

REDACCION DE LA PROPUESTA DEL PLAN HIDROLOGICO DEL GUADALETE - BARBATE



ANEXO VIII

Calidad de las aguas y ordenación de vertidos



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

ANEXO VIII

CALIDAD DE LAS AGUAS Y ORDENACION DE VERTIDOS

INDICE

- 1. INTRODUCCION**
- 2. DEFINICION DE OBJETIVOS DE CALIDAD**
 - 2.1. CONSIDERACIONES PREVIAS Y OBJETIVOS**
 - 2.2. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL**
 - 2.2.1. Aguas fluyentes
 - 2.2.2. Aguas embalsadas
 - 2.3. USOS ACTUALES Y PREVISTOS PARA EL FUTURO**
 - 2.4. OBJETIVOS DE CALIDAD**
 - 2.4.1. Introducción
 - 2.4.2. Criterios para la definición de los objetivos de calidad
 - 2.4.3. Objetivos de calidad. Propuesta del PLAN
- 3. ZONAS SENSIBLES Y VULNERABLES**
 - 3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS Y OBJETIVOS**
 - 3.2. ZONAS SENSIBLES**
 - 3.2.1. Determinación y delimitación
 - 3.2.2. Limitación de actividades y usos contaminantes en los embalses destinados al abastecimiento
 - 3.2.3. Programas de actualización del conocimiento de las zonas sensibles
 - 3.2.4. Programas de seguimiento
 - 3.3. ZONAS VULNERABLES**
 - 3.3.1. Determinación y delimitación
 - 3.3.2. Programas a aplicar en las zonas vulnerables
 - 3.3.3. Código de buenas prácticas agrarias
 - 3.4. CONCLUSIONES**
- 4. CAUDALES AMBIENTALES**
 - 4.1. CONSIDERACIONES PREVIAS**
 - 4.2. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO**
 - 4.3. CONCLUSIONES**

5. CORRECCION Y ORDENACION DE VERTIDOS

5.1. INTRODUCCION

5.2. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA CUENCA

5.2.1. Antecedentes

5.2.2. Situación actual

5.2.3. Los vertidos urbanos

5.2.4. Los vertidos industriales

5.2.5. Contaminación difusa

5.3. CONTROL Y CORRECCION DE VERTIDOS

5.3.1. Actuaciones prioritarias

5.3.2. Ordenación de vertidos

5.4. CONCLUSIONES

6. REUTILIZACION DIRECTA DE AGUAS RESIDUALES

6.1. ANTECEDENTES

6.2. LA REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES.

BREVE SINOPSIS DE LA SITUACION ACTUAL

6.2.1. Introducción. Concepto y campo de actuación

6.2.2. Marco conceptual

6.2.3. Criterios y normas de calidad para agua reutilizada

6.2.4. Conclusiones

6.3. LA REUTILIZACION DE AGUA EN LA CUENCA DEL GUADALETE-BARBATE

6.3.1. Origen del agua reutilizable

6.3.2. Posibilidades de la reutilización directa

6.3.3. Propuestas de reutilización directa de aguas residuales depuradas

APENDICES

APENDICE 1: GRAFICOS BOX-WHISKER

APENDICE 2: FICHAS DEL ESTADO TROFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA

APENDICE 3: ESTADO DE LA DEPURACION EN LA CUENCA

1. INTRODUCCION

La conservación de la calidad del agua es un factor determinante para que se pueda aprovechar en los distintos usos potenciales que posee: abastecimiento de poblaciones, baño, soporte para la vida piscícola, usos recreativos e incluso, paisajísticos y medioambientales. Para garantizar una adecuada calidad del agua al uso al que se destina, la Ley de Aguas ordena en su artículo 40.e) la inclusión en los Planes Hidrológicos de cuenca de *...las características básicas de la calidad de las aguas y de la ordenación de los vertidos de aguas residuales...*, acción que se complementa con el necesario cumplimiento de las normativas específicas que sobre la calidad del agua y los vertidos, ha promulgado la Unión Europea, especialmente la Directiva 91/271/CEE, de Mayo de 1991, de amplia incidencia en este asunto.

Esta Directiva prescribe la necesidad de concentrar los vertidos de aguas residuales en puntos concretos y la obligación de que las aglomeraciones urbanas dispongan de sistemas de colectores, antes de determinadas fechas límite. El desarrollo en el tiempo de la Directiva tiene los siguientes plazos máximos:

- Los núcleos de población mayores de 15 000 habitantes-equivalentes deberán estar dotados de sistemas de colectores antes del año 2000. Los vertidos gozarán de un tratamiento secundario.
- Para núcleos urbanos con un número de habitantes-equivalentes comprendido entre 2 000 y 15 000, la fecha límite es el año 2005 y el tipo de tratamiento será el secundario en el intervalo 10 000 y 15 000 habitantes-equivalentes.
- Si los vertidos se producen sobre zonas sensibles, el plazo se acorta a 1998 y el umbral de la carga contaminante se fija en 10 000 habitantes-equivalentes. El tipo de tratamiento será mas riguroso que el secundario.

El objetivo de este Anexo es múltiple puesto que trata de integrar todos los factores que inciden en la calidad del recurso. La metodología expositiva que se ha seguido, comienza con el diagnóstico de la calidad actual de las aguas de la cuenca -a través del conocimiento de los parámetros físico-químicos y del grado de cumplimiento de la normativa-, continua con la exposición de los usos actuales del agua en los cauces de la cuenca y, culmina con la definición de los **OBJETIVOS DE CALIDAD** del **PLAN** tras compararlos con los establecidos en las Directrices.

La eventual existencia de zonas sensibles y zonas vulnerables y el tránsito de los caudales medioambientales adscritos a los diferentes tramos de los cauces principales son datos que se integran y relacionan para culminar con la definición de las actuaciones necesarias de **SANEAMIENTO Y DEPURACION** para que se alcancen los objetivos de calidad, que se habían fijado con anterioridad para cada tramo de río.

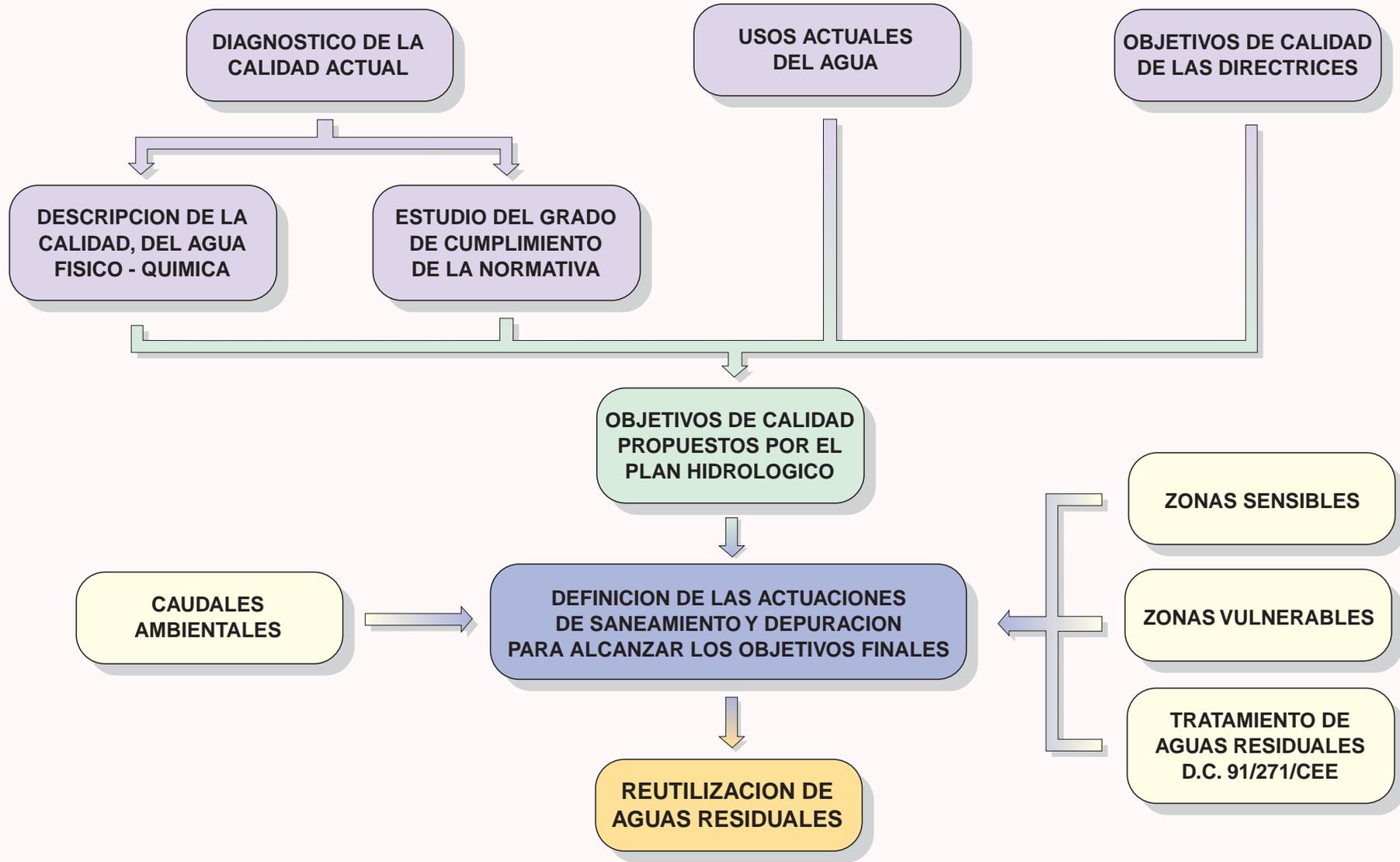
En el **gráfico** siguiente se aporta el esquema del proceso seguido, en el que se puede observar la secuencia y las interrelaciones entre los diferentes temas que constituyen esta materia.

Por este motivo el presente Anexo se ha estructurado en los siguientes temas:

- . Definición de los objetivos de calidad por tramos de río
- . Determinación de los caudales medioambientales
- . Zonas sensibles y vulnerables
- . Corrección de vertidos, y
- . Reutilización directa de las aguas residuales

CALIDAD DE LAS AGUAS Y CORRECCION DE VERTIDOS

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADALETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS
Y ORDENACION DE VERTIDOS



2. DEFINICION DE OBJETIVOS DE CALIDAD

2.1. CONSIDERACIONES PREVIAS Y OBJETIVOS

La política de la Unión Europea (U.E.) en materia de vigilancia y control de la calidad de aguas se basa en dos conceptos diferentes:

- Objetivos de calidad
- Normas de emisión

Las **normas de emisión** prescriben limitaciones a la concentración de ciertos parámetros significativos de la calidad de los vertidos, tanto de tipo urbano como industrial, que no deben sobrepasarse con independencia, en principio, del tipo de cauce receptor.

Por su parte, los **objetivos de calidad** establecen una serie de valores de los parámetros de calidad en el propio río o cauce hidráulico que son diferentes según el uso al que se destine el agua.

Dada la poca uniformidad de los ríos europeos en cuanto a regímenes de caudales, así como a los cambios que experimenta un mismo río a lo largo del año, la Comisión de la Unión Europea se ha pronunciado en la mayoría de los casos, a favor del concepto de **objetivo de calidad**, entendiéndose que no era misión de la U.E. establecer usos para los recursos hidráulicos, sino que serían los diferentes países miembros quienes, a través de su propia **planificación hidrológica**, definirían los diferentes usos de los tramos fluviales; es decir, definido el uso, quedaría establecido su objetivo de calidad correspondiente.

No obstante, para ciertos elementos contaminantes que presentan un fuerte carácter tóxico y, recientemente, para los vertidos de origen urbano se han definido normas de emisión*. Para este último caso, las normas de emisión se definen teniendo en cuenta la sensibilidad del medio receptor frente a los parámetros que son responsables directos del grado trófico de una masa de agua.

