degradación de la calidad del agua subterránea depende del riesgo de los acuíferos frente a las actividades potencialmente contaminantes que se desarrollan en su entorno. De acuerdo con los trabajos del ITGE, se consideran tres niveles de riesgo:

- **Riesgo alto**. Comprende las zonas permeables por fisuración y carstificación y las constituidas por materiales con porosidad intergranular, cuando la zona saturada es insuficiente para impedir la protección del acuífero. En el caso de la cuenca del Guadalete-Barbate se encuentran en este grupo los acuíferos carbonatados y los detríticos o aluviales libres.
- **Riesgo medio**. Incluye las áreas constituidas por materiales permeables por porosidad intergranular o por fisuración, que se encuentran parcialmente protegidas o con un nivel piezométrico no muy somero.
- **Riesgo bajo**. Son aquellos sectores que hidrogeológicamente pueden ser considerados como impermeables o de muy baja permeabilidad. Ocurre en los acuíferos detríticos confinados, sobre los que existen capas relativamente impermeables que dificultan que la contaminación alcance el acuífero.

Las unidades de la cuenca son de riesgo medio a alto.

Las actividades urbanas constituyen una fuente de contaminación de carácter orgánico y bacteriológico importante. El problema se debe a las aguas residuales y a los residuos sólidos urbanos. Las aguas residuales se canalizan, normalmente, por redes de saneamiento en mal estado o inadecuadas, desde las que se producen fugas que pueden alcanzar los acuíferos. En la mayor parte de los casos todavía no se depuran, de manera que al ser vertidas a los cauces de arroyos o ríos, pueden, por infiltración, contaminar las aguas de los acuíferos sobre los que circulan.

No menos importante es la contaminación que pueden causar los residuos sólidos urbanos. Aunque se han desarrollado nuevas tecnologías de eliminación y tratamiento, la mayor parte de los residuos de la cuenca se vierten en vertederos incontrolados, constituyendo un foco potencial de contaminación importante.

Las actividades agropecuarias constituyen, asimismo, un factor de alteración de la calidad natural del agua subterránea en cuanto modifican las características del medio y adicionan sustancias ajenas al mismo (fertilizantes, plaguicidas, etc.). La agricultura es una fuente potencial de contaminación difusa derivada de su desarrollo en grandes áreas. Por el contrario, las prácticas ganaderas, especialmente la estabulación intensiva, constituyen un tipo de contaminación puntual.

Las prácticas incorrectas en la aplicación de fertilizantes constituye el factor más importante de la presencia de compuestos nitrogenados en las aguas subterráneas. Los plaguicidas son los causantes de la presencia de cloroetilenos, triclorobencenos, aldrines y lindano. La contaminación por la ganadería tiene un carácter orgánico y bacteriológico y se produce, en general, a consecuencia del vertido de los residuos animales y de su aplicación como abonos, que suele realizarse en las áreas próximas a los puntos de aplicación.

En el **cuadro 7** se presenta, junto con la calidad hidroquímica, la situación general sobre la contaminación de las aguas subterráneas de la cuenca por los diversos factores enunciados.

Sobre la problemática de la contaminación en las diferentes unidades, se puede indicar que:

- 1) En las unidades con un riesgo alto de contaminación, las aguas residuales no son sometidas, en general, a tratamiento alguno, vertiéndose directamente a los cauces. Afirmación similar cabe hacer con relación a los residuos sólidos urbanos, que suelen ser depositados en vertederos incontrolados, con grave riesgo para el acuífero cuando el emplazamiento tiene lugar sobre los afloramientos permeables de la unidad.

2) Es preciso prevenir la contaminación de los acuíferos, especialmente en aquellos casos en que con sus aguas se atiende el abastecimiento de núcleos urbanos. En este estado se encuentran:

- UH 05.53 Llanos de Villamartín, que atiende el abastecimiento de Villamartín, con 6.680 habitantes.
- UH 05.54 Arcos-Bornos-Espera, en el que los tres núcleos de los que toma su nombre la unidad se abastecen de sus aguas.
- UH 05.61 Vejer-Barbate, en la que los municipios de Benalup, Vejer y Barbate se abastecen de sus aguas.

**CUADRO 7
ESTADO DE LA CONTAMINACION EN LOS ACUIFEROS DE LA CUENCA**

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	CALIDAD				RIESGO	ABRÍCOLA/BA HADERA U.F.N./mls-900 (l/a ha)	RESIDUO LIQUIDO kg/ha/año
	FACIES	PARÁMETROS (mg/l) (¹ mbos/cm)	CLASIFICACIÓN				
			USOS URBANOS	USOS ABRÍCOLAS			
05.53 Llanos de Villamartín	Sulfatada cálcica-Clorurada sódica	-	Tolerables	C ² S ¹	Alto	43.750	14
05.54 Arcos-Bornos-Espera	Bicarbonatada cálcica	-	Potables	C ² S ¹	Alto	112.875	0,9
05.55 Aluvial del Guadalete	Clorurada sódica y magnésica	-	No Potables	C ³ S ² -C ⁴ S ⁵	Alto	1.050.000	-
05.57 Rota-Sanlúcar-Chipiona	Clorurada sódica	Conductividad, 2.500-8.000	No Potables	Sólo terrenos con buen drenaje	Medio	Nitratos	-
05.58 Puerto de Santa María	Clorurada sódica	-	No Potables	C ³ S ² -C ⁴ S ⁵	Medio	175.000	-
05.59 Puerto Real-Conil	Bicarb.-clorurada sódica	-	Potables	C ² S ² -C ⁶ S ⁶	Medio	693.750	-
05.61 Vejer-Barbate	Bicarbonatada cálcica	R.S. < 800	Potables	C ² S ¹ -C ³ S ¹	Alto	775.000	0,9
05.62 Aluvial del Barbate	Bicarbonatada cálcica	-	Potables	Aptas	Alto	-	-
05.63 Setenil-Ronda	Bicarbonatada/ clorurada	-	Potables, salvo en ciertas zonas	-	Medio	-	-
05.64 Sierra de Grazalema	Bicarbonatada cálcica y magnésica	Sales < 600	Potables en general. No potables en Subun. de Silla.	-	Alto	-	-

- UH 05.62 Aluvial del Barbate, de donde se abastecen Alcalá de los Gazules, Benalup de Sidonia y San José de Malcocinado.
- UH 05.63 Setenil-Ronda, de donde se abastecen los municipios de Setenil, Alcalá del Valle y Torre Alhaquime.
- UH 05.64 Sierra de Grazalema, con cuyas aguas se abastecen Ubrique, Grazalema, El Bosque y Zahara de la Sierra. Por ejemplo, en Ubrique existe contaminación bacteriológica en los manantiales de El Saltadero, Cornicabra y Benafeliz (en este último, de carácter temporal).

3) La contaminación agrícola es importante en algunas unidades, lógicamente aquéllas en las que la actividad de este tipo es mayor. Es el caso, por ejemplo de la UH 57 Rota-Sanlúcar-Chipiona, en la que la actividad agrícola intensiva existente en el acuífero, así como las especiales características de los cultivos en invernaderos, por otra parte muy numerosos y de gran importancia dentro de la economía de la zona, han provocado un gran deterioro en la calidad del agua, debido a los productos nitrogenados, plaguicidas, herbicidas, etc., empleados en este tipo de agricultura intensiva.

4) El propio río Guadalete, con su importante contaminación, es el foco más importante del deterioro de la UH 05.56 Jerez en los sectores del aluvial.

7. LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y EL MEDIO AMBIENTE

Las surgencias naturales de manantiales y áreas de descarga natural, que contribuyen a aumentar el caudal de los ríos de forma puntual, suelen dar lugar a parajes de gran interés, cuya pervivencia depende de modo directo de las condiciones y características de esta alimentación hídrica subterránea.

En estas áreas, la suma de factores geológicos y biológicos conduce con frecuencia a entornos de alta calidad ambiental, tipológicamente muy variados. Por ello, la reducción o modificación sustancial de estas aportaciones determina casi siempre la desaparición o grave alteración de estos parajes, al ser el agua el factor que induce, con carácter básico,

su estabilidad.

Un conocimiento profundo sobre las necesidades hídricas de estos espacios y su interrelación con las unidades hidrogeológicas resulta imprescindible para tomar decisiones que permitan su mejora y garanticen la conservación de los numerosos ecosistemas asociados.

Existe una legislación estatal específica, la Ley 4/1989, de 27 de Marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres que define distintas figuras de protección. En la Comunidad Autónoma de Andalucía, el Inventario de Espacios Naturales Protegidos está aprobado por la Ley 2/1989 de 18 de julio, aprobada por el Parlamento Andaluz en sesión celebrada los días 27 y 28 de junio de 1989, en la que se amplían las figuras de la Ley 4/1989.

La ley 2/1989, de 18 de julio, declara en su artículo 5 los espacios inventariados como **Reserva Natural, Paraje Natural, Parque Natural y Parque Nacional**.

- La **Reserva Natural** es una figura de protección ya recogida por la Ley 4/1989. El fin de la declaración de un espacio como Reserva Natural es la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos que, por su fragilidad o singularidad, merecen una valoración especial. Las **zonas húmedas** se integran en esta figura de Reserva Natural.
- El **Paraje Natural** es una figura que se rescata de la derogada Ley de Espacios Naturales Protegidos de 1975. Bajo esta figura se recogen espacios, generalmente de ámbito reducido, que poseen excepcionales valores naturales dignos de una protección especial y en los que se permiten ciertas actividades tradicionales, así como otras de carácter científico, didáctico y de uso público, si bien éstas se establecen de forma que no supongan ningún peligro para los valores naturales objeto de protección. Entre los espacios inventariados como Paraje Natural no aparece ninguno relacionado con las Unidades Hidrogeológicas de la cuenca.
- El **Parque Natural** es la figura de protección más flexible. Además de la conservación de los recursos naturales, su declaración persigue el desarrollo socioeconómico de la

comarca y el disfrute ciudadano de la naturaleza.

- El **Parque Nacional** es la figura prevista para los espacios naturales de relativa extensión en los que se conservan ecosistemas poco alterados por la intervención humana, y donde los valores faunísticos, florísticos, geomorfológicos o paisajísticos, sean relevantes desde el punto de vista cultural, educativo o recreativo.

7.1. Reservas Naturales. Zonas húmedas

Las zonas húmedas o lagunas se integran, como ya se ha indicado, en la figura de Reserva Natural. La mayor parte de las inventariadas en la Ley 2/1989, de 18 de julio, son de carácter endorréico, con aporte hídrico procedente de escorrentías superficiales. Recientemente, el Organismo de cuenca ha redactado un Pliego de Asistencia Técnica para el Estudio de las necesidades hídricas de las zonas húmedas de la cuenca, complementario de otros estudios que pueda emprender la Autoridad Medioambiental y cuyo principal objetivo es el conocimiento del régimen de aportaciones y detracciones de la zona húmeda, estableciendo los balances hídricos actuales y futuros que permitan determinar la evolución de la lámina de agua, permitiendo la adopción de las medidas preventivas oportunas.

En el Anexo X de este PLAN se han analizado en profundidad los humedales y se ha detectado que de entre las zonas húmedas inventariadas en la Ley 2/1989, de 18 de julio, tan sólo se encuentra conectada con las aguas subterráneas la Laguna de la Paja, de importancia nacional. Otra laguna, la de La Regla, fue desecada artificialmente.

7.2. Parques Naturales y Parques Nacionales

El único espacio declarado Parques Naturales por la Ley 2/1989, de 18 de julio, comprendido dentro de la cuenca del Guadalete-Barbate y conectado con Unidades Hidrogeológicas, es el Parque Natural de la Sierra de Grazalema.

Desde el punto de vista de las aguas subterráneas, la protección del Parque debe orientarse en el sentido de asegurar las aportaciones de caudales desde los acuíferos a

la red de cauces superficiales, utilizando, para ello, la figura del **perímetro de protección** del artículo 173 del RDPH.