* Directiva 91/271/CEE

Tanto la **Ley de Aguas** como la **Memoria** y el **Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional (PHN)**, establecen que dentro de los Planes Hidrológicos de cuenca se deben definir *los objetivos de calidad en función de los usos y la calidad actual del recurso en el momento de la redacción del PLAN*. Consecuente con esto, en el Plan Hidrológico del Guadalete-Barbate (PHG.B) se concretan los *objetivos a alcanzar, tanto para las aguas superficiales como para las subterráneas, en relación a los distintos periodos del propio PLAN, pudiendo ser diferentes en los distintos tramos de río, masas de agua o acuíferos*; es necesario resaltar que la elección de estos objetivos no deben suponer, en ningún caso, *una disminución en la calidad existente en los ríos*.

Por otra parte, con la integración de España en la U.E. y una vez adaptada la legislación a la normativa comunitaria, se obliga también a que el PHG.B cumpla con la normativa específica promulgada sobre objetivos de calidad* y de forma concreta con:

- Calidad exigida a las aguas superficiales que sean destinadas a la producción de agua potable**.
- Calidad exigida a las aguas dulces superficiales para ser aptas para el baño***.
- Calidad exigida a las aguas continentales cuando requieran protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces****.

El objeto de este apartado es el de definir para cada tramo de río y embalse los objetivos de calidad que deben cumplir en función de su uso. La metodología que se sigue para abordar este punto parte del diagnóstico de la situación actual y del conocimiento de la evolución que ha seguido la calidad del agua en la cuenca para, en una segunda fase, determinar los objetivos que se pueden alcanzar en cada tramo -teniendo en cuenta, inicialmente, los propuestos en las Directrices del PHG.B- y, por tanto, los usos que son compatibles con tal situación. En consecuencia, el capítulo se ha estructurado de manera que describe, secuencialmente, los siguientes aspectos:

• La normativa comunitaria no tiene, por el momento, objetivos de calidad para las aguas destinadas a otros usos distintos de los de prepotable, baño, vida piscícola o cría de moluscos.

** Directiva 75/440/CEE, traspuesta mediante las O.M. de 11 de mayo de 1988 y de 15 de octubre de 1990.

*** Directiva 76/160/CEE, traspuesta mediante el R.D. 734/1988 de 1 de julio.

**** Directiva 78/659/CEE, traspuesta mediante R.D. 927/1988 de 28 de Junio.

- Diagnóstico de la situación actual
- Usos actuales y previstos
- Propuesta de objetivos de calidad

El estudio se inicia con un diagnóstico de la calidad actual de las aguas en la cuenca. Las diferentes características limnológicas de los ríos -sistemas lóticos- frente a los embalses -sistemas lénticos- ha motivado que el diagnóstico se subdivide en dos apartados independientes para cada medio, aunque relacionados entre sí.

Se analizan los usos actuales y los previstos para el futuro teniendo en cuenta la calidad y las características ambientales de las subcuencas que drenan a un determinado tramo fluvial o embalsado, con objeto de realizar una propuesta concreta de los objetivos a alcanzar en los diferentes tramos de la cuenca para los distintos horizontes del PHG-B.

2.2. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

El comportamiento diferencial de una masa de agua fluyente y otra embalsada, así como los distintos problemas a los que están sujetas -destino, uso, tiempo de retención, etc.- y la información que se posee sobre cada una de ellas, ha motivado que su análisis se haya abordado por separado.

2.2.1. Aguas fluyentes

A) METODOLOGIA

Como fuentes principales de información se han utilizado la base de datos de la **Red de Control de Calidad (COCA)** y el estudio "**Valoración de la contaminación en el río Guadalete**", facilitados ambos por la Comisaría de Aguas de la CHG, quedando un vacío de información con respecto a la cuenca del Barbate de la que no se dispone de datos de sus características físico-químicas, al carecer de estaciones de control.

El seguimiento de la calidad del agua se realiza de forma manual y periódica en 2 estaciones de vigilancia fija, cuyas principales características se incluyen en la **Tabla 1**, recogiendo en la **Lámina VIII-I** su ubicación y el tramo lógico* de río que representa.

* Cada estación de la Red COCA representa un determinado tramo lógico o elemento físico que permite tratar la información del hidrosistema de forma homogénea. Para la determinación de los tramos lógicos se han tenido en cuenta criterios hidrológicos

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADALETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS Y ORDENACION DE VERTIDOS



SITUACION DE LAS ESTACIONES COCA Y DEL ESTUDIO DE LA COMISARIA DE AGUAS DE LA C.H.G.

- ▲ ESTACION DEL ESTUDIO DE LA COMISARIA DE AGUAS
- ESTACION PREFERENTE DE LA RED COCA
- TRAMO LOGICO QUE REPRESENTA

TABLA 1
ESTACIONES DE LA RED
COCA EN LA CUENCA DEL GUADALETE-BARBATE

NUMERO ESTACION	NOMBRE	TERMINO MUNICIPAL	RIO CONTROLADO	FECHA ENTRADA EN FUNCIONAMIENTO	TIPO DE ESTACION	CLASIFICACION
085	El Portal	Jerez	Guadalete	1972	Preferente	Vigilado
087	Arcos	Arcos	Guadalete	1972	Preferente	Vigilado

La Red COCA se divide en tres tipos de estaciones **-normales, preferentes y especiales-** que presentan una diferente importancia en cuanto a los parámetros que recogen y a su frecuencia de muestreo.

A este respecto, en la **Tabla 2** se indica la frecuencia de muestreo en cada tipo de estación distribuida por los grupos en que se ordenan los parámetros que se analizan en la Red.

TABLA 2
FRECUENCIA DE MUESTREO SEGUN EL TIPO DE ESTACION

TIPO DE ESTACION	GRUPO DE PARAMETRO (A)			
	1	2	3	4
Normal	Mensual	Semestral	Anual	Anual
Preferente	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Especial	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual

- (A) **Grupo 1:** Caudal, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos en suspensión, pH, conductividad, DQO (al permanganato) y DBO₅.
- Grupo 2:** Sólidos disueltos totales, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio, sodio, potasio, fosfatos, nitratos, amoníaco, carbonatos, bicarbonatos, coliformes totales y detergentes (LAS).
- Grupo 3:** Sílice, grasas, cianuros, fenoles, fluoruros, cadmio, cromo hexavalente y mercurio.
- Grupo 4:** Arsénico, cobre, hierro, manganeso, plomo, zinc, antimonio, níquel y selenio.

Con estas dos fuentes de información, se han realizado los estudios y análisis que se describen a continuación.

• Estudio de la calidad físico-química de las aguas

Con los datos de la Red COCA, para cada estación de control y para cada uno de los parámetros de calidad seleccionados temperatura (oxígeno disuelto, materias en suspensión, conductividad, demanda química de oxígeno, DBO₅, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitritos, nitratos, detergentes y fenoles* se ha elaborado un **análisis descriptivo univariante** para estudiar la evolución estacional y temporal de estos parámetros en el periodo más amplio disponible (1972-93). Para cada parámetro y estación se han representado los datos mediante gráficos del tipo Box-Whisker -que se adjuntan en el **Apéndice 1** de este Anexo-, que facilitan la comparación estacional y anual para la mediana, el rango y los valores extremos de la serie. Cada caja Box-Whisker encierra el 50 % de los datos, y la mediana se ha dibujado como una línea horizontal dentro de cada caja. Las líneas verticales que continúan por encima y por debajo de la caja recogen los datos incluidos en el 1,5 intercuartil. Asimismo, los datos que están fuera de estos rangos -valores atípicos- se representan como puntos aislados mediante un asterisco.

• Análisis del cumplimiento de la normativa

Los datos proporcionados por las estaciones de la Red COCA y por el estudio realizado por la Comisaría de Aguas se han comparado con los límites que fija la normativa sobre calidad de aguas y que se recoge, de forma resumida, en la **Tabla 3**. En este caso, se han seleccionado únicamente los datos de la Red Coca correspondientes a los últimos cinco años hidrológicos, ya que se han considerado los más representativos de la situación actual.

*

Los concentración de estos parámetros en el agua es un excelente indicador del grado de contaminación en la cuenca del río Guadalete-Barbate.

TABLA 3. NORMATIVA SOBRE CALIDAD DEL AGUA

PARAMETRO	UNIDAD	ABASTECIMIENTO (a)			BAÑO	VIDA PISCICOLA (b)	
		A1	A2	A3		TIPO S	TIPO C
pH		(6,5-8,5)	(5,5-9)	(5,5-9)	6-9	6-9	6-9
COLOR	Escala Pt	20	100	200	Sin cambios anormales		
SOLIDOS EN SUSPENSION	mg/l	(25)	-	-		(≤25)	(≤25)
TEMPERATURA	°C	25	25	25		1,5 (?)	3 (?)
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	µ S/cm	(1 000)	(1 000)	(1 000)			
NITRATOS	mg/l NO ³	50	50	50			
FLUORUROS	mg/l F	1,5	(1,7)	(1,7)			
HIERRO DISUELTO	mg/l Fe	0,3	2	(1)			
MANGANESO	mg/l Mn	(0,05)	(0,1)	(1)			
COBRE	mg/l Cu	0,05	(0,05)	(1)		(≤0,04)	(≤0,04)
CINC	mg/l Zn	3	5	5		≤1,0	≤0,3
BORO	mg/l B	(1)	(1)	(1)			
ARSENICO	mg/l As	0,05	0,05	0,1			
CADMIO	mg/l Cd	0,005	0,005	0,005			
CROMO TOTAL	mg/l Cr	0,05	0,05	0,05			
PLOMO	mg/l Pb	0,05	0,05	0,05			
SELENIO	mg/l Se	0,01	0,01	0,01			
MERCURIO	mg/l Hg	0,001	0,001	0,001			
BARIO	mg/l Ba	0,1	1	1			
CIANUROS	mg/l CN	0,05	0,05	0,05			
SULFATOS*	mg/l SO ⁴	250	250	250			
CLORURO *	mg/l Cl	(200)	(200)	(200)			
DETERGENTES	mg/l	(0,2)	(0,2)	(0,5)			
HIDROCARBUROS DISUELTOS O EMULSIONADOS	mg/l	0,05	0,2	1		(3)	(3)
CARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS	mg/l	0,0002	0,0002	0,001			
PLAGUICIDAS TOTALES	mg/l	0,001	0,0025	0,005			
DQO	mg/l O ²	-	-	(30)			
OXIGENO DISUELTO	% satur. ó mg/e	(>70)	(>50)	(>30)	(80-120)	50% ≥ 9	50% ≥ 7
DBO ⁵	mg/l O ²	(<3)	(<5)	(<7)		(≤3)	(≤6)
NITROGENO KEJLDHAL	mg/l N	(1)	(2)	(3)			
AMONIACO	mg/l NH ⁴	(0,05)	1,5	4		≤1 (4)	≤1 (4)
AMONIACO NO IONIZADO	mg/l NH ³					≤0,025	≤0,025
SUSTANCIAS EXTRAIBLES CON CLOROFORMO	mg/l SEC	(0,01)	(0,2)	(0,5)			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	(50)	(5 000)	(50 000)	10 000 (500)		
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	(20)	(2 000)	(20 000)	2 000		
ESTREPTOCOCOS FECALES	UFC/100 ml	(20)	(1 000)	(10 000)	(100)		
SALMONELLAS	-	Ausente en 5 000 ml	Ausente en 1 000 ml	-	0		
ENTEROVIRUS	PFU/10 ml				0		
ACEITES MINERALES	mg/l				Sin película visible ni olor		
SUSTANCIAS TENSOACTIVAS	mg/l lauril sulfato				Sin espuma persistente (0,3)		
TRANSPARENCIA	m				1		
RESIDUOS DE ALQUITRAN Y FLOTANTES	-				(Inexistencia)		
FOSFORO TOTAL	mg/l P					(0,2)	(0,4)
NITRITOS	mg/l NO ²					(≤0,01)	(≤0,03)

(a) Tipo A1. Tratamiento físico simple y desinfección
 Tipo A2. Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección
 Tipo A3. Tratamiento físico y químico intensivos, afino y desinfección

(b) Tipo S. Aguas Salmonícolas
 Tipo C. Aguas Ciprínícolas

Las cifras entre paréntesis se deben tomar como valores indicativos deseables con carácter provisional.

(?) La temperatura media aguas abajo de un vertido térmico no deberá superar la temperatura natural.

(1) Los compuestos fenólicos no podrán estar presentes en concentraciones que alteren el sabor del pescado.

(2) Los productos de origen no podrán estar presentes en las aguas en cantidades que:
 - Formen una película en la superficie del agua o se depositen en capas en los lechos de las corrientes de agua o en los lagos
 - Transmitan al pescado un perceptible sabor a hidrocarburos
 - Provocuen efectos nocivos en los peces

*

Salvo que existan aguas más aptas para el consumo.

• Conclusiones

El diagnóstico termina con unas conclusiones generales en relación a la calidad del agua fluyente y con el origen de la contaminación. La clasificación de los tramos fluviales por su **calidad y grado de cumplimiento de la normativa** es el último punto al que converge el proceso metodológico seguido en este apartado.

B) RESULTADOS. ESTUDIO DE LA CALIDAD FISICO-QUIMICA DE LAS AGUAS

Tal y como se ha descrito en el apartado anterior, el estudio de la calidad físico-química en cada estación de la Red COCA se ha realizado a partir de la serie histórica, eligiéndose para tal fin trece parámetros físico-químicos. Para cada estación COCA de la que se dispone información se describe, en primer lugar, los valores de estos parámetros a lo largo del periodo que, además, se han recogido en el **Apéndice 1** como gráficos Box-Whisker para cada estación y parámetro. En las **Tablas 4 y 5** se incluyen, asimismo, los principales estadísticos calculados para cada uno de estos parámetros.

TEMPERATURA

Se observa un gran parecido entre las dos estaciones con una media situada alrededor de 18,5 °C. Otro dato significativo es la gran amplitud térmica encontrada; hasta 24°C de diferencia entre la máxima y la mínima del período de estudio en la estación 087 y 26,2 °C para la estación 085.

OXIGENO DISUELTO

Se observa un déficit importante de oxígeno en el agua, situándose las medias en 5.4 mg/l para la estación 087 y 3.7 mg/l para la 085.

MATERIAS EN SUSPENSION

Al igual que ocurre con el oxígeno disuelto los valores encontrados muestran un agua de baja calidad, situándose las medias en 39.3 mg/l para la estación 087 para aumentar su concentración hasta 113.6 mg/l en la 085.

CONDUCTIVIDAD

Los resultados muestran una conductividad alta situándose en 1379 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de media para la estación 087 y 3134 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para la 085. Esta conductividad tan alta no puede ser explicada por los materiales por los que transcurre el río, ya que son muy poco solubles y compuestos, en su mayoría, por terrenos aluviales y arenas, sino por los aportes difusos que tienen su origen en la agricultura y en los aportes puntuales urbanos e industriales.

D.Q.O.

Los valores medios encontrados se sitúan en 10.8 mg/l para la estación 087 y 24.2 mg/l para la 085, lo que pone de manifiesto la contaminación a la que está expuesto el río, ya que valores por debajo de 10 mg/l son los normales para aguas limpias.

D.B.O₅

Los valores medios de los análisis realizados, son de 16,4 mg/l para la estación 087 y 42.3 mg/l para la 085, siendo estos valores muy altos e indicadores de contaminación urbana e industrial del río. En los cursos con aguas limpias los valores normales de este parámetro se sitúan por debajo de 5 mg/l.

CLORUROS

Los valores medios medidos para este parámetro son de 171.2 mg/l en la estación 087 y 271.7 mg/l para la 085, hay que tener en cuenta que los valores normales oscilan entre 10 y 50 mg/l.

SULFATOS

Los valores medios varían entre 245 mg/l para la estación 087 y de 337,6 para la 085. Estos datos vuelven a confirmar la presencia de vertidos (industriales en este caso), puesto que el rango de concentración de los valores naturales varía entre 2 y 80 mg/l.

FOSFATOS

La concentración media de los fosfatos varía entre 0,005 y 0,02 mg/l en las aguas naturales, lo que contrasta con los valores medios medidos en el río que varían entre 3,62 y 5,96 mg/l para la estación 087 y 085 respectivamente.

NITRITOS

Los valores para este parámetro varían de forma natural entre 0,001 y 0,002 mg/l. Los valores medios alcanzados por las estaciones son de 0,34 y 0,29 mg/l para la estación 087 y 085 respectivamente.

NITRATOS

Los valores medios medidos alcanzan los 1,66 mg/l para la estación 087 y 2,84 mg/l para la 085.

DETERGENTES

Las concentraciones medias medidas son de 1,22 mg/l para la estación 087 y 2,32 mg/l para la estación 085.

FENOLES

Es un parámetro indicador de contaminación de origen industrial y su concentración en la naturaleza es menor de 0,002 mg/l. Los valores medios medidos son de 0,13 mg/l para la estación 087 y 0,01 mg/l para la 085.

TABLA 4.
Resumen estadístico. Estación 085

Parámetro	Tamaño de Muestra	Media	Mediana	Moda	Desviación			Rango	Coeficiente de variación
					Típica	Mínimo	Máximo		
Temperatura	246	18.4	18	11	5.8	6	32.2	26.2	31.4
O ₂ (mg/l)	128	3.7	2.6	1.8	3.4	0.2	21.6	21.4	90.9
O ₂ (%saturación)	62	42.0	24.4	6.0	49.4	2	270	268	117.5
M.E.S.	242	113.6	40	18.0	388.0	1	3879	3878	341.3
T.D.S.	136	2299	1970	1760	1577	48	13366	13318	68
Conductividad	246	3134	2356	2200	2521	1007	19467	18460	80
D.Q.O.	247	24.2	18	18.0	23.6	3	175	172	97.7
D.B.O.	246	42.3	24.9	14.0	53.4	1	392.7	291.7	126.3
Cloruros	211	271.7	243.7	354.5	952.1	120.5	6915	6794.5	131.9
Sulfatos	203	337.6	321	275	125.8	46.2	1020	973.8	37.2
Fosfatos	207	5.96	4.44	1.76	5.35	0.02	35.68	35.66	89.72
Amoniaco	211	5.02	3.52	4.64	6.72	0.06	70.95	70.89	133.94
Nitritos	197	0.296	0.065	0.031	0.624	6 [*] 10 ⁻³	4.06	4.054	210.624
Nitratos	203	2.8	0.9	0.5	5.1	0.1	38.2	38.1	182.2
Detergentes	199	2.32	1.56	0.73	2.28	0.02	12.65	12.63	98.54
Fenoles	162	0.016	0.012	8 [*] 10 ⁻³	0.014	1 [*] 10 ⁻³	0.116	0.115	87.367

TABLA 5.
Resumen estadístico. Estación 087

Parámetro	Tamaño de Muestra	Media	Mediana	Moda	Desviación			Rango	Coeficiente de variación
					Típica	Mínimo	Máximo		
Temperatura	247	18.1	18	12	5.3	7	31	24	29.4
O ₂ (mg/l)	235	5.4	5.2	4.5	3.2	0.2	19.1	18.8	59.5
O ₂ (%saturación)	143	48.9	44.5	49.1	33.9	3	251.3	248.3	69.4582
M.E.S.	241	39.3	22	22	92.7	1	1370	1369	235.922
T.D.S.	140	1102	1085	1080	206	20	1893	1873	18
Conductividad	247	1379	1360	1350	221	13	2980	2967	16
D.Q.O.	248	10.8	10	10	6.3	1.2	53	51.8	58.21
D.B.O.	246	16.4	10.8	4	16	0.7	100	99.3	99.7
Cloruros	212	171.2	159.5	155.9	41.9	63.8	297.7	233.9	24.5
Sulfatos	204	245.4	213.9	235	64.7	72	683	611	26.3
Fosfatos	204	3.62	3.34	0.03	3.02	0.01	16.97	16.96	83.32
Amoniaco	212	3.38	3.10	3.03	2.48	0.03	16.9	16.87	73.47
Nitritos	204	0.343	0.264	0.025	0.389	3 [*] 10 ⁻³	3.5	3.497	113.456
Nitratos	208	1.6	1.0	0.2	1.8	0.1	10.1	10	110.3
Detergentes	198	1.22	0.78	0.09	1.2	0.02	6.52	6.5	97.95
Fenoles	164	0.133	9 [*] 10 ⁻³	8 [*] 10 ⁻³	1.584	1 [*] 10 ⁻³	20.3	20.299	1186.39

C) ANALISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Para analizar el cumplimiento de la normativa sobre calidad de aguas, se han utilizado los datos de la Red COCA correspondientes a la serie histórica, así como la información proporcionada en el estudio realizado por la Comisaría de Aguas de la CHG. En los puntos siguientes se describen, para cada normativa, los resultados obtenidos por tramos de río.

C.1) Calidad del agua destinada al abastecimiento de agua potable

La **Directiva 75/440/CEE** fué cronológicamente la primera en ocuparse de la calidad de las aguas en relación con los usos que de ellas se hace y, en particular, de aquéllos destinados al abastecimiento de agua potable. Como complemento, la **Directiva 79/869/CEE** fija el sistema de control analítico y establece las frecuencias de muestreo y los métodos de análisis que se deben utilizar para obtener resultados comparables.

Para garantizar en el río una calidad adecuada a este uso, se definen tres categorías de valores límite según el tipo de tratamiento para su potabilización. Para estudiar el grado de cumplimiento, la comparación se ha realizado con los **límites imperativos (I)** o de **obligado cumplimiento** y con los **valores guía (G)**, tal y como señala la Orden de 11 de Mayo de 1988. Para cada parámetro, se ha estudiado en los últimos tres años hidrológicos si su tasa de conformidad* es igual o superior al 95% o al 90% para los valores I o G respectivamente. Para calificar un tramo en A1, A2 o A3 se ha adoptado como criterio que todos los parámetros deben cumplir los valores G o I, con excepción de la temperatura, sulfatos y cloruros.

Con los datos disponibles, se concluye que no cumplen ningún objetivo de abastecimiento el tronco del Guadalete situado aguas abajo del embalse de Bornos. En el resto de los cauces predominan los objetivos A1 y A2 en los altos y A3 en los bajos.

* La tasa de conformidad se define como el cociente entre el número de análisis efectuados durante el período de tres años considerado, y el número de análisis efectuados durante ese período cuyos valores son superiores al límite fijado para los tipos A1, A2 y A3.

C.2) Calidad del agua para el baño

Para las aguas fluyentes o embalsadas en las que el baño esté expresamente autorizado o no esté prohibido y sea práctica habitual, la **Directiva 76/160/CEE** fija objetivos de calidad.

Como en el caso anterior, la comparación se ha realizado con los **valores imperativos** (I) y **guía** (G) comprobando, igualmente, si la tasa de conformidad para cada parámetro recogido en la **Tabla 3** es superior al 95% para los valores "I" o al 90% para los "G", con excepción del 80% para los valores "G" de coliformes totales y fecales, tal y como señala el Real Decreto 734/1988 de 1 de Julio.

Los datos utilizados indican que el tramo del Guadalete aguas abajo del embalse de Bornos no es apto para su uso.