7.3. Tramos fluviales de especial interés ecológico

El agua que drena de manera natural, bien de forma difusa o puntual (manantiales), contribuye al mantenimiento de zonas de gran interés ecológico. Como puntos especialmente destacables en la cuenca del Guadalete-Barbate, se pueden citar los cauces del Parque Natural de la Sierra de Grazalema

Con el fin de proteger estas zonas de especial interés ecológico y paisajístico, se utilizará la figura del **perímetro de protección** del artículo 173 del RDPH.

7.4. Manantiales termales

El único manantial destacado en la cuenca para uso medicinal, es el manantial de Fuente Amarga, ubicado en la UH 05.59 Puerto Real-Conil.

8. MEDIDAS Y PROPUESTAS DE ORDENACIÓN, CONTROL Y PROTECCIÓN

8.1. Principios generales

Las políticas rectoras de los programas de acción, diseñados para conseguir los objetivos básicos de la planificación y gestión de los recursos hidráulicos que se enumeran en el artículo 1 de las Normas, y especialmente, en lo que se refiere a los recursos hidráulicos subterráneos, se estructuran a partir de los siguientes principios básicos:

- 1) **Uso sostenible** de las aguas subterráneas, orientado a la preservación de las funciones potenciales del recurso, garantizando las demandas humanas, actuales y futuras y el equilibrio de los ecosistemas asociados.
- 2) **Gestión coordinada** de las aguas superficiales y subterráneas, contemplando con-

juntamente los aspectos de cantidad y calidad del recurso.

- 3) **Prevención**, con el fin de evitar en su propio origen la aparición de perturbaciones (sobreexplotación, salinización, contaminación, etc.), antes que corregir ulteriormente sus efectos. Este principio es propugnado en el artículo 130R del Acta Única.
- 4) **Precautorio**, que propugna que, en la adopción de medidas preventivas, no ha de esperarse a disponer de una relación causa-efecto en el impacto negativo sobre las aguas subterráneas, cuando éste se derive del vertido o aplicación al terreno de sustancias netamente peligrosas.
- 5) **Responsabilidad compartida** en la protección del recurso, tanto por las Administraciones competentes como por los usuarios y los potenciales contaminadores.
- 6) **Disuasión**, utilizando los instrumentos económicos que la vigente Ley de Aguas establece, tal como el canon de vertido o cualquier otro que se pueda introducir mediante la Ley del Plan Hidrológico Nacional con los que, por un lado, se penaliza una potencial contaminación y, por otro, se recaban recursos que contribuyan a recuperar las condiciones previas al proceso contaminante. También puede recurrirse a incentivos, en forma de ayudas financieras, dirigidos a estimular procesos productivos que tiendan a reducir o eliminar los efectos medioambientales negativos. Por último, una decidida acción educativa y de divulgación contribuirá a concienciar a los distintos agentes implicados sobre la necesidad de compartir solidariamente las tareas de protección del recurso.
- 7) **Armonización**, en un marco medioambiental amplio, con políticas sectoriales que afectan a otros recursos naturales y actividades económicas, como agricultura, industria, turismo, uso del suelo, etc.

8.2. De la sobreexplotación de acuíferos

De acuerdo con el contenido del apartado 6 de este Anexo relacionado con los problemas actuales y potenciales, se proponen las siguientes medidas:

1) Unidades en las que se propone la aplicación del artículo 171 del RDPH, de **declaración de acuífero sobreexplotado o en riesgo de estarlo:**

- UH 05.57 ROTA-SANLÚCAR-CHIPIONA (ya iniciado su expediente)
- UH 05.58 PUERTO DE SANTA MARÍA
- UH 05.59 PUERTO REAL-CONIL

2) Unidades en las que se propone la **aplicación del artículo 172 del RDPH**, dentro de las cuales (o en los perímetros que se señalan) **no será posible el otorgamiento de nuevas concesiones a menos que los titulares estén constituidos en Comunidades de Usuarios:**

- UH 05.54 ARCOS-BORNOS-ESPERA, aplicado a la totalidad de la unidad.
- UH 05.55 ALUVIAL DEL GUADALETE (Sector de los Llanos del Sotillo).
- UH 05.61 VEJER-BARBATE, aplicado a la totalidad de la unidad.

8.3. Perímetros de protección de la calidad general del agua de las unidades hidrogeológicas

De acuerdo con el contenido de los apartados 4.1 y 4.2 relativos a la calidad actual y a los objetivos de calidad de las aguas subterráneas, se proponen los siguientes **perímetros de protección** en el sentido del artículo 173 del RDPH, en los que se prohíbe los vertidos contaminantes, tanto líquidos como sólidos:

- UH 05.64 SIERRA DE GRAZALEMA. Abarca todos los afloramientos permeables de la unidad.

8.4. Perímetros de protección de captaciones de agua para abastecimiento urbano

- UH 05.53. LLANOS DE VILLAMARTÍN.

- **Perímetros en los que se prohíbe la realización de nuevas captaciones:**

- **Perímetro** circular de 1.000 mts. de radio con centro en el punto de **abastecimiento** de Villamartín, con número de inventario **134370004** .

- **Perímetro** circular de 1.000 mts. de radio con centro en el punto de **abastecimiento** de Villamartín, con número de inventario **134370006** .

- **Afloramiento de calizas jurásicas** . Esta zona queda definida por la poligonal de vértices de coordenadas UTM que se relacionan en la tabla que sigue (huso 30S. Los vértices del 1 al 5 corresponden a la poligonal de la Unidad).

Nº	UTM X	UTM Y	Nº	UTM X	UTM Y
6	265800	4072380	7	268000	4077080
8	270000	4079000	9	272340	4078000
10	272340	4076150	11	268450	4076000
12	266480	4071850			

En este perímetro, se prohíbe la realización de nuevas obras de captación, exceptuadas las destinadas a abastecimiento público urbano.

- Aunque situados fuera de la unidad, se propone la definición de perímetros de protección, circulares, con radio de 1.000 metros, con centro en los puntos de abastecimiento de Puerto Serrano y Prado del Rey, cuyos números de inventarios son: 14431010, 14431011, 14441004 y 14441005.

- UH 05.54. ARCOS-BORNOS-ESPERA

- **Perímetro en el que sólo se permiten captaciones destinadas a abastecimientos de núcleos urbanos:** Se define (con objeto de preservarlo para el abastecimiento urbano) mediante la **poligonal de vértices nº 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21** .

- UH 05.61. VEJER-BARBATE

- **Perímetros en los que se prohíbe la realización de nuevas captaciones, salvo las destinadas a abastecimiento urbano:**

Se establecen sendos perímetros de protección en torno a los puntos de abastecimiento existentes en la Unidad que seguidamente se indica. Tendrán forma circular, de 1.000 metros de radio y centro en el punto de abastecimiento.

Pto. de Abastecimiento	Núcleo abastecido
13465013	Badalejo (Medina Sidonia)
12473031	La Muela (Vejer) y Vejer
12474021	Cabrahigos (Vejer)
12477044	Zahara Atunes (Barbate)
12477048	Vejer
12477064	Barbate
12477065	"
12477067	"

- UH 05.62. ALUVIAL DEL BARBATE

- **Perímetros en los que se prohíbe la realización de nuevas captaciones, salvo las destinadas a abastecimiento urbano:**

Se establecen sendos perímetros de protección en torno a los puntos de abastecimiento existentes en la Unidad que seguidamente se indica. Tendrán forma circular, de 1.000 metros de radio y centro en el punto de abastecimiento.

Pto. de abastecimiento	Núcleo abastecido
13465008	Benalup Sidonia
13465012	"
13465013	San José Malcocinado

Estos puntos quedan dentro de la poligonal que ha sido asignada a la unidad limítrofe 05.61 Vejer-Barbate.

Además se propone establecer un perímetro de protección de la misma naturaleza en torno al punto 13463001 (abastecimiento de Alcalá de los Gazules), ubicado fuera de dicha poligonal.

- UH 05.63. SETENIL-RONDA

- **Perímetros en los que sólo se permitirán captaciones destinadas a abastecimientos a núcleos urbanos, independientemente de aquellas destinadas a mantener los volúmenes de agua acorde con las concesiones para riegos ya existentes, a estudiar en cada caso y en las que se deberá prestarse especial atención al potencial vertido de contaminantes, tanto sólidos como líquidos:**

Se establecen sendos perímetros de protección en torno a los puntos de abastecimiento existentes en la Unidad que seguidamente se indica. Tendrán forma circular, de 1.000 metros de radio y centro en el punto de abastecimiento.

- . 1443-8-052 Manantial de abastecimiento a Setenil.
- . 1543-5-010 Sondeo de abastecimiento a Olvera y Torre Alhaquime.
- . 1543-5-034 Sondeo de abastecimiento a Setenil.
- . 1543-5-104 Sondeo de abastecimiento a Setenil.
- . 1543-5-114 Manantial de abastecimiento a Alcalá del Valle
- . 1543-5-115 Sondeo de abastecimiento a Alcalá del Valle.
- . 1543-5-006 Manantial de abastecimiento a Alcalá del Valle

Los puntos de abastecimiento a Alcalá del Valle, Torre Alhaquime y Olvera se encuentran todos relacionados directa o indirectamente con el afloramiento jurásico de El Castillón, situado inmediatamente al sur de Alcalá del Valle y con este motivo

no debe autorizarse ninguna captación en dicho afloramiento y en su proximidad, siempre que no vaya dirigida a mejorar el abastecimiento de estas poblaciones.

- UH 05.64. SIERRA DE GRAZALEMA

• Perímetros en los que sólo se permitirán captaciones destinadas a abastecimientos a núcleos urbanos:

Se establecen sendos perímetros de protección en torno a los puntos de abastecimiento existentes en la Unidad que seguidamente se indica. Tendrán forma circular, de 1.000 metros de radio y centro en el punto de abastecimiento.

- Manantiales de abastecimiento a Prado del Rey (1444-1-004 y 1444-4-005).

- Manantial de abastecimiento a Zahara (1444-2-009).

- Manantiales y sondeo de abastecimiento a Grazalema (1444-2-002, 1444-2-003, 1444-2-006, 1444-2-007, 1444-2-008 y 1444-2-017).

- Manantial de abastecimiento a Benamahoma (1444-1-002).

- Manantiales y sondeo de abastecimiento a El Bosque (1444-1-007, 1444-1-008, 1444-5-005 y 1444-5-008).

- Manantiales de abastecimiento a Benaocaz (1444-6-002, 1444-6-003, 1444-6-004, 1444-6-008 y 1444-6-019).

- Manantiales y sondeos de abastecimiento a Ubrique (1444-5-001, 1444-5-003, 1444-5-004 y sondeo s/n).

8.5. Perímetros de protección de espacios naturales relacionados con las aguas subterráneas

- **UH 05.64. SIERRA DE GRAZALEMA.** Perímetros en los que no se autorizarán nuevas captaciones, salvo alguna destinada al abastecimiento urbano o a las actuaciones que se puedan llevar a cabo para la investigación de los acuíferos para un potencial apoyo a la regulación de la cuenca. Se establecen con un ancho de 2 km, uno a cada lado del eje, sobre los cauces principales.

8.6. Normas para el otorgamiento de nuevas concesiones o de autorizaciones de investigación

El artículo 84.4 del RAPA indica expresamente que *"El Plan Hidrológico (de cuenca) establecerá para cada unidad hidrogeológica, en la medida que sea posible, normas para el otorgamiento de autorizaciones de investigación o concesiones"*.

En los perímetros definidos en los apartados 8.3, 8.4 y 8.5, acogidos a la figura del artículo 173 del RDPH se establece ya una cierta normativa que es, generalmente, de carácter restrictivo, al prohibir la ejecución de cualquier nueva captación o limitando éstas a las destinadas a abastecimientos urbanos o a aquéllas que sean de escasa importancia.