C.3) Calidad del agua para la vida piscícola

La mejora y el mantenimiento de la calidad de las aguas fluyentes y embalsadas en orden al mantenimiento de la vida piscícola es objetivo de la **Directiva 78/659/CEE**. Esta Directiva se aplica a las aguas continentales, para las que define dos tipos de objetivos de calidad en función de que en ellas vivan especies **salmonícolas** -salmones, truchas, tómalos, etc- o **ciprínidos** -carpa, boga, gobio, etc- u otras especies tales como los lucios, percas y anguilas.

La comparación se ha realizado siguiendo la Orden de 16 de Diciembre de 1988, por lo que se han utilizado los **valores** de los parámetros que ésta señala y que se incluyen en la **Tabla 3**.

Con los datos disponibles se destaca que el Guadalete en su tramo alto cumple en la mayoría de los casos con el objetivo fijado para aguas ciprinícolas. Los tramos altos de los principales afluentes, poco influenciados por los vertidos directos, son aptos para el mantenimiento de ambos tipos de poblaciones.

D) CONCLUSIONES

En la situación actual de la cuenca del Guadalete, el análisis de los datos aportados por la RED COCA y por el estudio de la Comisaría de Aguas conduce a las siguientes conclusiones en cuanto a la calidad del recurso se refiere:

- La calidad físico-química general de las aguas en la gran mayoría de las estaciones y tramos analizados está fuertemente influenciada por los usos y características ambientales -actividades humanas, factores geológicos y litológicos y clima- de las subcuencas que representan. La contaminación orgánica debida a los vertidos puntuales -urbanos e industrias agroalimentarias- y los retornos de regadío, con un elevado contenido en compuestos nitrogenados, son los principales componentes reconocidos en el análisis.
- En el **tronco del río Guadalete** se observa una **tendencia de contaminación longitudinal** de cabecera a desembocadura, caracterizada por los procesos de recuperación-autodepuración e influenciada por los vertidos urbanos e industriales de los numerosos núcleos de población que atraviesa en el tramo comprendido entre Arcos y Jerez. La entrada en funcionamiento de las depuradoras de las principales poblaciones, ha mejorado ostensiblemente la calidad del agua fluyente.
- En **los últimos años** se aprecia una **clara mejoría** en algunos tramos de la cuenca en relación a la contaminación de tipo orgánico y, en particular, en aquellas subcuencas con una fuerte actividad agroalimentaria debido a la construcción y funcionamiento de las nuevas E.D.A.R. **La contaminación difusa**, relacionada con la actividad agrícola, tiene una **gran incidencia** en la cuenca y afecta, especialmente, al **contenido** de nutrientes en el medio fluvial.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el epígrafe anterior, se han definido los **tramos** donde la calidad se encuentra afectada y, en consecuencia, se **incumplen los objetivos de calidad**. En la **Lámina VIII-2** se representan estos tramos que, por otra parte, quedan definidos a continuación.

- Río Guadalete, aguas abajo del embalse de Arcos.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADALETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS
Y ORDENACION DE VERTIDOS



TRAMOS AFECTADOS DONDE NO SE
CUMPLEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD

— TRAMOS AFECTADOS POR VERTIDOS
QUE NO CUMPLEN CON LA NORMATIVA
DE OBJETIVOS DE CALIDAD

2.2. Aguas embalsadas

Las aguas fluyentes que se almacenan y regulan en los embalses pueden tener concentraciones elevadas de fósforo y nitrógeno procedentes, tanto de los vertidos de origen urbano o industrial, en forma de contaminación puntual, o como resultado de prácticas agrarias y ganaderas, en forma de contaminación difusa. Estas altas concentraciones pueden desencadenar el proceso de **EUTROFIZACION** según el cual las aguas naturales son fertilizadas con esas sustancias -fósforo y nitrógeno- en forma asimilable por la vegetación acuática, lo que origina el crecimiento de la población vegetal, el incremento de la productividad en todos los niveles de la cadena alimentaria y una degradación de las características físico-químicas del agua que, si es muy elevada, resulta incompatible con los usos a los que esté destinado el embalse.

En la cuenca del Guadalete-Barbate el origen natural de la eutrofización juega un importante papel, ya que en la gran mayoría de los embalses se dan las condiciones geomorfológicas y climáticas para ello, como son: cubetas poco profundas, rocas no calcáreas, suelos ricos en nutrientes y un clima templado con escasas precipitaciones. La gran irregularidad pluviométrica interanual ocasiona que la tasa de renovación de las aguas embalsadas pueda ser muy diferente de unos años a otros y condiciona, igualmente, el nivel de eutrofia del embalse. Este proceso natural se ve acelerado, además, por los aportes antrópicos -**eutrofización cultural** de nutrientes que pueden ser puntuales o difusos y de origen doméstico, industrial, agrícola o ganadero.

Para diagnosticar el grado de eutrofia de un embalse, se miden las concentraciones de fósforo (PO_4^-) y de clorofila A, de acuerdo con los criterios establecidos por la OCDE en 1982, y se comparan con los valores límites establecidos por esa organización.

Los datos que se han utilizado para diagnosticar el grado de eutrofia de los embalses de la cuenca del Guadalete-Barbate proceden de las campañas de análisis realizados por diversos agentes interesados en la materia -CHG, Universidad de Sevilla, etc- durante varios años. El resultado del diagnóstico es el que se refleja en el **Tabla 6** siguiente en el que se han indicado los embalses que tienen un grado trófico igual o superior al oligomesotrófico.

TABLA 6
CLASIFICACION POR EL GRADO TROFICO DE
LOS EMBALSES DE LA CUENCA

GRADO TROFICO	EMBALSE
EUTROFICO	Bornos, Arcos y Hurones
MESOTROFICO	Zahara-El Gastor, Guadalcaçín y Barbate

2.3. USOS ACTUALES Y PREVISTOS PARA EL FUTURO

Una vez descrita la calidad actual del agua de los tramos fluviales, se recogen en el presente apartado los usos actuales a los que están sometidos y los previstos para el futuro de los cauces de la cuenca.

En este sentido, y en relación con la calidad del recurso, se han reconocido:

- Abastecimiento
- Vida piscícola
- Usos recreativos. Baño

Abastecimiento

Según recogen las Directrices para la redacción del **PLAN**, el abastecimiento urbano constituye el **uso prioritario** en la cuenca y, si bien carece de la importancia cuantitativa que tiene el regadío, ofrece unas claras connotaciones ambientales y sanitarias que lo hacen particularmente relevante.

La localización de los puntos de abastecimiento de aguas superficiales se ha realizado a partir del inventario disponible de Comisaría de Aguas de la CHG. En la **Lámina VIII-3** se indican los puntos de abastecimiento, tanto en los tramos fluviales, como en los embalsados.

Vida piscícola

Aunque en muchos tramos fluviales de la cuenca la fauna piscícola se ha visto afectada por las alteraciones que la propia actividad humana ocasiona -vertidos, extracciones, regulaciones, etc-, la recuperación, el mantenimiento y la conservación de las poblaciones ictiológicas debe ser uno de los objetivos prioritarios del **PLAN**. Asimismo, el mantenimiento de otros elementos de la biocenosis fluvial -vegetación de ribera, fauna bentónica, ornitofauna, etc- requiere una calidad adecuada con el tipo de población presente en cada tramo, así como una cantidad acorde con los requerimientos de las especies menos tolerantes.

Teniendo en cuenta la normativa sobre calidad exigida a las aguas para el mantenimiento de la vida piscícola, se han distinguido los tramos ciprinícolas de los salmonícolas. Para localizar estos últimos, se ha utilizado el inventario de los cotos trucheros dentro de la cuenca realizado por la Junta de Andalucía. En la **Lámina VIII-3** se recogen únicamente los cotos trucheros, asumiendo que en la mayor parte de los tramos las poblaciones piscícolas se incluirían dentro del grupo de los ciprínidos.

Usos recreativos. Baño

Los ríos, sus márgenes y, principalmente, los embalses constituyen un recurso de indudable valor recreativo dentro de la cuenca, ya que no sólo permiten la práctica del baño, sino también el uso y disfrute de espacios de singular valor ambiental. El asegurar una calidad aceptable en los tramos en donde se realicen estos usos constituye, igualmente, uno de los objetivos prioritarios del **PLAN**.

Para situar las zonas de baño dentro de la cuenca se ha utilizado el inventario del **Servicio Andaluz de Salud (SAS)**, en el que se recogen los tramos donde esta actividad se vigila y controla de forma periódica. En la **Lámina VIII-3** se incluyen asimismo todas estas zonas de baños.

2.4. OBJETIVOS DE CALIDAD

2.4.1. Introducción

El análisis efectuado en las páginas anteriores para los distintos tramos de río de la cuenca del Guadalete ha diferenciado, por una parte, el diagnóstico de la calidad del agua superficial en la situación actual desde el punto de vista de su calidad físico-química y desde el del cumplimiento de la normativa vigente y, por otra, los usos actuales que soportan esos tramos. En este apartado se proponen los objetivos de calidad que asume el **PLAN** teniendo en cuenta los usos actuales, el diagnóstico de la calidad de las aguas en la situación actual y los objetivos fijados inicialmente por las Directrices.

2.4.2. Criterios para la definición de los objetivos de calidad

La propuesta de objetivos de calidad a largo plazo que se incorpora en el **PLAN** se ha basado en la aplicación de los siguientes criterios:

OBJETIVO DE CALIDAD PARA ABASTECIMIENTO

- . La calidad mínima de las aguas para abastecimiento es la que prescriben las Directrices del **PLAN** en función de este uso.
- . Si la calidad del agua, determinada por el análisis realizado, es superior a la que fijan las Directrices, se mejora el objetivo de las Directrices.

OBJETIVO DE CALIDAD PARA VIDA PISCICOLA

- . La calidad mínima de las aguas para vida piscícola es la que prescriben las Directrices del **PLAN** en función de este uso.
- . En los cotos trucheros que ha determinado la Junta de Andalucía se adopta el objetivo S, vida salmonícola, siempre y cuando sea posible.

OBJETIVO DE CALIDAD PARA RIEGO Y CRIA DE MOLUSCOS

- . Mantener el objetivo en aquellos tramos donde las Directrices del **PLAN** así lo hayan previsto.

- . Modificar el objetivo para cría de moluscos en aquellos tramos donde las condiciones naturales no lo permitan.

OBJETIVO DE CALIDAD PARA BAÑO

- . Mantener el objetivo baño en aquellos tramos donde las Directrices del **PLAN** así lo hayan previsto.
- . Adoptar el objetivo baño en las zonas establecidas por la Junta de Andalucía, siempre y cuando sea posible.

2.4.3. Objetivos de calidad. Propuesta del PLAN

En la **Tabla 7** se resumen, para cada uno de los tramos de agua superficial* que se contemplaron en las Directrices, la siguiente información:

- . Uso actual del tramo (PA: punto de abastecimiento; CT: coto truchero; ZB: zona de baños; R: riego; CM: cultivo de moluscos)
- . Objetivo de calidad que se deduce del análisis efectuado**.
- . Objetivo que se fijaron en las Directrices
- . Propuesta de objetivo de calidad que resulta de aplicar los criterios especificados en el apartado anterior

En las **Láminas VIII-4, VIII-5, VIII-6 y VIII-7** se han representado los objetivos de calidad que definen las Directrices y en las **VIII-8, VIII-9, VIII-10 y VIII-11** la propuesta de objetivos de calidad del **PLAN**.

En definitiva, dentro de la presenta **PROPUESTA** se mantienen los objetivos de calidad que establecía las **DIRECTRICES**, excepto en lo siguientes tramos:

* Los objetivos de calidad de las aguas subterráneas están definidos en el Anexo XII "Directrices para protección y recuperación de acuíferos" de este PLAN.

** Las abreviaturas (A1, A2, A3, S, C, R y CM) son las correspondientes a los diferentes objetivos de calidad según van señalados con anterioridad.

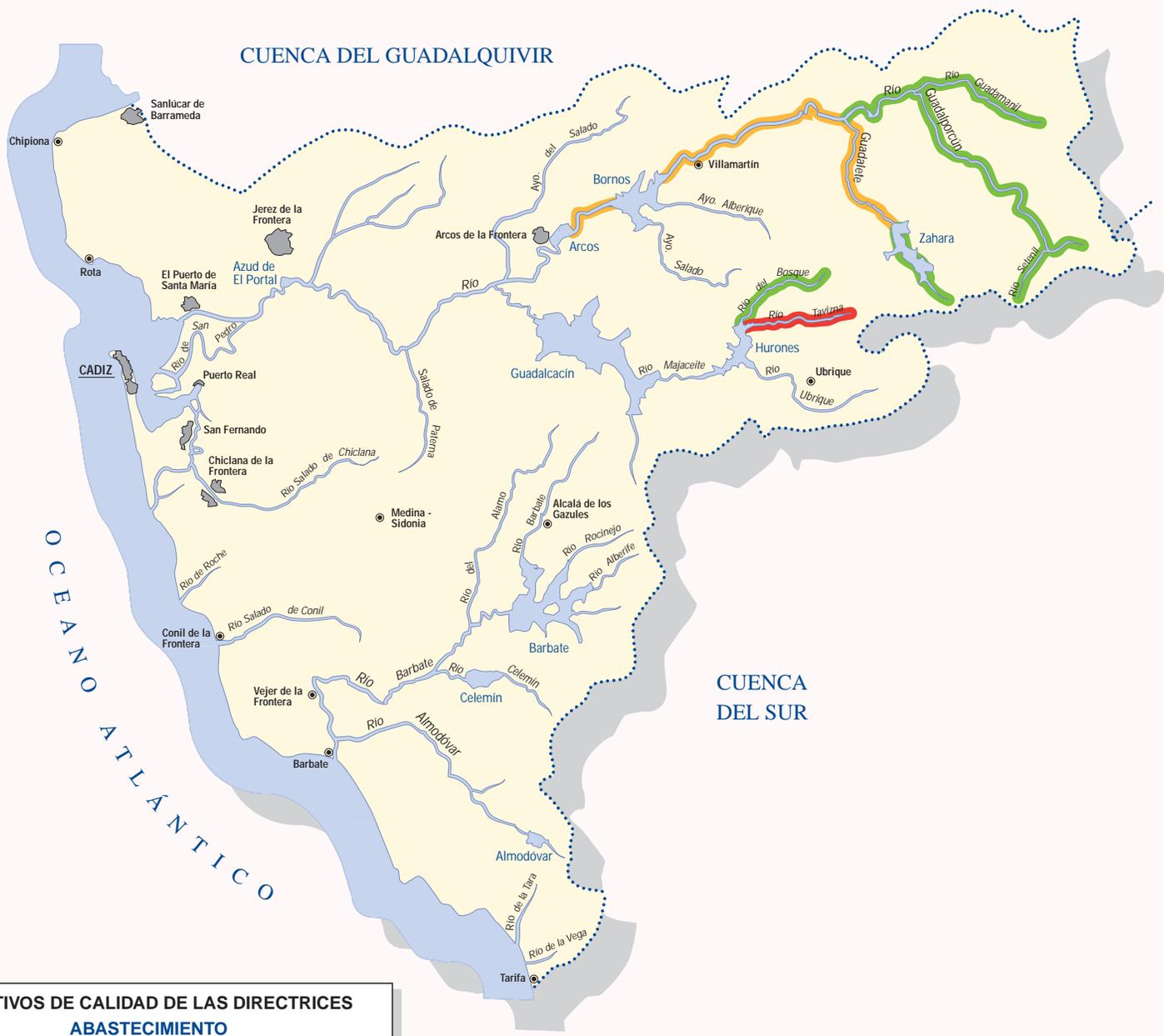
- . **Aguas abajo del embalse de Arcos hasta confluencia con el río Majaceite.** Se elimina el objetivo de calidad para baño al tratarse de un tramo que, aún con los sistemas de depuración adoptados, se mantiene el incumplimiento de este objetivo. Se mantiene el objetivo para riego.

- . **Tramos inferiores de los ríos Barbate, Celemín y Almodovar.** Se elimina el objetivo de calidad de cría de moluscos pues el tramo no permite el cultivo de estas especies. Se mantiene el objetivo para riego.

TABLA 7
OBJETIVOS DE CALIDAD. PROPUESTA

TRAMO	USOS ACTUALES	DIAGNOSTICO: SITUACION ACTUAL Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE	OBJETIVO DIRECTRICES	PROPUESTA OBJETIVOS PLAN
Ríos Guadamanil, Guadalporcún y Alto Guadalete			AI, S	AI, S
Tronco del Río Guadalete entre los embalses de Zahara y Arcos	PA, ZB		AL, C, B	AL, C, B
Aguas abajo del embalse de Arcos hasta confluencia con el río Majaceite	ZB, R	Tramo afectado. No cumple ningún objetivo	B, R	R
Río Ubrique	ZB, R		ZB, R	ZB, R
Río Bosque	CT		S, AI	S, AI
Resto cabecera del río Majaceite y futuro trasvase del Guadiaro hasta embalse de los Hurones	ZA, PA		A3, C, B	A3, C, B
Tramo entre embalse de los Hurones y Guadalcaçín	ZB, R		B, R	B, R
Tramo del río Majaceite comprendido ente embalses de Guadalcaçín y su confluencia con el río Guadalete	ZB, R		B, R	B, R
Cauces inferiores de los ríos Majaceite y Guadalete desde la confluencia	R	Tramo afectado. No cumple ningún objetivo	R	R
Interfluviales entre los ríos Guadalete y Barbate y entre el río Barbate y Cuenca Sur de España	B, CM		B, CM	B, CM
Ríos Alberite, Rocinajero y Alto Barbate hasta la presa de Barbate			C	C
Cabeceras de los embalses de Celemín y Almodóvar hasta presas			C	C
Tramos inferiores de los ríos Barbate, Celemín y Almodóvar			R, CM	R

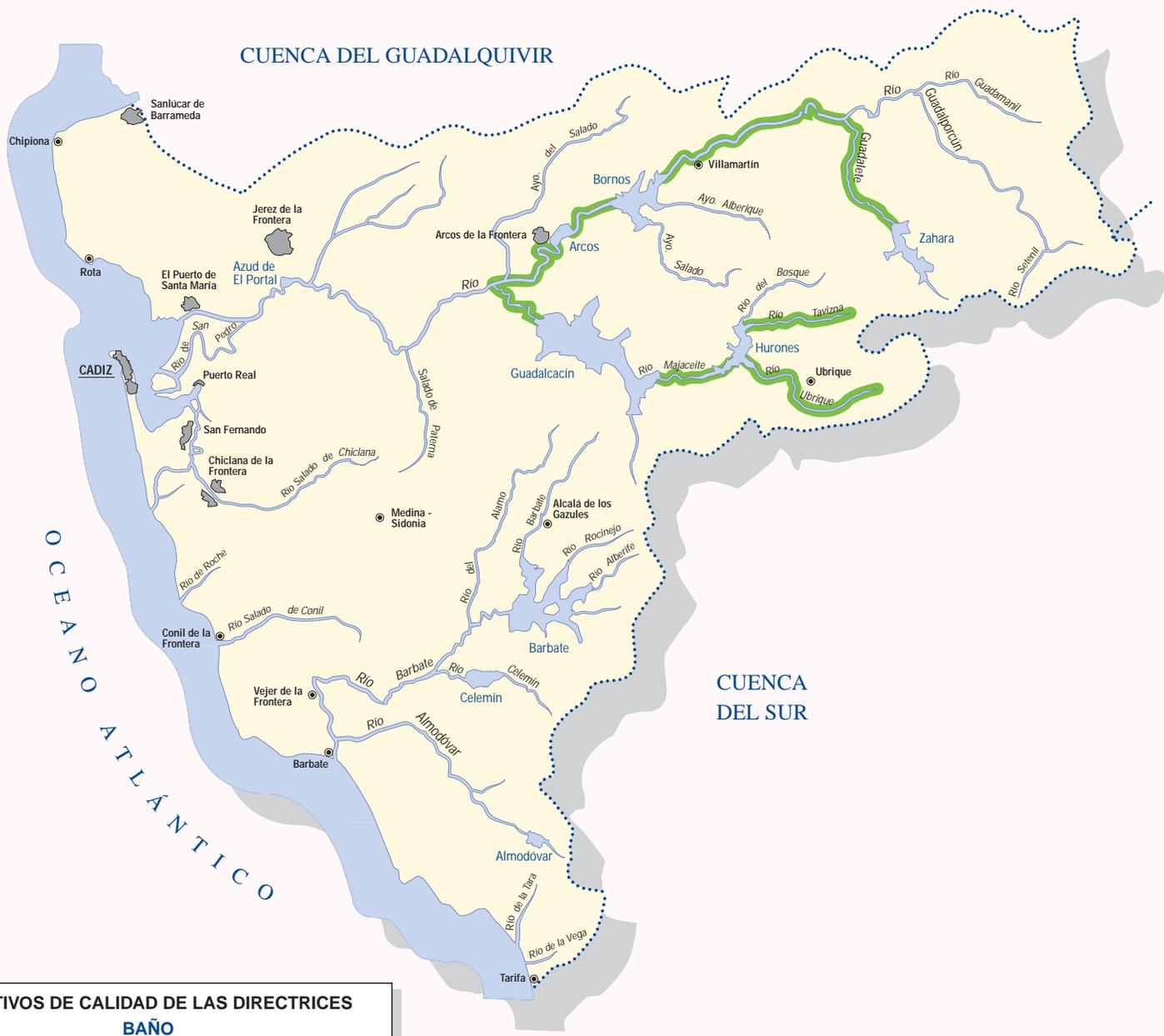
PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS
Y ORDENACION DE VERTIDOS