Ahora bien, la normativa a la que se refiere el citado artículo 84.4 del RAPA, debe abarcar al conjunto de la unidad hidrogeológica y no sólo a estas zonas singulares que son los perímetros de protección. Dicha normativa ha sido redactada para las unidades de la cuenca del Guadalquivir y se recogen como Apéndice de las Normas.

Con carácter general, cada norma, por unidad hidrogeológica, responde al siguiente contenido:

- 1) **Zonificación y normativa específica.** Se efectúa una zonificación de la unidad que, en el caso más general, se segrega en las siguientes zonas:

- **Zona no autorizada,** en la que se prohíbe la realización de nuevas

captaciones. Se reserva a zonas y puntos muy comprometidos.

- **Zona para protección de uso urbano**, con una subzona que recoge el carácter cuantitativo de la normativa, al permitir únicamente captaciones destinadas a abastecimientos de núcleos urbanos, independientemente de aquéllas destinadas a mantener los volúmenes de agua acordes con las concesiones para riegos ya existentes, a estudiar en cada caso. Una segunda subzona se refiere a la prohibición o restricción de vertidos contaminantes, líquidos o sólidos.
- **Zona con limitaciones específicas**, bien porque sólo se permiten captaciones destinadas a explotaciones integradas en los planes de riego previstos por el Plan, o a abastecimiento a núcleos urbanos o a captaciones de escasa importancia. También se emplea esta figura, menos exigente que las anteriores, para aquéllas zonas en las que conviene limitar la profundidad de las captaciones, para evitar el deterioro en la calidad de las aguas si las perforaciones llegan hasta el substrato, generalmente con alto contenido en sales.
- **Zona condicionada**, reservada generalmente a las áreas en las que el conocimiento hidrogeológico de la unidad es insuficiente, de tal manera que las condiciones concesionales serán impuestas en función de los resultados de la propia ejecución de la captación.
- **Zona sin restricciones específicas**. Comprende el resto de la unidad y en ella son de aplicación las normas de carácter general.

2) **Normas de carácter general**. Contemplan los siguientes aspectos:

- Distancia mínima entre captaciones, por zonas
- Caudal máximo instantáneo, por captación y zonas
- Volumen máximo anual de explotación para el conjunto de la unidad.
- Prescripciones generales adicionales de carácter técnico.

Estas prescripciones generales son comunes para todas las unidades

hidrogeológicas, por lo que se han recogido en el artículo 65.3 de las Normas, contemplando los requisitos que debe cumplir el **Proyecto técnico**, el contenido del **Informe sobre la realización de la perforación**, a incluir en la memoria para la autorización definitiva, los **Dispositivos de control** y las normas respecto al **abandono de pozos**.

Asimismo, el artículo 65.2 de las Normas define las **captaciones de escasa importancia**, como aquéllas que cumplen las siguientes condiciones:

- Volumen máximo anual extraído: 7 000 m³.
- Caudal máximo de explotación: 1 l/s.
- Equipo mecánico adecuado a las anteriores condiciones.

- 3) **Normas de carácter específico**. Se reserva este apartado para la normativa concreta de las zonas con limitaciones específicas y zonas condicionadas.

8.7. Red oficial de control de aguas subterráneas

Dentro de un programa conjunto para las cuencas hidrográficas españolas, se están iniciando los trabajos para el "Estudio y redacción del Proyecto de instalación, mantenimiento y operación de redes oficiales de control de aguas subterráneas, piezometría, hidrometría y calidad".

En el momento actual existen unas redes controladas por distintos Organismos y, muy especialmente, por el ITGE, que se describen en la síntesis que, de cada unidad, recoge el Apéndice 1. La densidad de las redes actuales es pequeña y muy variable entre unidades, no siendo frecuente la presencia simultánea de las redes de piezometría, hidrometría y calidad.

El Proyecto se apoyará en la red actual, determinando los puntos que puedan ser incorporados a la nueva red y estableciendo otros nuevos, de manera que quede suficientemente cubierta cada unidad hidrogeológica. Las actividades que abordará el Proyecto, son, entre otras, las siguientes:

- 1) Análisis hidrogeológico de los acuíferos a partir de la información existente, utili-

zando técnicas geoestadísticas que serán guiadas con criterios hidrogeológicos.

- 2) Estudio de las redes actuales para análisis de la idoneidad de su integración en las redes oficiales futuras.
- 3) Incorporación de ciertas captaciones que se juzgue conveniente integrar en las redes oficiales.
- 4) Diseño de los nuevos puntos de control, piezómetros, pozos y manantiales, en aquellas zonas no suficientemente cubiertas por las redes actuales.
- 5) Diseño de los dispositivos de medida de nivel piezométrico y de extracción de agua para toma de muestras, manuales y automáticos, en todos los puntos de la red.
- 6) Definición del programa de operaciones en los distintos puntos de la red.
- 7) Diseño del sistema de verificación, control, transmisión y explotación de los datos.

8.8. Otros programas necesarios para el control, ordenación, protección y desarrollo de las aguas subterráneas

En el momento actual, la Dirección General de Obras Hidráulicas, conjuntamente con el Instituto Tecnológico Geominero de España, ha diseñado 14 programas de acción, en relación con las aguas subterráneas y para todas las cuencas hidrográficas del territorio nacional, a desarrollar en de los horizontes de los Planes Hidrológicos de cuenca.

Los programas son los siguientes:

- 1) Red oficial de control de aguas subterráneas
- 2) Censo de aprovechamientos de aguas subterráneas
- 3) Acuíferos con problemas de sobreexplotación o salinización.
- 4) Normas para otorgamiento de nuevas explotaciones. Asignación de recursos.
- 5) Directrices para la ordenación de vertidos especialmente contaminantes.
- 6) Perímetros de protección para captaciones de agua potable.
- 7) Protección de zonas húmedas y otros espacios naturales relacionados con las aguas subterráneas.
- 8) Emplazamientos de residuos sólidos urbanos
- 9) Prevención y corrección de la contaminación de las aguas subterráneas por actividades industriales
- 10) Control y corrección de la contaminación de las aguas subterráneas producida por nitratos
- 11) Control y corrección de la contaminación de las aguas subterráneas producida por pesticidas
- 12) Infraestructuras para captación de aguas subterráneas en períodos de sequía
- 13) Abastecimiento con aguas subterráneas a núcleos urbanos
- 14) Recarga artificial de acuíferos

En la cuenca del Guadalete-Barbate se han realizado trabajos importantes relacionados con los programas 2, 3, 4, 6, 7 y 13. En cualquier caso, será oportuno completarlos

dentro de las actividades generales de tales programas.

Por otra parte, otros estudios que es necesario abordar en la cuenca del Guadalete-Barbate, en relación con las aguas subterráneas, son los siguientes:

- 1) Trabajos complementarios para un mejor conocimiento geológico e hidrogeológico de las unidades, que permitan precisar sus balances hídricos. En la síntesis del Apéndice 1 se recoge, por unidad, una ficha con el grado de conocimiento de la misma y las propuestas de actuación correspondientes, buena parte de las cuales quedarán satisfechas con la realización de los programas antes reseñados.
- 2) Distribución de los recursos en las Unidades Hidrogeológicas intercuenas. En el caso del Guadalete-Barbate afecta a sólo una unidad, UH 05.63 Setenil-Ronda. Aunque el conocimiento global de estas unidades es suficiente, faltan estudios específicos de asignación de los recursos a cada cuenca. Sobre este asunto, es preciso señalar que:
 - La distribución de recursos se ha de hacer conjuntamente por los Organismos de cuenca afectados, y
 - La gestión y explotación de la unidad debe ser única.
- 3) Descargas naturales mínimas de los acuíferos por razones de protección ambiental y, concretamente, para el mantenimiento y conservación de las zonas declaradas de protección especial.
- 4) Incidencia del tratamiento de las aguas residuales de los núcleos urbanos en la calidad de las aguas subterráneas, incluyendo los núcleos de menos de 2 000 habitantes equivalentes, no contemplados en la Directiva 91/271/CEE.

APENDICE I
DESCRIPCION DE LAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS
DE LA CUENCA DEL GUALETE-BARBATE

INDICE

	Página
1. UH 05.53. LLANOS DE VILLAMARTÍN	1
2. UH 05.54. ARCOS-BORNOS-ESPERA	4
3. UH 05.55. ALUVIAL DEL GUADALETE	7
4. UH 05.57. ROTA-SANLÚ CAR-CHIPIONA	10
5. UH 05.58. PUERTO DE SANTA MARÍA	15
6. UH 05.59. PUERTO REAL-CONIL	18
7. UH 05.61. VEJER-BARBATE	22
8. UH 05.62. ALUVIAL DEL BARBATE	26
9. UH 05.63. SETENIL-RONDA	28
10. UH 05.64. SIERRA DE GRAZALEMA	31

1. UH 05.53. LLANOS DE VILLAMARTIN

La Unidad Hidrogeológica 05.53, Llanos de Villamartín, se enmarca en el sector nororiental de la comarca gaditana de la Campiña de Jerez, con una superficie permeable de 50 km². Los límites de la Unidad están marcados, en su mayor parte, por los afloramientos de margas yesíferas triásicas, que constituyen el substrato impermeable de la misma. Los núcleos de población ubicados en ella son Prado del Rey, Puerto Serrano y Villamartín.

La Unidad se enmarca geológicamente en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, en el seno del **olistostoma subbético** que en este sector está formado por materiales **triásicos** -margas yesíferas, impermeables-, **jurásicos** -permeables por karstificación de los materiales carbonatados, calizas, dolomías y carnilas - y **cretácicos** - margas y margocalizas.

Sobre estos materiales se depositó, a partir del Mioceno, una **serie detrítica** constituida por las siguientes unidades litoestratigráficas:

- **Formación para-autóctona:** margas blancas, impermeables.
- **Mioceno**, con margas arenosas, arenas, areniscas calcáreas (Mioceno de base) y margas verdes y grises de potencias muy variables. Es permeable, excepto las margas verdes y grises, que son impermeables y confinan los materiales infrayacentes.
- **Plioceno**, con arenas amarillas y biocalcarenititas, permeables, comportándose, por tanto, como acuífero.
- **Cuaternario:** constituido por depósitos de terrazas antiguas y aluviales actuales - arenas, gravas y arcillas rojas-, con potencias variables y espesor medio de 8-10 mts. Se comporta como acuífero.

Se trata, por consiguiente, de un acuífero permeable por porosidad en los materiales detríticos, y por fisuración en las calizas jurásicas. Presenta carácter libre, excepto donde afloran las margas que coronan la serie miocena.

El substrato impermeable está formado por materiales de carácter margoso (de edad triásica y cretácica, principalmente). Las formaciones acuíferas son las constituidas por la serie detrítica del Mioceno, Plioceno y Cuaternario, además de los afloramientos calizos del límite sureste. Las margas que coronan la serie miocena confinan los materiales infrayacentes.

La alimentación se realiza por: 1) infiltración del agua de lluvia, 2) retorno de agua de regadíos, y 3) en los materiales cuaternarios, el drenaje subterráneo procedente de los afloramientos calizos del sector suroriental. Las salidas, a su vez, tienen lugar a través de manantiales, obras de captación y drenaje subterráneo al río Guadalete.

Los usos a los que se destinan las aguas de la Unidad son regadío y abastecimiento. Los tres núcleos de la Unidad se abastecen con aguas subterráneas. Villamartín lo hace en su totalidad con aguas de la Unidad (puntos 13437004 y 13437006, 0,6 hm³/año) y Puerto Serrano lo hace parcialmente (13434028 y 13438012, 0,06 hm³/año), abasteciéndose principalmente en dos puntos ubicados fuera de la misma. Prado del Rey se abastece de dos puntos ubicados fuera de la Unidad (14441004 y 14441005). Así, pues, la población abastecida con aguas de esta unidad es de unos 23.334 habitantes.

El volumen destinado al riego es de 2,24 hm³/año, con el que se ponen en regadío unas 447 hectáreas.

Los estudios llevados a cabo para la definición del balance hídrico, han permitido una evaluación de los recursos renovables de la unidad que se pueden cifrar en 5,5 hm³/año. Teniendo en cuenta que los usos actuales se elevan a unos 4,13 hm³/año, se puede afirmar que la situación es moderadamente excedentaria.

Las aguas de la unidad presentan facies sulfatada cálcica y clorurada sódica. Son aguas duras y presentan una mineralización notable. Las aguas de los materiales cuaternarios son "tolerables" para el consumo humano. Con respecto al riego, son aguas del tipo C₃S₃, de calidad objetable para su utilización en regadío.

La Unidad presenta un riesgo previsible de contaminación de las aguas subterráneas de grado alto. Los residuos sólidos urbanos generados en las tres poblaciones existentes en la

Unidad ascienden a 6.651 Tm/año, realizándose su tratamiento en vertederos incontrolados. Los vertederos de Villamartín y Puerto Serrano están ubicados en el límite del substrato impermeable con materiales cuaternarios, mientras que el de Prado del Rey, sobre material del substrato impermeable. Los aguas residuales ascienden a 1,4 hm³/año. En las tres poblaciones se vierten a cauces de aguas superficiales, sin ningún tipo de depuración.

La contaminación agrícola está cifrada en 43.750 UFN (175 UFN/ha/año).

2. UH 05.54. ARCOS-BORNOS-ESPERA

La Unidad hidrogeológica 05.54 (Arcos-Bornos-Espera), se sitúa en la cuenca media del río Guadalete, enmarcándose en la comarca gaditana de La Campiña. En ella se ubican los núcleos de Arcos de la Frontera, Bornos, Coto de Bornos y Espera. La superficie permeable de la unidad es de 63 km².

Sus límites están marcados por los afloramientos de arcillas y margas yesíferas, por una parte, y las albarizas miocenas, por otra, que la rodean.

Geológicamente se enmarca en el extremo occidental de la Cordillera Bética, en el seno del **olistostroma subbético**, constituido en el sector, principalmente, por margas y yesos de edad triásica. Sobre dichos materiales triásicos se depositó, con carácter para-autóctono y autóctono, una **serie detrítica** desde el **Mioceno** hasta el **Cuaternario**, sobre todo perteneciente al Mioceno de base, en la que se destacan las siguientes formaciones:

- **Formación para-autóctona miocena:** margas blancas, denominadas localmente albarizas o moronitas, con potencia de 100 metros, impermeables.

- **Mioceno:** serie constituida por margas arenosas, calcarenitas, areniscas, arenas y margas verdes y grises, de potencia muy variable. con un máximo de 40 metros en las margas arenosas de 40 metros y de 120 a 140 metros en la serie de calcarenitas, areniscas y arenas. La permeabilidad es media- alta, excepto las margas arenosas, de permeabilidad baja y las margas verdes y grises, que son impermeables y confinan localmente la serie infrayacente; edad Mioceno. Constituye la principal formación acuífera de la Unidad.

- **Plioceno**, con arenas amarillas y biocalcarenitas de permeabilidad alta.

- **Cuaternario:** constituido por depósitos de terrazas y aluviales del río Guadalete y arroyos tributarios, derrubios de ladera y conos de deyección. Se trata de arenas, cantos y arcillas que presentan una permeabilidad alta.

La estructura general corresponde a un domo con los materiales plegados suavemente,

apreciándose dos anticlinales y un sinclinal como rasgos principales.

Consiste, en definitiva, en un acuífero detrítico permeable por porosidad y también por fisuración, en el caso de las calcarenitas. Presenta un comportamiento hidrogeológico libre, excepto en las áreas en las que están presentes las margas verdes y grises, que confinan la serie miocena infrayacente.

El substrato impermeable está constituido por las margas y yesos del olistostroma y por las margas blancas -albarizas- de la formación para-autóctona. Los materiales con comportamiento hidrogeológico de acuífero son las margas arenosas, la serie detrítica miocena, las arenas pliocenas y los depósitos cuaternarios. Las margas verdes y grises que coronan la serie miocena son impermeables y confinan parcialmente a las formaciones infrayacentes.

La alimentación se realiza por la vía de la infiltración del agua de lluvia en los sectores en los que el acuífero es libre, el retorno de agua de regadíos y, posiblemente, por la recarga a partir de los embalses de Bornos y Arcos. Las salidas se efectúan por las extracciones con destino a regadío y a abastecimiento urbano, principalmente. El sentido de circulación de las aguas subterráneas es hacia el SO.

El I.T.G.E. controla, con frecuencia bimestral, una red piezométrica constituida por seis piezómetros.

Las aguas de la Unidad se destinan a los usos de abastecimiento público y de regadío. La totalidad de los núcleos de población ubicados en la Unidad se abastecen con aguas subterráneas de la misma. Los puntos de abastecimiento son 13442014, 13442019, 13446020, 13446022 (Arcos de la Frontera), 13442010, 13442013 (Bornos) y 13442016 (Espera) y el consumo anual, 3,31 hm³/año, para una población total de 37.605 habitantes.

Se estima el uso con destino a riego en unos 4,17 hm³/año, con los que se atienden unas 833 hectáreas.

Los estudios llevados a cabo para la definición del balance hídrico, han permitido una evaluación de los recursos renovables de la unidad que se pueden cifrar en 7 hm³/año.

Teniendo en cuenta que los usos actuales se elevan a unos 7,48 hm³/año, se puede afirmar que la situación es crítica, aunque con desigual reparto en los distintos sectores.

Las aguas presentan facies bicarbonatada cálcica, dureza media y mineralización ligera, con bajos contenidos en cloruros y sulfatos, siendo aptas para el consumo humano. En cuanto al uso para riego, son aguas de tipo C₂S₁.

La Unidad presenta un riesgo previsiblemente alto de contaminación de las aguas subterráneas.

Los municipios de Arcos, Bornos y Espera realizan el vertido de sus residuos sólidos urbanos en vertederos incontrolados, ubicados, los dos primeros muy próximos y el tercero en la Unidad. Los residuos sólidos urbanos generados son 11.446 Tm/año. El vertedero de Arcos de la Frontera está situado sobre las margas blancas que forman parte del substrato impermeable, fuera de la poligonal y las aguas de escorrentía conducen los posibles lixiviados al río Guadalete. A priori, no supone un foco de contaminación directa de las aguas subterráneas de la Unidad.

Por lo que se refiere al vertedero de Espera, está ubicado fuera de la poligonal, sobre margas yesíferas triásicas y en cuanto al de Bornos está situado sobre depósitos cuaternarios, suprayacentes a la serie miocena, lo que supone un foco de contaminación de esta serie, principal formación acuífera de la Unidad.

Los vertidos líquidos urbanos ascienden en la Unidad a un total de 0,9 hm³/año. Los tres municipios realizan el vertido a cauces superficiales, sin ningún tipo de tratamiento. La contaminación agrícola está cifrada en 175 UFN/ha/año.

La red piezométrica de la Unidad está compuesta por seis piezómetros de los que se toman medidas bimestrales. Entre 1977 y 1983 se realizó el seguimiento de una red de calidad de las aguas, compuesta por tres puntos (134460020, 134420003 y 134350004). Recientemente, se ha reanudado la toma de datos de esta red.

3. UH 05.55. ALUVIAL DEL GUADALETE

La Unidad hidrogeológica 05.55, Aluvial del Guadalete, se ubica hidrográficamente en la Cuenca media y baja del Guadalete, dentro de la comarca gaditana de la Campiña de Jerez. Su superficie permeable abarca una extensión de 150 km², desarrollándose a lo largo del río Guadalete. Los límites de la unidad pueden establecerse en base a líneas imaginarias entre las poblaciones de Jerez de la Frontera, Arcos de la Frontera, San José del Valle y Paterna de Rivera.

Los núcleos de población ubicados en la Unidad son cinco pedanías de Jerez: La Barca de Florida, José Antonio, El Torno, Torreceira y San Isidro del Guadalete.

Geológicamente, la unidad se inserta en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas. Los materiales subbéticos presentes en la Unidad tienen carácter alóctono y son, sobre todo, margas yesíferas triásicas, además de margo-calizas y margas, existiendo, también, un afloramiento de dolomías jurásicas. A partir del Mioceno se depositó una serie detrítica con carácter autóctono. Parte de esta serie forma, junto con los materiales subbéticos, el substrato impermeable de la Unidad. Las siguientes unidades litoestratigráficas configuran la **serie detrítica postorogénica**:

- **Formación para-autóctona:** margas blancas, conocidas localmente como albarizas, impermeables.

- **Mioceno:** margas arenosas, calcarenitas y areniscas.

- **Plioceno:** arenas amarillas y limos arenosos, permeables.

- **Cuaternario:** cantos, conglomerados, arenas, limos y arcillas, de potencia variable, permeable.

El **substrato impermeable** de la Unidad está constituido por los materiales subbéticos, por las margas blancas de la formación para-autóctona y por las margas arenosas del Mioceno. Las arenas pliocenas y los materiales cuaternarios constituyen el **acuífero** de la Unidad.

En la Unidad se distinguen dos acuíferos:

1) acuífero de los Llanos del Sotillo, ubicado en la margen izquierda del río Guadalete, entre el río Majaceite y el arroyo Salado de Paterna. Sus límites son depósitos aluviales del río Guadalete (NO), aluviales del río Majaceite (NE), afloramientos del substrato (SE y SO) y el aluvial del arroyo Salado de Paterna (O). Está constituido por materiales pliocenos, pliocuaternarios y cuaternarios. En este acuífero se produce la máxima concentración de extracciones.

2) acuífero del aluvial: ocupa el resto de la superficie permeable de la Unidad, y está constituido por los materiales cuaternarios asociados a la dinámica fluvial de los ríos y arroyos de la Unidad.

Ambos son permeables por porosidad y con carácter libre.

La alimentación se realiza por infiltración del agua de lluvia y, en menor medida, por retorno de agua de regadío. Las salidas se realizan por drenaje a través del río Guadalete, que atraviesa la Unidad de NE a SO, y por bombeos destinados a regadío.

EL área mejor conocida y más estudiada es la zona de Llanos del Sotillo, siendo necesario profundizar más en el conocimiento del acuífero aluvial, de la misma forma que en la relación acuífero-río. Todo parece indicar que el río es normalmente efluente, excepto en épocas de crecidas, que puede ser influente. Constituye, pues, el río Guadalete una fuente de recarga de los materiales acuíferos y el principal eje de drenaje de la Unidad.

La unidad limita al Este y al Oeste con las unidades hidrogeológicas 05.54 y 05.58, respectivamente, debiéndose profundizar en el conocimiento de la interrelación entre unidades.

El nivel del agua se encuentra entre 3 y 5 metros de profundidad, salvo en los Llanos del Sotillo, donde se localiza entre 10 y 20 metros. Los espesores saturados medios oscilan entre 10 y 50 metros.

Los estudios llevados a cabo para la definición del balance hídrico, han permitido una evaluación de los recursos renovables del acuífero de los Llanos del Sotillo, que se pueden cifrar en 15 hm³/año. Los usos se evalúan en otros 4,84 hm³/año. El aluvial del Guadalete necesita de estudios adicionales que permitan precisar su balance.

El uso preferente al que se destinan las aguas de la Unidad es la agricultura. Los núcleos de población ubicados en la misma no se abastecen con sus aguas. La superficie de riego atendida es de unas 968 hectáreas.