OBJETIVOS DE CALIDAD DE LAS DIRECTRICES
ABASTECIMIENTO

- PREPOTABILIDAD TIPO - A1
- PREPOTABILIDAD TIPO - A2
- PREPOTABILIDAD TIPO - A3

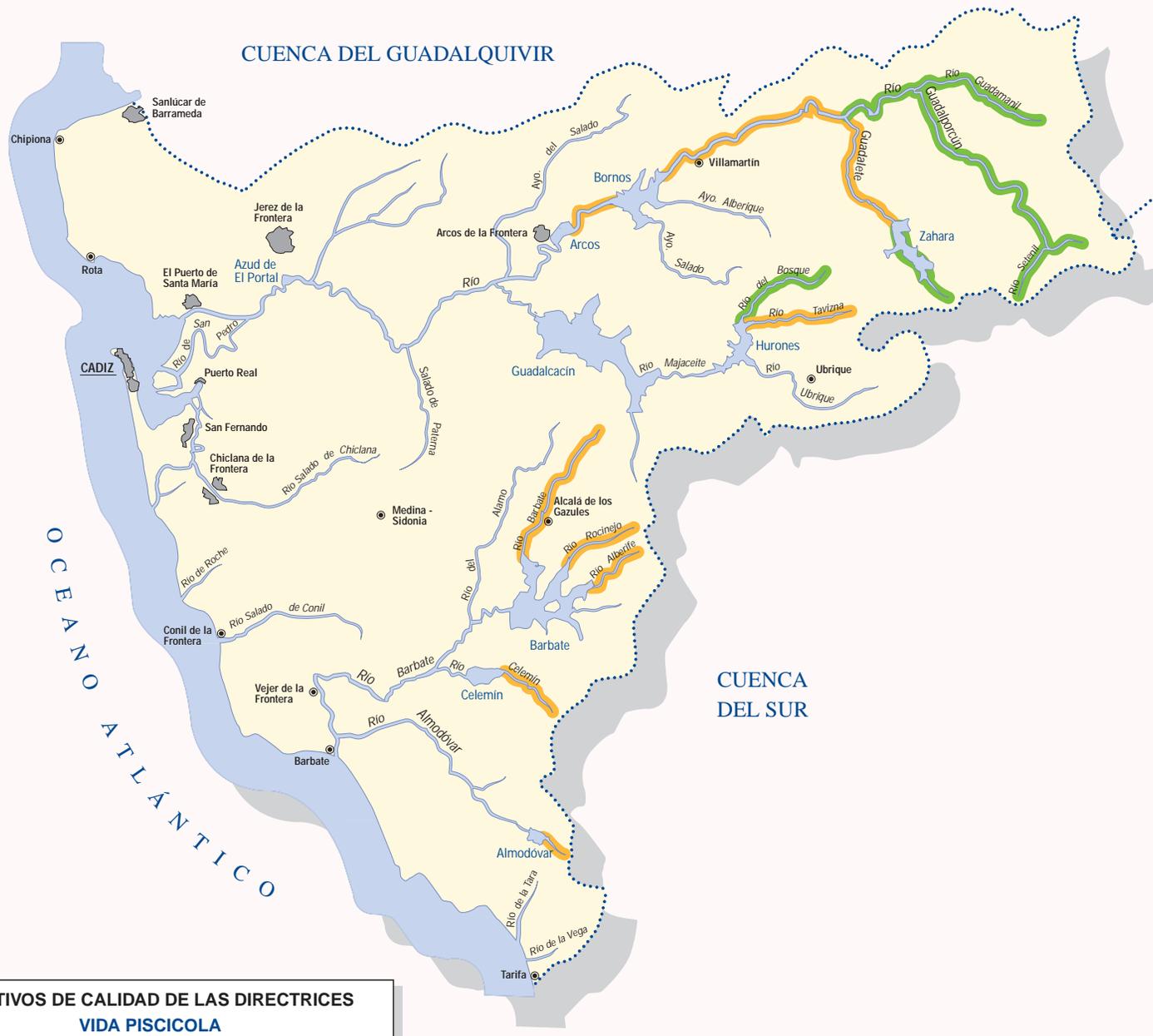
PLAN HIDROLOGICO DEL GUADALETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS
Y ORDENACION DE VERTIDOS



OBJETIVOS DE CALIDAD DE LAS DIRECTRICES
BAÑO

 BAÑO

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS
Y ORDENACION DE VERTIDOS



OBJETIVOS DE CALIDAD DE LAS DIRECTRICES
VIDA PISCICOLA

— SALMONICOLA
— CIPRINICOLA

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADALETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS
Y ORDENACION DE VERTIDOS



OBJETIVOS DE CALIDAD DE LAS DIRECTRICES
REGADIO Y CRIA DE MOLUSCOS

- REGADIO
- CRIA DE MOLUSCOS

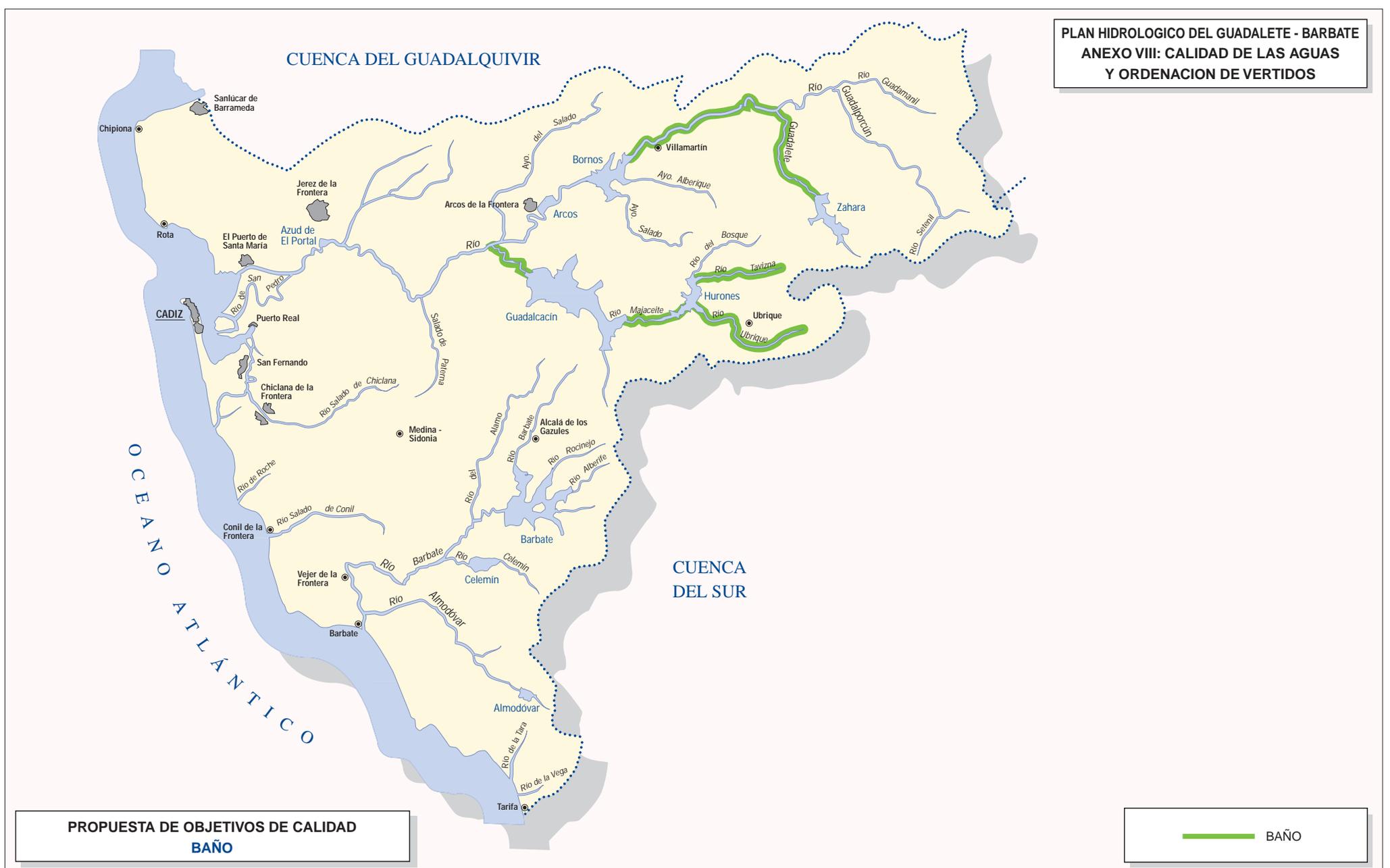
PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS
Y ORDENACION DE VERTIDOS



PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD
ABASTECIMIENTO

- PREPOTABILIDAD TIPO - A1
- PREPOTABILIDAD TIPO - A2
- PREPOTABILIDAD TIPO - A3

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS Y ORDENACION DE VERTIDOS



PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD
BAÑO

BAÑO

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS
Y ORDENACION DE VERTIDOS



PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD
VIDA PISCICOLA

— SALMONICOLA
— CIPRINICOLA

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
ANEXO VIII: CALIDAD DE LAS AGUAS Y ORDENACION DE VERTIDOS



PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD
REGADIO Y CRIA DE MOLUSCOS

REGADIO (R)
CRIA DE MOLUSCOS (CM)

3. ZONAS SENSIBLES Y VULNERABLES

3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS Y OBJETIVOS

El Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional (P.H.N.), en su artículo 46 y en su correspondiente Memoria, incorpora a la planificación hidrológica el concepto de **zona sensible** partiendo de la definición y precisiones introducidas por la Directiva Comunitaria 91/271/CEE, de fecha 21 de Mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. Las zonas sensibles son aquellas masas de agua que presentan un mayor riesgo de eutrofizarse debido a los vertidos de origen urbano o industrial.

El mencionado Anteproyecto de Ley cita textualmente: *"los Planes Hidrológicos de cuenca deberán programar la determinación de zonas sensibles de acuerdo con los criterios y plazos establecidos en la Directiva 91/271/CEE, a los efectos de la limitación de nutrientes en los vertidos que afecten a dichas zonas"*.

En consecuencia, uno de los objetivos de este punto es el determinar y delimitar un primer catálogo de zonas sensibles en el ámbito de la cuenca para, a partir de éste, realizar una propuesta concreta de las mismas, así como desarrollar las líneas maestras de su gestión en lo que se refiere a las actividades contaminantes presentes en su zona de captación, deduciendo los estudios y trabajos que deberían ser acometidos en el primer horizonte del PLAN.

Por otra parte, la calificación de **zonas vulnerables** se establece a partir de la Directiva 91/676/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, de fecha 12 de diciembre de 1991 y se refiere a terrenos en los que la aplicación de fertilizantes nitrogenados a los cultivos agrícolas afecta desfavorablemente a la calidad de las aguas superficiales o subterráneas*.

A este respecto el Anteproyecto de Ley señala que *"los Planes Hidrológicos de cuenca*

* El tipo de contaminación generada por el nitrógeno puede afectar a la salubridad de las aguas para consumo humano debido a la toxicidad de las altas concentraciones de nitratos y nitritos para el hombre (metahemoglobinemia) y además, estimular la producción primaria contribuyendo a la eutrofización de las aguas superficiales. Se trata, por lo tanto, de una Directiva que aborda una problemática amplia pero originada por una actividad concreta, las **prácticas agrarias**. No obstante, la contaminación por nitratos recibe una mayor consideración y constituye el objetivo prioritario de la disposición legal mencionada.

deberán programar la identificación de las aguas afectadas por la contaminación por nitratos utilizados en la agricultura y la determinación de zonas vulnerables para su designación con arreglo a los criterios generales definidos en la Directiva 91/676/CEE".

Por tanto, otro de los objetivos definidos para este apartado es la realización de una propuesta de zonas vulnerables definiendo para las mismas las líneas generales de actuación.

3.2. ZONAS SENSIBLES

3.2.1. Determinación y delimitación

A) METODOLOGIA Y CRITERIOS PARA SU DETERMINACION

Los criterios para la determinación de zonas sensibles, incluidos en el Anexo II de la Directiva 91/271/CEE, tienen un carácter general que se presta a diferentes interpretaciones y cuya aplicación literal y homogénea en todos los Estados miembros podría conducir a situaciones desproporcionadas dentro del marco de la gestión de la calidad de las aguas. En concreto, los criterios que proporciona el Anexo II de la citada Normativa para la designación de zonas sensibles se resumen en:

- Zonas eutróficas o con riesgo evidente de eutrofización, considerando especialmente los medios de agua dulce superficial con un intercambio de aguas escaso (lagos, lagunas, arroyos y embalses).
- Aguas dulces de superficie destinadas al consumo humano, con contenidos en nitratos superiores a los umbrales establecidos por la Directiva 75/440/CEE del Consejo, de 16 de Junio de 1975, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
- Otras zonas que precisen un **tratamiento adicional** para cumplir las Directivas del Consejo.

Teniendo en cuenta esta situación, la **Dirección General de la Calidad de las Aguas (DGCA)**, a través de la **Subdirección General de Ingeniería del Saneamiento**, ha elaborado una propuesta de criterios para la definición de zonas sensibles, que viene a sentar las bases de una aplicación coherente de la Normativa a este país. En este sentido, la **DGCA** destaca:

- El número de embalses es muy elevado, hecho que viene impuesto por la irregulari-

dad espacial y temporal de las precipitaciones y por su escasez en determinadas zonas.