Las aguas son, en general, de mineralización muy fuerte y duras (350 a 650 mg/l), particularmente en la zona próxima a las marismas (límite occidental). Presentan facies clorurada sódica y magnésica y, en el área de Jerez, bicarbonatada cálcica. Se observa un progresivo y generalizado aumento de dureza y mineralización de Este a Oeste, debido a la influencia del río, cuya contaminación química y bacteriológica es notable. Respecto al riego, la mayoría son aguas de tipo C₃S₃, C₃S₄ y C₄S₅, presentando peligro medio a alto de alcalinización y salinización del suelo. Únicamente el 15 % de las aguas son potables y aptas para el riego. En definitiva, las aguas son de mala calidad, debido a la influencia del río Guadalete en el caso del aluvial y debido a las prácticas agrícolas en el caso del acuífero de Llanos del Sotillo.

La unidad presenta un riesgo alto de contaminación de las aguas. No existe ningún vertedero de residuos sólidos urbanos, si bien aguas arriba de la Unidad existen varios vertederos, que afectan a las aguas del río Guadalete. El de Arcos de la Frontera se ubica sobre margas yesíferas, muy cercano al borde la unidad.

Los focos potenciales de contaminación agrícola se centran en la ganadería (40.000 kg de nitrógeno/año), y en los abonos nitrogenados (1,05*10⁶ UFN/año).

No existe en la actualidad ninguna red piezométrica oficial, habiendo realizado la comunidad de regantes de El Sotillo diversas campañas piezométricas en sondeos de explotación.

4. UH 05.57. ROTA-SANLÚCAR-CHIPIONA

Esta unidad, con un extensión de 88 km², se encuentra situada al noroeste de la provincia de Cádiz. El acuífero, con una forma irregular, se extiende a modo de triángulo con los vértices en las poblaciones de Sanlúcar de Barrameda, Chipiona y Rota, según una banda subparalela a la costa, de unos 25 km. de longitud y unos 7 km. de ancho. Quedan, por tanto, incluidos en el acuífero los límites municipales de Chipiona, en su totalidad, y parcialmente los de Sanlúcar de Barrameda y Rota.

La unidad está constituida por materiales detríticos del Plioceno Continental y Cuaternario Marino que litológicamente corresponden a arenas y areniscas. Sus límites impermeables son, al Este, las margas del Trías (Keuper), las margas del Cretácico y las areniscas del Aljibe, al Norte las margas del Trías, y, al Oeste y Sur, los limos y arcillas de marismas y el Océano Atlántico.

Se trata de un acuífero libre y costero con porosidad intergranular, cuyos materiales permeables son las arenas y areniscas ya citadas. El espesor de los materiales permeables oscila, según las áreas, entre 5 y 27 metros.

En definitiva, los materiales detríticos del Plioceno continental y cuaternario marino, conforman un acuífero libre en el que la recarga se produce por infiltración del agua de lluvia y actualmente también en gran medida por el retorno de los riegos, con aguas superficiales procedentes del río Guadalete, concretamente en el Subsector II, del Sector V, de la Zona Regable del NO de Cádiz, que se ubica en el termino municipal de Chipiona.

El flujo del agua es, en condiciones naturales, hacia el mar, con dirección sensiblemente perpendicular a la costa. La red piezométrica consta de 17 puntos en los que se realizan medidas con periodicidad mensual y 28 con periodicidad semestral.

En la mayoría de los puntos se observa una evolución cíclica con tendencia al descenso o estabilidad, tendencia que se ve en el último año invertida en el sector donde se efectúan los riegos con aguas superficiales, donde los niveles suben entre 0.5 y 1 metro.

Del estudio de la piezometría reciente del acuífero hay que destacar, que si bien la dirección

del flujo natural del agua subterránea es en dirección hacia el mar, se produce, por efecto de los bombeos, una inversión del flujo de agua subterránea, lo que provoca en la parte central del acuífero unos "conos de bombeo", en los que se llega a situar la cota del agua, en ciertas época, en situación negativa. Esta inversión del flujo aún se produce actualmente, a pesar de la ya mencionada subida de niveles en las área donde se riega con aguas superficiales.

En las áreas que bordean la zona regada con aguas superficiales, se siguen produciendo descensos no deseables, ya que estas inversiones del flujo llevan consigo el peligro de intrusión salina.

El abastecimiento urbano a las poblaciones de la unidad se realiza en su totalidad con agua superficial, procedente del embalse de los Hurones, ubicado en la sierra de Grazalema, por lo que la explotación del agua subterránea para tal fin, se puede considerar nula.

En la actualidad el número de hectáreas en riego en la unidad es del orden de 1.032, de frutales, cultivos de invernadero y cultivos al aire libre, según datos de la Cámara Agraria de Chipiona. La mayor parte de ellas, unas 1.000 ha., se riegan con aguas superficiales actualmente, y se localizan en el subsector II. Los consumos directamente procedentes del acuífero se elevarían en la actualidad a unos 5,16 hm³.

Las entradas de agua proceden principalmente del agua de lluvia infiltrada y el retorno de los riegos. Las salidas corresponden al agua utilizada en el riego agrícola.

La recarga procedente de lluvia se ha estimado en 10.2 Hm³/año y la de retorno de riego, en unos 2,5 hm³/año, con una cifra aproximada de recarga total de 13 hm³/año.

El cambio de riego con aguas subterráneas por aguas superficiales, ha dado lugar, como ya se ha apuntado, a una inversión en el descenso general de la piezometría. Sin embargo, en otras zonas del acuífero, continúan produciéndose descensos, si bien son escasos y debido en gran medida a la baja pluviometría de los últimos años.

Sintetizando la problemática de la zona, se han identificado un conjunto de sectores con problemas bien definidos:

- Sector 1. Correspondería a la zona costera comprendida entre Sanlúcar y Chipiona, cuyo límite Sur es la antigua línea férrea, hoy inactiva, Sanlúcar-Rota, que forma la frontera Norte de los riegos con aguas superficiales.

En este sector se presentan síntomas de intrusión salina con valores de conductividad y de cloruros altos, que incluso no permiten el riego de los cultivos por lo que no se deben permitir nuevas extracciones.

- Sector 2. El segundo sector lo constituye el área delimitada entre Chipiona y Rota por el sur, y, por el norte, el límite sur del Subsector II de riego con aguas superficiales. En este sector aparecen los efectos de la intrusión salina en determinadas áreas costeras al sur de Chipiona y grandes problemas de calidad (valores superiores a los 8000 microSiems/cms), debido a problemas de intrusión salina y a la existencia de aguas fósiles de alta salinidad, por lo que en este área no es aconsejable tampoco el aumento de la extracciones, debiendo desestimarse las peticiones en tal sentido.

- Sector 3. Se delimita al Sur del acuífero, en el entorno de Rota, estando constituido en el 80 % de su extensión por la base militar de Rota. En este sector no se dispone de suficiente información respecto a piezometría, calidad de las aguas, volúmenes extraídos etc. etc., dadas su especiales características y connotaciones, por lo que sería deseable poder tener acceso a la información que sobre los diferentes aspectos hidrogeológicos citados puedan existir. En tanto no se disponga de más información, las captaciones que se pudieran autorizar deberían de ser objeto de un estudio específico.

- Sector 4. Corresponde a la zona que abarca el Subsector II, y en la cual se están produciéndose actualmente los riegos con aguas superficiales y ascensos de nivel, cifrados, en este primer año de riego, entre 0.5 y 1 metro. Debería considerarse la explotación del acuífero en función del riego con las aguas superficiales y la utilización de sus recursos subterráneos para el riego de las otras zonas limítrofes, con problemas de calidad de las aguas por efectos de intrusión u otros (aguas congénitas). De esta manera se evitarían los inconvenientes derivados del actual ascenso de niveles, tales como dificultades de drenaje de suelos, elevadas pérdidas por evapotranspiración, salinización de los horizontes superiores del suelo e, incluso, encharcamiento de algunas áreas.

Por lo tanto se podrían autorizar extracciones en este área para el riego, siempre y cuando se continúen los riegos con aguas superficiales y se siga dando la evolución de los niveles que actualmente se manifiesta.

Las aguas subterráneas de este acuífero presentan facies predominantemente cloruradas sódicas y son de mineralización notable a fuerte y duras a extremadamente duras y presentan elevados contenidos en nitratos, por contaminación agrícola. Los máximos valores de salinidad total se encuentran en las zonas costeras entre Sanlúcar de Barrameda-Chipiona y el área de la Ballena, si bien también existe un valor alto en otras zonas del interior del acuífero.

Los valores de la conductividad oscilan entre los 2.500 y 8.000 micro ohmios/cms, con tendencia al alza después del comienzo del riego con aguas superficiales. En general son aguas no aptas para el consumo humano y utilizables para el riego sólo en terrenos con buen drenaje.

Sería necesario un seguimiento de la calidad de las aguas del acuífero, ya que tras el riego con aguas superficiales, de una calidad deficiente actualmente, se ha observado un aumento de los valores de la conductividad lo que denota empeoramiento de las condiciones actuales.

Los focos de contaminación existente en el área son debidos principalmente a la actividad agrícola y de una manera menos importante a la ganadera. La actividad agrícola intensiva existente en el acuífero, así como las especiales características de los cultivos en invernaderos, por otra parte muy numerosos y de gran importancia dentro de la economía de la zona, han provocado un gran deterioro en la calidad del agua, debido a los productos nitrogenados, plaguicidas, herbicidas, etc., empleados en este tipo de agricultura intensiva. Por otra parte, la actividad humana también constituye una fuente de contaminación en ciertas áreas del acuífero, debido a la gran cantidad de viviendas diseminadas sin infraestructura sanitaria.

En cuanto a la actividad ganadera, cabe decir que existen diseminadas en todo el acuífero, diversos establos de ganadería vacuna, en condiciones de contaminar el mismo, dada su precariedad.

No existe, por otra parte, vertederos de residuos urbanos en el acuífero, ni vertidos industriales de importancia. En cuanto a las aguas residuales se conducen al mar a través de un emisario submarino.

El número de obras de captación en la unidad es elevado, dada la distribución de la propiedad de la tierra. Esta se reparte, generalmente, en pequeñas explotaciones, inferiores en extensión a 1 Hectárea, lo que puede significar que existan del orden de 500 captaciones. La obra característica es, dependiendo de la profundidad hasta el agua, la del pozo a cielo abierto de 2-3 metros de diámetro y de profundidad hasta alcanzar las margas impermeables, en las áreas donde el nivel está más próximo a la superficie, y en los más profundos es un pozo a cielo abierto que ha sido profundizado a medida que el nivel descendía, realizándose un sondeo de pequeño diámetro dentro del mismo, entubado posteriormente con un diámetro de unos 200 mm. Por el contrario, el número de sondeos es mínimo, aunque los existentes constituyen las captaciones más importantes por volumen de extracción.

La red piezométrica de la unidad data de 1975 y está formada por 17 puntos y controlada por el ITGE con periodicidad mensual. Además, se realiza otro control con periodicidad semestral, de una red ampliada de 28 puntos. En la red de intrusión se controlan 12 puntos, con periodicidad cuatrimestral.

5. UH 05.58. PUERTO DE SANTA MARÍA

Esta unidad se extiende a lo largo de la costa atlántica de la provincia de Cádiz, entre el arroyo Salado de Rota y la desembocadura del río Guadalete, y queda enmarcada en el sector costero de la comarca Campiña de Jerez. Su superficie asciende a 40 km². El núcleo de población existente en la misma es Puerto de Santa María.

Desde el punto de vista geológico, está ubicada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas (Zona Subbética). Los materiales subbéticos presentes, que son parte del substrato impermeable, están constituidos sobre todo por arcillas y margas yesíferas triásicas, estando también presentes las areniscas del Aljibe en la zona meridional. Sobre estos se depositaron, en principio, **margas silíceas blancas** con carácter para-autóctono. A continuación, ya con carácter autóctono, se depositó una serie detrítica desde el Mioceno al Cuaternario. Las características de la serie autóctona se describen seguidamente.

- **Mioceno:** serie constituida por calcarenitas.

- **Plioceno:** principalmente arenas amarillas y biocalcarenitas, limos y margas arenosas. Aflora a lo largo de la costa formando una franja de aproximadamente 1 km. de anchura, con potencia que oscila entre 5 y 20 mts.

- **Cuaternario:** conglomerados, cantos, arenas, limos y arcillas, depósitos de glacis de cobertera, terrazas y aluviales, dunas, flechas litorales y marisma, entre otros. Las marismas se localizan en las desembocaduras del Guadalete y Salado de Conil y, sobre todo, en la bahía de Cádiz, entre Puerto Real y Chiclana. Excepto las arcillas y limos de marisma, se trata de materiales permeables.

Con estos antecedentes geológicos, la Unidad constituye un acuífero detrítico, permeable por porosidad y con carácter libre en toda su extensión, excepto en las áreas de marisma, en las que los limos y arcillas le dan un carácter confinado.

El substrato impermeable está constituido por los materiales del Subbético, predominantemente de carácter margoso, y las margas blancas de la formación para-autóctona. En la serie detrítica autóctona los materiales son permeables, excepto las

margas arenosas azules miocenas, que se comportan como acuitardo, y los limos y arcillas de marisma, que son impermeables.

Las entradas al sistema se producen por la infiltración del agua de lluvia y los retornos de los riegos, estimándose en total en 6 hm³. Las salidas, estimadas en 4 hm³, tienen lugar a través de los bombeos para regadío y abastecimiento público, 2 hm³, y como drenaje natural hacia ríos, arroyos y el mar, 1 hm³, más 1 hm³ de drenaje incontrolado. La dirección de circulación del agua es perpendicular a la costa y al río Guadalete, con profundidad hasta el agua que oscila entre 1 y 20 metros, siendo la más usual de 7-8 mts. Se trata de un acuífero costero, con uso preferente de sus aguas para riego.

Las características y problemática a considerar en la Normativa de explotación de la Unidad son las siguientes:

- 1) Alto grado de **sobreexplotación** en las áreas de **Vistahermosa** y **Cerro San Cristóbal**.
- 2) **Riesgo de intrusión marina** en la costa y en torno a marismas.

El núcleo de El Puerto de Santa María se abastece con aguas superficiales, provenientes del Pantano de los Hurones, situado en la provincia de Cádiz. En algunas urbanizaciones costeras se realizan bombeos, con destino a riego. Las extracciones totales para riego se estiman en 1,43 hm³, lo que permite la puesta en regadío de unas 285 hectáreas.

Las aguas presentan facies cloruradas sódicas, con los valores en los parámetros químicos que se detallan a continuación:

	mínimo	medio	máximo
R.S. (mg/l)	737	1.315	2.580
Cl "	219	600	1.332
SO ₄ "	134	180	235
NO ₃ "	7	27	47
Mg "			280
CaCO ₃ "	650		

Presentan una mineralización notable y son extremadamente duras. Respecto al riego, son aguas de los tipos C₃S₂ y C₄S₄; son aguas con alto riesgo de salinización y de medio a alto

riesgo de alcalinización.

La Unidad presenta un riesgo previsible de contaminación de las aguas subterráneas alto (áreas de marisma) y variable (resto de la Unidad).

El Puerto de Santa María vierte sus residuos a vertedero de tipo controlado (planta de compost de Puerto Real). Los residuos sólidos urbanos generados en el total de los municipios ascienden a 20.341 Tm/año. La contaminación agrícola existente en la Unidad está cifrada en 175 U.F.N./ha/año.

Existe un piezómetro, que se controla desde 1970 dentro de la red piezométrica de la Unidad 05.59. Actualmente se realizan medidas con frecuencia mensual.

La red de intrusión de la Unidad está constituida por un punto, diferente al anterior, con medidas cuatrimestrales.

6. UH 05.59. PUERTO REAL-CONIL

Esta unidad, de 210 km² de superficie, se extiende a lo largo de la costa atlántica de la provincia de Cádiz, entre las desembocaduras de los ríos Guadalete y Salado de Conil. Queda enmarcada en el sector Sur de la comarca Costa Noroeste y el sector costero de la comarca Campiña de Jerez. Los núcleos de población existentes en la misma son, de Norte a Sur, Puerto Real, Cádiz, Chiclana, Sancti Petri (Chiclana), San Fernando y Conil de la Frontera. Está limitada por el río Guadalete, al Norte, el río Salado de Conil, al Sur, afloramientos subbéticos y margas blancas subbéticas, al Norte y Este y el Océano Atlántico al Oeste.

La Unidad está ubicada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas (Zona Subbética). Los materiales subbéticos presentes, que son parte del substrato impermeable, están constituidos sobre todo por arcillas y margas triásicas; también están presentes las areniscas del Aljibe en la zona meridional. Sobre estos se depositaron margas silíceas blancas con carácter para-autóctono, y a continuación, ya con carácter autóctono, se depositó una serie detrítica desde el Mioceno al Cuaternario. Las características de dichos **materiales postorogénicos** se detallan a continuación:

- **Formación para-autóctona:** margas silíceas blancas, denominadas localmente albarizas o moronitas, que se comportan como impermeables y constituyen, junto a los materiales subbéticos, el substrato impermeable de la Unidad.
- **Mioceno:** serie constituida, de muro a techo, por: margas arenosas azules, que se comportan como acuitardo, una alternancia de margas y calcarenitas y, por último, calcarenitas.
- **Plioceno:** principalmente arenas amarillas y biocalcarenita, limos y margas arenosas. De edad pliocuaternaria, conglomerados cementados con ostras. Aflora a lo largo de la costa formando una franja de aproximadamente 1 km. de anchura, con potencia que oscila entre 5 y 20 mts. Su comportamiento hidrogeológico es como acuífero.
- **Cuaternario:** conglomerados, cantos, arenas, limos y arcillas, depósitos de glacis de cobertera, terrazas y aluviales, dunas, flechas litorales y marisma, entre otros. Las

marismas se localizan en las desembocaduras del Guadalete y Salado de Conil y, sobre todo, en la bahía de Cádiz, entre Puerto Real y Chiclana. Su comportamiento hidrogeológico es como acuífero, excepto las arcillas y limos de marisma, que son impermeables.

Se trata, por tanto, de un acuífero detrítico, permeable por porosidad y con carácter libre en toda su extensión, excepto en las áreas de marismas, en las que los limos y arcillas de marismas le dan un carácter confinado. El substrato impermeable está constituido por los materiales del Subbético, predominantemente de carácter margoso, y las margas blancas de la formación para-autóctona. En la serie detrítica autóctona los materiales son permeables, excepto las margas arenosas azules miocenas, que se comportan como acuitardo, y los limos y arcillas de marisma, que son impermeables. Al Sur limita con la Unidad 61 (Vejer-Barbate) mediante el río Salado de Conil, cuyas marismas separan a ambas hidráulicamente.

Las entradas al sistema se producen por infiltración del agua de lluvia y por el retorno de agua de regadíos. Las salidas, a su vez, se deben a los bombeos de riego y abastecimiento público y al drenaje natural hacia ríos, arroyos y el mar.

La totalidad de los núcleos de población de la Unidad se abastecen con aguas superficiales, provenientes del Pantano de los Hurones, situado en la provincia de Cádiz. En algunas urbanizaciones costeras se realizan bombeos con destino a riego. Las extracciones totales con destino a regadío se evalúan en 12,73 hm³/año, lo que permite la atención de una superficie de unas 2.546 hectáreas.

El ensayo de balance disponible, referido a 1981, arroja los siguientes resultados:

Entradas:

- Infiltración agua de lluvia (18 % P):	26	hm ³ /año
- Recarga agua riegos:	3,5	"

Total:	29,5	"

Salidas:

- Extracciones regadío:	12,73 "
- Drenaje natural arroyos, ríos y mar:	17 "

Total:	29,73 "

Se observa un equilibrio de las entradas frente a las salidas, si bien hay que considerar que las cifras se refieren a 1981.

De hecho, los problemas actuales de la unidad se pueden sintetizar en:

- Intrusión marina existente en la zona de Coto de San José-Playa de la Barrosa.
- Riesgo de intrusión marina en la costa y en el entorno de marismas.
- Sobreexplotación en los Llanos de Guerra.

Por lo que se refiere a la calidad, las aguas presentan facies bicarbonatada clorurada sódica y/o cálcica, predominantemente. La mineralización es notable y presentan dureza media y alta. Los parámetros químicos más relevantes son los siguientes:

	mínimo	medio	máximo

R.S. (mg/l)	345	1.000	3.000
Cl "		5	9.571
SO ₄ "	25	50	2.355
NO ₃ "		25	
Mg "		10	
CO ₃ H "			200
Na "		20	
Ca "		80	100
CaCO ₃ "		120 a 650	

Para abastecimiento, son aguas potables y para riego son, en general, de mediocre a mala calidad (C₂S₂, C₆S₆), suponiendo su utilización un riesgo medio a alto de salinización y alcalinización de los suelos. Existen sectores en los que se ha detectado intrusión marina, en concreto en el área de playa de la Barrosa y Coto San José. Por otra parte, existe un

riesgo de intrusión marina en la costa y en torno a marismas. Existe un manantial para uso medicinal, el manantial de Fuente Amarga.

La Unidad presenta un riesgo previsible de contaminación de las aguas subterráneas alto (áreas de marisma) y variable (resto de la Unidad). La totalidad de los núcleos de población de la Unidad, excepto Conil, vierten sus residuos a un vertedero controlado. Conil vierte sus residuos en un vertedero incontrolado ubicado sobre margas arenosas miocenas, de comportamiento hidrogeológico como acuitardo.

Los residuos sólidos urbanos generados en el total de los municipios ascienden a 120.656 Tm/año. De ellos, 4.480 Tm. corresponden a Conil, los únicos que no se vierten en vertederos controlados.

Los aguas residuales generadas en la Unidad son depuradas en su mayor parte y son vertidas al mar mediante colectores. La contaminación agrícola existente en la Unidad está cifrada en 693.750 U.F.N./año.

Existe una red piezométrica compuesta por 18 piezómetros (uno de ellos, 11454004, se encuentra en la Unidad 05.58), la mayoría de los cuales se controlan desde 1981. Actualmente se realizan medidas con frecuencia mensual. Existe una red de piezómetros para estudiar la intrusión marina, compuesta por diecinueve puntos de agua, que se controlan trimestralmente.

7. UH 05.61. VEJER-BARBATE

Con una extensión 1435 km², la unidad hidrogeológica 05.61 (Vejer-Barbate) se encuentra situada en el extremo suroccidental de la provincia de Cádiz, enmarcada en la comarca de La Janda.

Sus límites geográficos están constituidos por la carretera Medina Sidonia-Benalup como límite norte, la carretera Medina Sidonia-Vejer como límite noroccidental, el río Barbate, en su tramo de marisma como límite oriental y el mar como límite sur.

Los núcleos de población existentes en la Unidad son Barbate, Vejer de la Frontera, y varias pedanías de Vejer y Benalup. Este último se encuentra muy próximo a la Unidad, ubicándose en materiales acuíferos de la misma.

Geológicamente, la unidad se encuadra dentro de las Béticas Occidentales, en el ámbito de los mantos relacionados con la Unidad del Campo de Gibraltar, los cuales constituyen el substrato impermeable. Se distingue el **Manto Subbético** (arcillas yesíferas triásicas) y el **Manto del Aljibe** (arcillas versicolores).