- El proceso de eutrofización tiene una faceta "natural", es decir, no forzada por las actividades antrópicas. Entre los factores físico-químicos y biológicos determinantes destacan la duración e intensidad de la insolación y de la estratificación térmica, la escasa profundidad de las cubetas, el alto tiempo de retención hidráulica de los sistemas acuáticos y las relaciones y flujos de materia y energía entre los diferentes eslabones de la cadena trófica.
- Entre las actividades humanas que generan una carga excesiva de nutrientes, las de carácter difuso (escorrentías agrícolas y/o ganaderas) tienen una gran incidencia en el ámbito físico en comparación con la de las aguas residuales urbanas.
- Algunos de los embalses se dedican a aprovechamientos (regadío, hidroelectricidad) indiferentes al grado trófico, al menos cuando éste no alcanza niveles exageradamente elevados, es decir, si no es hipertrófico.

Con las mencionadas precisiones resulta evidente la necesidad de acotar los criterios que permitan designar razonablemente las zonas sensibles presentes en la cuenca. Además, la revisión periódica de la relación inicial, que se debe efectuar cada **cuatro años**, permite establecer un plan de aplicación progresiva que evite situaciones incompatibles con la realidad socio-económica del ámbito.

Consecuentemente, los criterios finales para obtener el catálogo de las zonas sensibles en la cuenca son los siguientes:

- Se ha partido de la relación de embalses utilizada en el diagnóstico y de las zonas húmedas inventariadas que se recoge en el **Anexo X** de este **PLAN**.
- Se han seleccionado aquéllos embalses y humedales que tienen un grado trófico superior a la **mesotrofia**, puesto que no existen en el ámbito geográfico sistemas de aguas superficiales que incumplan el criterio de contaminación por nitratos. El tercer criterio de la normativa se considera tratado ya en otras normativas que exigen cumplir los objetivos de calidad impuestos para un tramo determinado (Directivas

75/440/CEE, 76/160/CEE, 78/659/CEE y 80/778/CEE, incorporadas a la legislación española a través del REAL DECRETO 927/88 de 29.7.1988). No se consideran, por tanto, zonas calificables como sensibles dentro de los grupos b) y c) establecidos por la Directiva.

- La relación de embalses se ha restringido a aquellos entre cuyos usos ó aprovechamientos figuran el **abastecimiento** y el **baño**.
- Se han seleccionado aquellos que presentan una población vertiente mayor de 10 000 habitantes-equivalentes y en los que se demuestre que existe una relación causal entre aportes por vertidos urbanos y grado trófico.
- Finalmente, de entre los embalses y humedales seleccionados en el punto anterior se incluirían en el grupo de zonas sensibles únicamente los clasificados como **eutróficos**.

B) RESULTADOS

En la **Tabla 8** se sintetiza la información utilizada para establecer la relación de zonas sensibles en el ámbito territorial de la cuenca a partir de la metodología y criterios descritos en el punto anterior.

TABLA 8
DATOS PARA LA DETERMINACION DE ZONAS SENSIBLES

EMBALSE	GRADO TROFICO	VERTIDOS URBANOS DE POBLACIONES DE > 10.000 He	DESTINO	CONCLUSION
ZAHARA-EL GASTOR	Mesotrófico	NO	Riegos	No es zona sensible
BORNOS	Eutrófico	SI	Riegos	No es zona sensible
GUADALCACIN	Mesotrófico	NO	Abastecimiento	No es zona sensible
HURONES	Eutrófico	SI	Abastecimiento	Zona sensible

Como se puede observar en la tabla anterior, en la cuenca del Guadalete-Barbate solo se ha detectado **el embalse de los Hurones** como zona sensible.

3.2.2. Limitación de actividades y usos en los embalses destinados al abastecimiento

En aquellos embalses que se destinan al abastecimiento de poblaciones, es necesario que se regulen las actividades con potencial eutrofizante en la cuenca de drenaje. Se deduce la necesidad de delimitar un perímetro de protección que se extiende más allá de los límites de estas zonas, tema que se trata en el **Anexo X** del **PLAN**.

En estas masas de agua y en sus perímetros de protección se debe investigar la existencia de planes de ordenación de usos y, en su defecto, se deben proponer las directrices básicas a considerar en el momento en el que se elaboren éstos. En este sentido, las actividades que reciben una mayor atención son las que de forma directa o indirecta pueden incrementar la carga de nutrientes al sistema y/o su grado trófico.

Por consiguiente, el nivel de detalle que exige el tratamiento de estos aspectos obliga a elaborar un estudio específicamente diseñado para tal fin -que queda fuera del alcance de este PLAN pero que debería acometerse antes de la finalización del primer horizonte- en el que las actividades que deben ser objeto de especial atención sean las siguientes:

- Vertidos generados por almazaras
- Vertidos de otras industrias agroalimentarias no incluidas en las aglomeraciones urbanas
- Actividades que generen pérdidas de vegetación y de suelos
- Fertilizaciones agrarias
- Acceso directo de ganado a las aguas
- Urbanizaciones y viviendas cercanas a las aguas tributarias

La implantación de nuevas actividades dentro del perímetro de protección de los embalses destinados al abastecimiento en particular el embalse de los Hurones, exigirá la elaboración de un estudio detallado de su potencial eutrofizante y de la regulación de las condiciones bajo las que puede permitirse su instalación. En todo caso, esta regulación podría tomar idealmente la forma de un Plan de Ordenación de Usos en el mencionado ámbito.

3.2.3. Programas de actualización del conocimiento de las zonas sensibles

Aunque existen algunas actuaciones previstas en el P.H.N. que afectan al saneamiento y depuración de núcleos que vierten a los embalses destinados al abastecimiento, no se proporciona una definición precisa de las mismas que permita su revisión crítica. En todo caso, el Organismo de cuenca debe desarrollar la programación pertinente para conseguir dos objetivos sucesivos:

- . *Alcanzar el grado de conocimiento necesario de estos sistemas y de los vertidos de aguas residuales urbanas, así como de los ritmos de autodepuración en los tributarios.*
- . *Definir las actuaciones concretas en materia de depuración, actualizando los planteamientos realizados en este documento con los nuevos datos, y estudiar las competencias de las distintas Administraciones en materia de ejecución y financiación de las instalaciones previstas.*

Algunos de los aspectos más importantes que se han de considerar en los programas y estudios que se definan son los siguientes:

- . *Establecer el grado trófico y comportamiento limnológico de los sistemas afectados, así como sus pautas actuales de gestión.*
- . *Estimar las cargas totales que reciben mediante programas de muestreo adecuados, procurando desarrollar un modelo de carga-respuesta contrastado y validado para el ámbito de la cuenca.*
- . *Ejecutar un programa de mediciones adecuado para valorar la carga real emitida por los núcleos urbanos superiores a 2 000 h-eq situados dentro de los perímetros de protección de los embalses dedicados al abastecimiento.*
- . *Estimar las tasas de autodepuración de los tramos de río implicados y, de forma ideal, modelizar el comportamiento de los parámetros a controlar en función de las variables ambientales críticas.*

3.2.4. Programas de seguimiento

De lo expuesto anteriormente se deduce la necesidad de desarrollar un programa de seguimiento de la calidad de las aguas en los embalses destinados al abastecimiento, considerando sus particularidades limnológicas y de usos.

Los seguimientos deberán tener un carácter estacional e incluir un número de estaciones de muestreo coherente con el tamaño y morfología de la masa de agua. Asimismo, se definirá el número de puntos y la frecuencia de los muestreos necesarios para estimar los aportes más importantes de fósforo, así como cuantificar las emisiones de las estaciones de tratamiento y de otros vertidos menores que pudieran adquirir una mayor relevancia bajo las nuevas condiciones de saneamiento.

3.3. ZONAS VULNERABLES

3.3.1. Determinación y delimitación

A) METODOLOGIA

La delimitación de las zonas vulnerables se establece a partir de las aguas (superficiales o subterráneas) afectadas por contaminación nitrogenada, considerando "*... las superficies cuya escorrentía fluya hacia aquellas aguas y que contribuya a la contaminación...*" (art. 3). El término "contaminación" tiene un significado concreto en este contexto que se refiere a la introducción de compuestos nitrogenados (sustancias que contienen nitrógeno exceptuando su forma molecular gaseosa) de origen agrario en el medio acuático, directa o indirectamente, que puedan poner en peligro la salud humana y/o perjudicar el ecosistema acuático. En este término se incluyen:

- Las **aguas afectadas por contaminación** o que presentan riesgo de estarlo son aquellas con contenidos superiores a **50 mg/l de ión nitrato** para aguas de abastecimiento y, en el caso de masas de agua, las eutróficas o con riesgo de serlo.

- Como **zona vulnerable** se designa a aquélla que alimenta a una masa de agua, superficial o subterránea, afectada por contaminación, es decir, su cuenca de recarga. En el Anexo I de la citada Directiva se proporciona una serie de criterios para identificar

las aguas afectadas o que podrían llegar a estarlo. La designación se revisará al menos cada **cuatro años**, incorporando los nuevos conocimientos que se obtengan de los programas de control.

En primer lugar es preciso reconocer aquellas **zonas de aguas superficiales o subterráneas afectadas** o en peligro de estarlo por la contaminación de nitratos. En la cuenca no se han detectado masas de agua superficial con una concentración de nitratos sistemáticamente superior a 50 mg/l. Por lo tanto, la búsqueda se limita a las aguas subterráneas, independientemente del uso al que se destinen.

En lo que se refiere a las **masas de agua eutróficas** o potencialmente eutróficas es preciso hacer una distinción de índole práctica, identificando el elemento limitante de la producción primaria. Cuando se trata de aguas marinas, e incluso en estuarios, el nitrógeno desempeña este papel con mucha frecuencia. Sin embargo, en las aguas interiores el fósforo es generalmente el elemento limitante hacia el que tienden las medidas de control de la eutrofización. El nitrógeno puede serlo en periodos concretos del año, pero se requieren estudios detallados para establecer la oportunidad de la designación de la zona en cuestión como vulnerable.

No obstante, se considera oportuno introducir algún tipo de regulación en este sentido. Por lo tanto, se han añadido a la lista de zonas vulnerables aquéllas que aportan una carga de nitrógeno de origen agrario a una masa de agua eutrófica, en cantidad suficiente como para ser significativa respecto a la aportada por otras fuentes*.

Las consideraciones teóricas a las que se hace referencia en la letra B del Anexo II de la Directiva 91/676/CEE supeditan la designación de las zonas vulnerables al grado de conocimiento disponible sobre el comportamiento del nitrógeno en el medio. En

* A efectos prácticos, se consideran como significativos aquellos aportes que suponen entre el 20 y el 30% de la carga nitrogenada total.

España, se cuenta con la información recabada por el Servicio Geológico del MOPTMA y del IGME; siguiendo estas fuentes, los procesos conocidos de mayor incidencia son los siguientes:

- Reacciones de **oxidación-reducción** en la zona no saturada y en la saturada cuando el agua mantiene una cierta reserva de oxígeno. En condiciones de anaerobiosis se pueden producir pérdidas de nitrógeno hacia la atmósfera. Algunos de los procesos de tipo redox son de tipo bioquímico.
- Procesos de **adsorción y absorción** en el sustrato, que pueden resultar permanentes o, más frecuentemente, transitorios pero que, en todo caso, permiten la acción de los otros fenómenos a los que se alude.
- Procesos de **dilución**, comunes a cualquier tipo de contaminación.

En cualquier caso, el factor que en último extremo resulta determinante es el **tiempo de retención** del nitrógeno en el suelo, puesto que cuanto más grande es su magnitud mayor es la probabilidad de que operen los procesos antedichos.