Sobre estos se depositaron discordantemente y con carácter autóctono, a partir del Mioceno superior, una **serie de materiales** constituida por las siguientes unidades litoestratigráficas:

- **Mioceno**: serie constituida, de muro a techo, por margas arenosas azules (potencia variable, superando en algunos puntos los 100 metros, con comportamiento como acuitardo), con intercalaciones de biocalcarenitas, alternancia de margas y biocalcarenitas (acuífero) y biocalcarenitas (potencia variable, llegando a alcanzar 300 m.).
- **Plioceno**: arenas calcáreas blanco-amarillentas, con potencia máxima de 100 metros.
- **Cuaternario**: arenas, cantos, conglomerado con conchas, limos y arcillas, que corresponden a depósitos aluviales, terrazas, ambiente costero, rellenos lagunares y marisma.

Se trata de un acuífero detrítico permeable por porosidad intergranular, parcialmente confinado en las áreas de marismas. Debido a fenómenos tectónicos, se encuentra compartimentado en una serie de unidades independientes: Manto de Vejer, La Muela y La Mediana (ésta última queda fuera de la poligonal actual y está incluida en la poligonal de la Unidad 05.62).

El substrato impermeable de la Unidad está constituido por formaciones margo-arcillosas de los mantos subbético y del Aljibe. Las unidades litoestratigráficas que conforman el acuífero corresponden a las del Mioceno (excepto las margas arenosas, que se comportan como acuitardo), Plioceno y Cuaternario (excepto los limos y arcillas de marisma y rellenos lagunares, que confinan el acuífero parcialmente), presentando potencias variables entre los 20 y los 130 metros, disminuyendo, de forma general, hacia el este y hacia el norte).

La subunidad de La Muela se sitúa al Noroeste de Vejer y se extiende sobre una superficie de 16 km². Morfológicamente está constituida por un altiplano de forma ovalada, construido por materiales de la serie miocena; constituye un acuífero de carácter libre.

La subunidad de la Mediana (incluida en la poligonal de la unidad contigua, 05.62), con 5 km² de superficie, se sitúa en la parte oriental de la Unidad, en el Cerro del Mirador, y está constituida por biocalcarenitas de la serie del Mioceno superior. Se trata de un acuífero libre.

El resto de la Unidad está configurada por la subunidad del Manto de Vejer, que se extiende en una superficie de 125 km². Presenta un carácter libre, excepto en la mitad sur y a lo largo del río Barbate, que se presenta confinado por limos y arcillas de marisma, presentando un carácter semiconfinado.

La recarga natural del acuífero se produce, fundamentalmente, a partir de la infiltración de agua de lluvia, a la que hay que añadir la recarga correspondiente al río Barbate, de carácter estacional. Las Mesas Alta y Baja constituyen las principales áreas de recarga del acuífero.

Las salidas tienen lugar a través de los bombeos en los pozos y sondeos que explotan el acuífero, además de los manantiales existentes en el cerro de La Muela, Caños de Meca, Charco Dulce, arroyo de los Badalejos y arroyo del Cucarrate, así como en la margen derecha del río Barbate, en la zona de Libreros. Adicionalmente, hay que considerar la salida

natural al mar en la costa.

La profundidad de la superficie piezométrica va decreciendo desde 160 m. en Vejer a 4,5 m. en la zona más meridional. En el sector Norte de la subunidad Vejer-Barbate, los niveles piezométricos se sitúan próximos a la superficie, menos de 15 m., llegando a ser surgentes, con carácter estacional, algunos puntos.

Los usos a los que se destinan las aguas de la Unidad son el abastecimiento urbano y la agricultura. La totalidad de los núcleos de los municipios de Barbate y Vejer se abastecen con aguas subterráneas de la unidad, ascendiendo el consumo a 4,25 hm³/año. A la agricultura se destinan 3,7 Hm³/año, lo que permite el riego de unas 785 hectáras.

La recarga anual, de acuerdo con el ensayo de balance global para la Unidad, realizado en 1982, arroja una cifra de 33 hm³.

Existe riesgo de intrusión marina en el sector Sur de la Unidad, por parte de las aguas del mar y de las marismas asociadas al río Barbate. A su vez, existen tres áreas de excesiva densidad de puntos de extracción de agua: Mesa Alta y Mesa Baja, Cerro de La Muela y carretera Vejer-Barbate.

Las aguas subterráneas de la Unidad son de dureza media a duras y mineralización ligera a notable. Presentan facies predominantemente bicarbonatadas cálcicas y residuos secos inferiores en general a 800 mg/l. Los cloruros presentan valores normales, si bien en la costa presentan algún contenido mayor que en el resto.

En algunos puntos aislados de la Unidad (sector de Cantarranas, Vega de El Torero, Cantera del Torero) existen obras de captación con aguas de elevada salinidad, debida probablemente a la existencia de lentejones arcillosos incluidos dentro de las formaciones arcillosas del substrato, que contienen aguas marinas congénitas.

Hasta el momento, no se han detectado problemas de intrusión marina.

En general, para el abastecimiento urbano son aguas químicamente potables. Para el riego, el 68% son C2S1 y el 32% son C3S1.

Los valores de los parámetros químicos más característicos son los siguientes (en mg/l).

	Mínimo	Medio	Máximo
R.S.	234	418	1.225
Cl	28	87	319
SO ₄	3	53	293
NO ₃	0	21	45
CaCO ₃	120		350

La Unidad presenta un riesgo previsible de contaminación de las aguas subterráneas de grado alto. Los focos de contaminación existentes son los derivados de los asentamientos urbanos y de las prácticas agrícolas.

Los núcleos de población de la Unidad vierten sus residuos sólidos urbanos en vertederos incontrolados. El de Barbate se ubica en el contacto del substrato con materiales de marisma, y los de Vejer y Benalup se ubican en materiales acuíferos. Los R.S.U. generados en la Unidad ascienden a 11.078 Tm/año (no se dispone de datos de Benalup). Las aguas residuales se cifran en 0,9 Hm³/año y se vierten a cauces superficiales sin ningún tratamiento.

La contaminación de tipo agrícola en la Unidad es de grado medio, con una localización difusa y aislada. Los vertidos agrícolas ascendían, en el año 1981, a 775.000 U.F.N./año.

El I.T.G.E. controla, con frecuencia bimestral, una red compuesta por 15 piezómetros. La red de intrusión marina está compuesta en la actualidad por seis piezómetros. La red de calidad, a su vez, está compuesta actualmente por siete puntos.

8. UH 05.62. ALUVIAL DEL BARBATE

La Unidad Hidrogeológica 05.62, Aluvial del Barbate, se enmarca en la comarca gaditana de La Janda, y tiene una superficie de 130 km³. Los núcleos de población ubicados dentro de la poligonal son Benalup de Sidonia y Alcalá de los Gazules.

Geológicamente, la unidad se engloba dentro de las Béticas occidentales, en el ámbito de los mantos relacionados con la Unidad del Campo de Gibraltar, los cuales constituyen el substrato impermeable. Se distingue el **Manto subbético** (arcillas yesíferas de edad triásica) y el **Manto del Aljibe** (arcillas versicolores), con predominio de los materiales de este último manto.

Sobre estos materiales se depositó, con carácter discordante y autóctono, una serie de materiales, en los que se distinguen materiales del Mioceno superior-Plioceno (arcillas azules, alternancia de arcillas azules y calcarenitas, biocalcarenitas y arenas amarillas) y materiales del Cuaternario (depósitos aluviales).

La Unidad está constituida por materiales aluviales cuaternarios del río Barbate y sus afluentes. Se trata de limos arenosos y arcillas, principalmente, con un comportamiento hidrogeológico de acuitardo. También hay presentes arenas, materia orgánica asociada a ambiente lagunar y cantos.

Dentro de la poligonal afloran también materiales mio-pliocenos, asociados a los materiales acuíferos de la Unidad 05.61 Vejer-Barbate, y en el cerro del Mirador (La Mediana).

En definitiva, la Unidad engloba un acuífero detrítico permeable por porosidad intergranular, asociado principalmente a los depósitos aluviales del río Barbate y afluentes. Tales depósitos, de naturaleza arcillosa principalmente, tienen poca entidad hidrogeológica (comportamiento hidrogeológico como semipermeable). Son los afloramientos mio-pliocenos, prolongación de la Unidad 05.61, y de La Mediana, los que presentan unos mayores potenciales de almacenamiento y explotación de agua subterránea. **Es por ello que, se propone en el Plan no considerarla con entidad propia e incorporar a la Unidad 05.61, Vejer-Barbate, a efectos de explotación, el área englobada en la poligonal de vértices que se define a continuación. En esta poligonal quedan**

incluidos los afloramientos mio-pliocenos con mayor potencialidad acuífera.

Nº	HusoUTM XUTMY
1	30S2394964015614
2	"2471864028443
3	"2511004029500
4	30S2480004012000
5	"2397414010940
6	"2394964015614

La explotación de aguas subterráneas en la Unidad está cifrada en 1,76 hm³/año y el uso con destino abastecimiento en 0,37 hm³, correspondiendo los 1,39 hm³ restantes a riegos, lo que , respecto a una recarga estimada de 20 hm³, arroja un superávit global. Sin embargo, el sector del Cerro de la Mediana, se encuentra en una situación de práctico equilibrio entre entradas y salidas.

En cuanto a la calidad, se trata de aguas potables para abastecimiento y aptas para riego. Las aguas asociadas a los materiales mio-pliocenos presentan aguas de facies predominantemente bicarbonatada cálcica.

La Unidad presenta un riesgo previsible de contaminación de las aguas subterráneas de grado alto. Los focos de contaminación son los derivados de los asentamientos urbanos y de las prácticas agrícolas.

Alcalá de los Gazules y Benalup de Sidonia generan un total de 3.481 Tm/año de residuos sólidos urbanos. Alcalá realiza el vertido en un vertedero incontrolado, situado fuera de la poligonal y Benalup vierte sus residuos en el vertedero controlado de Puerto Real (planta de compost).

Respecto a las aguas residuales, las dos poblaciones realizan el vertido de sus aguas residuales a cauces superficiales, sin ningún tipo de tratamiento.

En la actualidad hay inventariados, dentro de la poligonal actual, un total de 5 pozos, 17 sondeos y 3 manantiales, existiendo cuatro puntos de abastecimiento: 13463001 (Alcalá de los Gazules), 13465008, 13465012 (Benalup de Sidonia) y 13465013 (San José de

Malcocinado). No existe ninguna red de control en la Unidad. Únicamente se cuenta con un punto, de nº de inventario 13465009 (coordenadas UTM: 245231 - 4025244), perteneciente a la red de calidad de la Unidad 05.61.

9. UH 05.63. SETENIL-RONDA

Esta unidad se sitúa sobre las provincias de Málaga y Cádiz. Se trata de una depresión intramontañosa individualizada entre los relieves béticos de las Serranías de Ronda y Grazalema, atravesada en dirección NE-SW por la pequeña alineación montañosa de las Sierras de Salinas-La Sanguijuela, sobre la que se establece la divisoria de aguas superficiales entre las cuencas del Guadalete y Sur. Se trata, por tanto, de una unidad intercuenas.

Las poblaciones más importantes incluidas en la zona son Ronda y Arriate, de la provincia de Málaga, y Setenil, Alcalá del Valle y Torre Alhaquime, en la de Cádiz. Olvera, aunque fuera de la unidad, se abastece con aguas subterráneas de dicha unidad. La población conjunta de estos municipios es del orden de 50.000 habitantes. La economía se sustenta fundamentalmente en la agricultura, en su mayor parte de secano, y la ganadería. Sólo Ronda y Arriate cuentan con pequeñas industrias relacionadas con el sector de la alimentación.

Las formaciones geológicas que constituyen la unidad son un conjunto heterogéneo de materiales detríticos del Mioceno superior, con frecuentes cambios de facies. Tectónicamente, se trata de un conjunto esencialmente tabular, cuyo rasgo más característico es la presencia del núcleo anticlinal triásico de las Sierras de Salinas-La Sanguijuela, que en realidad es una estructura del substrato, posiblemente relacionada en su origen con la actividad halocinética del Trías. El substrato es muy heterogéneo, y a grandes rasgos cabe indicar que en la mitad noroccidental están presentes los materiales impermeables del Trías y del Cretácico-Oligoceno, en tanto que en la mitad suroriental aparecen las formaciones carbonatadas de la Serranía de Ronda.

Con este contexto geológico, se puede afirmar que la unidad está constituida por un complejo sistema multicapa de acuíferos detríticos superpuestos, de dimensiones generalmente reducidas, que se encuentran independizados o relacionados entre sí por mecanismos muy diversos. La superficie total de la unidad es de unos 300 km², de los que

algo más de la mitad están ocupados por afloramientos de formaciones permeables.

Como antes se ha indicado, la alineación montañosa de las Sierras de Salinas-La Sanguijuela, corresponde a un anticlinal del substrato triásico y está formada por materiales margoso-evaporíticos del Triás, de manera que constituye una barrera hidrogeológica que independiza los dos sectores de la unidad que quedan a uno y otro lado de la misma. Como a su vez, sobre esta alineación se encuentra la divisoria de aguas superficiales, se puede afirmar que, a escala regional, existe una razonable coincidencia entre las divisorias superficial y subterránea.

El sector noroccidental de la unidad, que vierte sus aguas a la cuenca del Guadalete, se caracteriza por presentar una serie alternante de calcarenitas y margas que es erosionada por los afluentes del río Trejo, originando numerosos manantiales que surgen a cotas diferentes. Las captaciones son, en general, de pequeño caudal y se sitúan en las proximidades de Setenil y Alcalá del Valle. En el sector suroriental de la unidad, vertiente al río Guadiaro (cuenca del Sur), predominan las calcarenitas y conglomerados que constituyen el acuífero principal, captado por numerosos sondeos situados en el sector comprendido entre Ronda y Arriate, en donde, además, están presentes los manantiales más importantes de la unidad, como la Mina, junto al caso urbano de Ronda, y la Ventilla, al oeste de Arriate. De todas formas, el importante caudal que dan las captaciones de este sector suroriental parece corresponder a una alimentación desde las formaciones carbonatadas de la Serranía de Ronda, ya que se alcanzan caudales de 30 litros por segundos, cuando en la mayor parte del acuífero, sobre los materiales miocenos, raramente pasan de 10 l/s.

La recarga anual del acuífero se estima en unos 10 hm³ procedentes de la infiltración del agua de lluvia, más otros 10 hm³ debidos a la alimentación lateral desde las formaciones carbonatadas subbéticas surorientales. Como la superficie vertiente a la cuenca del Guadalete es, aproximadamente, un 60% de la superficie total y, por otro lado, la aportación lateral que recibe la parte de la unidad situada sobre esta cuenca (Guadalete) es despreciable respecto a la que recibe la parte de la cuenca del Sur, **se puede estimar los recursos de la unidad asignables a la cuenca del Guadalete en unos 6 hm³.**

Es necesario profundizar en el conocimiento de los usos de las aguas subterráneas de la

unidad. Los estudios realizados hasta la fecha evalúan en unos 7 hm³ estos usos, que preferentemente se destinan al abastecimiento urbano, más pequeños regadíos que aprovechan manantiales o captaciones de rendimientos generalmente bajos. En estas condiciones se puede afirmar que no existen problemas significativos en la unidad.

Con relación a la parte incluida en la cuenca del Guadalete, la población abastecida corresponde a Setenil, Alcalá del Valle y Torre Alhauquime, entre otros. En total, 16.951 habitantes que consumen unos 1,33 hm³. La superficie agrícola regada se estima en 66 hectáreas, con un consumo anual de 0,33 hm³.

Con relación a la calidad de las aguas, también es necesario profundizar en su conocimiento. Se trata de aguas con facies bicarbonatadas o cloruradas, existiendo sectores en donde se han detectado problemas de contaminación.

En la actualidad, tan sólo se controlan dos puntos de la red de piezometría y uno de la hidrométrica.

10. UH 05.64. SIERRA DE GRAZALEMA

La Unidad se encuentra totalmente incluida en la provincia de Cádiz, ocupando una parte de su borde nororiental. La altitud de la zona generalmente es superior a los 800 m., llegando a alcanzarse los 1650 m. en la Sierra del Pinar. Se trata de un área montañosa, dentro de la cual se individualizan varias unidades cuyo relieve se caracteriza por la gran abundancia de fenómenos karsticos, tanto externos como internos. Estas unidades montañosas son las Sierras del Pinar, Zafalgar-Labradillo, Endrinal, El Bosque, La Silla, Hondón y Ubrique.

La población se concentra en núcleos que en total alcanzan unos 36.426 habitantes, destacando Ubrique (18.000 h.), Grazalema (2.325 h.), El Bosque (1.803 h.) y Zahara de la Sierra (1.610 h.).

La economía tradicionalmente se ha basado en actividades agrícolas y ganaderas, aunque recientemente el sector industrial (marroquinería) se desarrolla notablemente en Ubrique, propiciando en este municipio un notable incremento de la renta "per cápita", por cuyo motivo se sitúa en cabeza de la provincia de Cádiz.

La totalidad de la zona está incluida en el Parque Natural de la Sierra de Grazalema, lo que ha condicionado que en los últimos años adquieran mayor desarrollo las actividades turísticas relacionadas con el aprovechamiento recreativo y ecológico de la región.

La Unidad se asienta en su mayor parte sobre la Cuenca del río Guadalete y sólo una pequeña parte de su borde oriental pertenece a la del Guadiaro. El río Guadalete cuenta en la actualidad con un sistema de regulación de cinco embalses, de los cuales tres regulan en primera instancia los recursos generados en la zona:

- 1) El embalse de Zahara, sobre el propio río Guadalete, se sitúa junto al borde Norte de la Unidad, con 212 hm³ de capacidad y regulación de 61 hm³/año de los 68 hm³/año de la aportación total de su cuenca, que incluye parte de las Sierras de Zafalgar-Labradillo y del Pinar.
- 2) El embalse de Bornos, regula la cuenca media del Guadalete, lejos ya de esta unidad, aunque los recursos generados en el borde noroccidental de la Sierra de

Zafalgar son recogidos en él. Tiene una capacidad de 204 hm³ y puede regular 100 hm³/año de los 217 hm³/año que constituye la aportación total de su cuenca vertiente.

- 3) El embalse de Los Hurones, en el río Majaceite, se sitúa junto al borde occidental de la Unidad, con 135 hm³ de capacidad y 83 hm³/año de regulación, de los 123 hm³/año que constituyen la aportación de la cuenca. En él se recogen los recursos de los sistemas hidrogeológicos occidentales y meridionales de esta unidad (Sierra de El Bosque, Silla, Hondón, Ubrique,...etc).

El carácter kárstico de los materiales que constituyen esta Unidad condiciona la existencia de numerosas cuencas endorréicas que tienen una notable influencia en el funcionamiento hídrico de éstos acuíferos.

Desde el punto de vista geológico, los materiales que constituyen los acuíferos de esta unidad pertenecen al Subbético, mientras que en los sectores marginales, topográficamente más deprimidos, y en el "corredor de Boyar" que separa las sierras más orientales (Ubrique, Endrinal y Hondón) de los occidentales (Pinar, El Bosque y Zafalgar-Labradillo), afloran materiales del complejo flyschoides del Campo de Gibraltar y formaciones postectónicas recientes.

El Subbético está representado por varias unidades con series más o menos complejas que incluyen términos desde el Trías al Mioceno. Dentro de ellas, sólo las formaciones carbonatadas del Jurásico presentan interés hidrogeológico, mientras que el resto de los materiales, tanto del Trías como del Cretácico, son de baja permeabilidad, delimitando los acuíferos por su base o por su techo, respectivamente.

El Liásico Subbético en general está constituido por una formación dolomítica basal y otra superior caliza cuya edad puede incluir términos del Lías y Dogger según el dominio de que se trate, con potencia variable entre 400 y 700 metros. La parte alta del Jurásico presenta niveles de calizas nodulosas, así como margas y margocalizas intercaladas en la serie carbonatada, con un espesor comprendido entre 100 y 300 metros.

La tectónica de la región es compleja debido a la superposición de varias unidades

estructurales diferentes, existiendo en la mayor parte de la Unidad una sucesión de pliegues u fracturas de dirección NE-SW con gran desarrollo longitudinal, complicadas con fallas inversas y cabalgamientos, de vergencia generalmente hacia el Sur.

Las formaciones carbonatadas del Jurásico antes descritas constituyen los acuíferos de esta unidad, caracterizados por su elevado grado de karstificación. El contacto de estas formaciones con el substrato triásico o con las formaciones subbéticas suprayacentes del Cretácico y del Terciario o del flysch del Campo de Gibraltar, ambos de carácter arcilloso, da lugar a límites hidrogeológicos que permiten separar distintas subunidades claramente controladas por la compleja tectónica de la región.

Entre todos ellos alcanzan una superficie de 170 km², a los que hay que añadir otros pequeños afloramientos aislados de las propias formaciones carbonatadas subbéticas o de las areniscas incluidas en el flysch que constituyen acuíferos de interés local.

La recarga de las unidades se produce fundamentalmente por infiltración de agua de lluvia, que en muchos casos está favorecida por la existencia de cuencas endorréicas, más abundantes en las subunidades orientales (Ubrique, Endrinal-Hondón). El agua circula fundamentalmente a través de fracturas y/o conductos karsticos hacia los manantiales que drenan las respectivas subunidades en sus bordes.

Los recursos subterráneos estimados en el estudio del ITGE realizado en 1984 ascienden a unos 46 hm³/año, que prácticamente en su totalidad son drenados por los antes mencionados manantiales, ya que las extracciones por bombeo se reducen a los sondeos de abastecimiento a Ubrique, Grazalema y El Bosque que en conjunto explotan unos 2,75 hm³/año.

Todos los núcleos de población se abastecen de agua subterránea, habiéndose establecido la demanda real en los 2,75 hm³/año citados. A pesar de tratarse de una comarca excedentaria en recursos de agua, existen algunas poblaciones con restricciones de abastecimientos durante parte de los meses de verano. Es el caso de Villaluenga del Rosario, Benaocaz y El Bosque, condicionando en gran medida el desarrollo económico de dichos municipios, ya que limitan la calidad de los servicios turísticos. Las industrias de la zona utilizan agua de la red, por lo que las cifras de demanda incluyen también la industrial.

Por lo que se refiere a la calidad de las aguas, las facies químicas son en general bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas con salinidad total baja o moderada (inferior a 600 mg/l). Algunos puntos aislados en la subunidad de Silla presentan facies sulfatadas cálcicas y concentraciones más elevadas, que las hacen no aptas para consumo humano. La causa de estas anomalías hidroquímicas se relacionan con el contacto del substrato triásico.

Los acuíferos de esta Unidad son extremadamente vulnerables a la contaminación debido al elevado grado de karstificación que presentan y a la existencia de cuencas endorréicas relacionadas con los sistemas kársticos. Los municipios de la zona, excepto Grazalema y Ubrique, carecen de EDAR, produciéndose los vertidos a los cauces sin tratamiento. En la depuradora de Ubrique sólo es tratado el 40% de los efluentes de esta localidad, lo que representa un caudal de 100-110 m³/h. Villaluenga del Rosario elimina sus efluentes a través de una sima hidráulicamente conectada con los manantiales de Ubrique donde se detecta contaminación bacteriológica.

Los R.S.U. generados en los municipios de la zona ascienden a unas 11.000 Tm/año, parte de los cuales (unas 7.000 Tm/año) son eliminados en la incineradora de Ubrique. Los municipios del Norte de la Sierra utilizan el vertedero controlado de Olvera.

Según la información del S.A.S. (Servicio Andaluz de Salud), en general, las aguas son potables en todos los municipios. En Ubrique existe contaminación bacteriológica en los manantiales de El Saltadero, Cornicabra y Benafeliz (en este último, de carácter temporal).