Se considera, por tanto, que la vulnerabilidad de un acuífero (criterio utilizado como sinónimo de susceptibilidad a la contaminación) depende del tiempo de retención del nitrógeno en la capas de sustrato que se interponen entre la *zona afectada* y la *vulnerable*. A su vez, las características de la zona de recarga de un acuífero que determinan en mayor medida el mencionado tiempo de retención son las características litoestratigráficas: espesor, textura, naturaleza geoquímica de las formaciones presentes, contenido en materia orgánica y permeabilidad.

Teniendo presentes las consideraciones anteriores y conociendo el alcance que se ha de dar a un Plan Hidrológico de cuenca, se opta por discernir entre **suelos metamórficos y sedimentarios**, que predominan en los acuíferos **carbonatados** y **detríticos** del ámbito, respectivamente. De este modo, se dispone de una clasificación preliminar que resume los mencionados factores, en espera de disponer de una información más detallada de los mecanismos que controlan el comportamiento del nitrógeno en los suelos y en las aguas subterráneas.

B) RESULTADOS. DETERMINACION DE LAS ZONAS VULNERABLES

Como hasta este momento no se conocen con exactitud las variables que inciden en una zona para catalogarla como VULNERABLE, en el marco de este PLAN se propone la realización de un ESTUDIO PILOTO en una de las zonas más conflictivas de la cuenca en cuanto a la concentración de nitratos por actividad agrícola se refiere, como es la de PUERTO REAL-CONIL incluida en la **unidad hidrogeológica nº 59**. Las conclusiones que se obtengan del estudio se podrán extrapolar a otras zonas de la cuenca que ya se plantean analizar en el ámbito de los Programas y Estudios de este PLAN.

3.3.2. Programas a aplicar en las zonas vulnerables

En la zona piloto designada como potencialmente vulnerable se establecerán, en un plazo de cuatro años desde la elaboración de esta relación, una serie de **programas de acción** a aplicar en dicha zona antes que transcurran cuatro años. Estos programas deberán emanar de una valoración cuantitativa de las aportaciones de nitrógeno y de los tiempos de retención y su evolución estacional, función a su vez de las condiciones meteorológicas (temperatura y precipitaciones) y del sustrato. Estos programas, que tenderán a corregir las tendencias de contaminación por nitratos de las aguas subterráneas afectadas, deberán incluir medidas para disminuir o eliminar los problemas de contaminación que genera la aplicación inadecuada de fertilizantes y estiércol en las zonas vulnerables.

En el Anexo III de la Directiva se proporcionan una serie de consideraciones generales a incluir en los programas de acción relativas a los periodos en los que se debe prohibir la aplicación de determinados tipos de fertilizantes, a la capacidad de los tanques de almacenamiento de estiércol, a las limitaciones de la aplicación de fertilizantes como función de las características del terreno y a la cantidad de estiércol que se puede aplicar a la tierra por unidad de superficie. En todos estos aspectos será necesario incidir en el futuro próximo, elaborando los estudios necesarios para poder establecer acotaciones concretas en el ámbito de las zonas vulnerables.

Otro aspecto en el que es preciso profundizar es en la **delimitación** correcta de las **zonas de recarga**, que permitirá redefinir los ámbitos de aplicación de los programas

de acción. Como estrategia complementaria se ejecutarán **programas de control** como instrumento para evaluar la eficacia de los programas de acción. Este tipo de programas se diseñará según las características de cada zona y se centrará en la monitorización de la concentración de nitratos en un número de puntos coherente con la variabilidad espacial del mencionado parámetro.

En función de los resultados obtenidos mediante la aplicación de los programas previstos y de los nuevos conocimientos que surjan se revisará y, si fuere necesario, se modificará la lista de zonas vulnerables en un plazo no superior a cuatro años desde la designación inicial.

3.3.3. Código de buenas prácticas agrarias

La Directiva 91/776/CEE proporciona, en su Anexo II, una serie de cuestiones orientativas a contemplar en las limitaciones que se establezcan a las prácticas agrarias, englobadas en el denominado **código de buenas prácticas agrarias** o **código de conducta agrario**. Estos códigos deberán desarrollarse y fomentarse de forma inmediata.

El mencionado código se adoptará de forma voluntaria por los agricultores, por lo que su elaboración debe reforzarse con medidas de formación y divulgación eficaces. La complejidad que entraña esta cuestión aconseja su adopción paulatina pero, como mínimo, el mencionado código debe comprender la *definición de técnicas de fertilización controlada, con dosis ajustadas a las necesidades de cada cultivo y que tengan presentes las aportaciones de nutrientes del agua y del propio suelo*. Además, harán especial hincapié en los *métodos y frecuencia de riego, tendentes a implantar técnicas menos contaminantes y de menor consumo*.

Se considerará como un *código correcto* aquel que compagine una producción económicamente competitiva con la minimización de la contaminación de las aguas.

Aunque se reconoce la dificultad de alcanzar tal compromiso, se pueden identificar algunos grandes bloques temáticos que requieren un desarrollo científico-técnico a corto plazo:

- Mecanización, que incluye los conceptos de energía, agua, erosión, salinización, tratamiento de residuos, etc.
- Uso de productos fito y zoonosanitarios.
- Fertilización y enmienda de los suelos.
- Gestión ganadera intensiva y extensiva.

De estas cuestiones, son las dos últimas las que de forma explícita se encuentran en la Directiva 91/676/CEE y a ellas se deben dirigir los esfuerzos iniciales para elaborar el pertinente código de buenas prácticas agrarias.

3.4. CONCLUSIONES

El Anteproyecto de Ley del P.H.N. prescribe que los Planes de cuenca deben programar, por una parte, la determinación de zonas sensibles de acuerdo con los criterios y plazos establecidos por la Directiva 91/271/CEE y, por otra, la identificación de las aguas afectadas por la contaminación por nitratos utilizados en la agricultura y la determinación de zonas vulnerables atendido a los criterios que fija dicha directiva comunitaria. En las páginas anteriores de este apartado se ha dado cumplida respuesta a las prescripciones del Anteproyecto de Ley y, como resultado de los estudios realizados, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Se han considerado como ZONA SENSIBLE aquellos embalses, destinados al baño o al abastecimiento, y humedales que, siendo EUTROFICOS, sufren los aportes de una población de más de 10 000 habitantes-equivalentes y en los que se ha comprobado que existe una relación causal entre éstos aportes y su grado trófico.
- De todos los embalses y humedales estudiados, solo el embalse de los Hurones cumple con los criterios para su inclusión en esta categoría.
- Como ZONAS VULNERABLES no se han caracterizado ninguna, ya que no hay masas de agua que poseen, tanto un contenido superior a 50 mg/litro de ión nitrato para aguas de abastecimiento, como un grado EUTROFICO.

- En el ámbito de la cuenca la ZONA POTENCIALMENTE VULNERABLE detectada es un (1) acuífero.
- Las medidas correctoras se centran en terrenos agrícolas por lo que, dada la incertidumbre de su respuesta, se ha propuesto la realización de un **ESTUDIO PILOTO** centrado en la unidad hidrogeológica nº 59.

4. CAUDALES AMBIENTALES

4.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

La **Ley de Aguas** en el artículo 40 indica que los Planes Hidrológicos de cuenca deben incluir ... *la asignación y reserva de recursos... para la conservación o recuperación del medio natural*. A este respecto, el Anteproyecto de Ley del PHN en su artículo 20 "De volúmenes y caudales mínimos por razones de protección ambiental" señala que los Planes Hidrológicos de cuenca ... **fijarán los criterios para la determinación de las dotaciones necesarias para el mantenimiento, en condiciones normales, de caudales, volúmenes y descargas naturales mínimos en cauces, masas de agua y acuíferos por razones de protección ambiental**.

Asimismo, el artículo 45, "De la determinación del caudal mínimo por razones ambientales" del **Anteproyecto de Ley del PHN**, señala que para la fijación de los caudales ecológicos a que hace referencia el artículo anterior se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- 1º) Los Planes Hidrológicos de cuenca fijarán los caudales y volúmenes mínimos del recurso que deban circular por los diferentes cursos o tramos de río o que deban encontrarse en las masas de agua naturales o artificiales; asimismo fijarán los caudales mínimos de descarga de los acuíferos en los lugares o zonas de interés ambiental que recoja el propio Plan.
- 2º) **En aquellos supuestos en los que** previa la necesaria justificación **consideren los Planes Hidrológicos de cuenca que no es posible la fijación concreta o genérica de un caudal o volumen mínimo**, su determinación por periodos temporales adecuados corresponderá a la Administración hidráulica competente.
- 3º) En todo caso los Planes Hidrológicos y la Administración hidráulica competente, deberán tener en cuenta específicamente para dicha fijación la incidencia del volumen de agua resultante sobre el volumen y garantía de la demanda para abastecimiento de poblaciones y para el resto de los usos demandados.

Recogiendo estos mandatos y condicionantes, el **Proyecto de Directrices (PD) del PHGB** establece el principio de que parte del agua disponible en la cuenca debe destinarse a asegurar el mantenimiento de un caudal ecológico mínimo en los ríos y zonas húmedas que asegure la permanencia de la biota existente. Por tanto, el caudal ambiental se configura como la **segunda prioridad** del uso del agua, lo que conlleva a

que, por una parte, las obras de regulación y derivación deben garantizar un caudal remanente en el río y, por otra, que parte de este remanente no tendrá otra utilización y constituirá una demanda de agua.

En principio, el caudal ecológico mínimo se fijó provisionalmente como el mayor de los siguientes valores: el *35% del caudal medio diario que ocupe el lugar 19 en la serie clasificada en orden creciente de los caudales naturales medios diarios o en 50 l/s*, siempre que no sea superior al caudal natural y no perjudique, en ríos no regulados, los derechos preestablecidos en el momento de la aprobación de las Directrices.

Parece obvio que para la definición de un determinado caudal ambiental se debe tener en cuenta, en primer lugar, la situación actual en la cuenca, ya que las características ambientales de los ríos se han modificado de forma sustancial desde su estado estrictamente natural hasta este momento. La planificación hidrológica deberá tener en cuenta estos cambios y definir para cada tramo de río un uso distinto relacionado con el mantenimiento de una cierta cantidad y calidad del recurso que asegure la condiciones ambientales y ecológicas para el mismo.

Para la determinación del caudal ambiental, la red hidrológica se puede dividir, tal y como se muestra en el gráfico adjunto, en tres tipos de tramos diferentes, cada uno con unas características particulares en cuanto a los caudales mínimos que deben circular por los mismos: tramos de protección especial, regulados y regulables.

- Como se muestra en el gráfico, una acción prioritaria deberá ser el inventario de aquellos tramos que requieran una **protección especial** y para los que habrá que definir unas normas particulares de protección. A este respecto, en los tramos situados preferentemente en cabecera y que constituyen verdaderos **reservorios naturales** para la vida fluvial se debe mantener como un objetivo prioritario la circulación del caudal natural, prohibiendo cualquier actuación de regulación, así como promoviendo medidas de gestión y recuperación de zonas dañadas.
- Tanto para los **tramos regulados** -y que en la actualidad constituyen un porcentaje muy elevado de la red hidrológica en la cuenca-, como para los **regulables** se deberá definir un escenario objetivo, acorde con los usos actuales del tramo. La determinación del caudal ambiental se deberá realizar a partir de un completo diagnóstico de la

RED HIDROLOGICA

TRAMOS DE
PROTECCION ESPECIAL

NORMAS DE
PROTECCION

- Mantenimiento del caudal natural
- Prohibición de actuaciones de regulación
- Medidas de gestión
- Medidas de recuperación

TRAMOS
REGULADOS

TRAMOS
REGULABLES

DEFINICION DEL
ESCENARIO OBJETIVO

DIAGNOSTICO DE
LA SITUACION ACTUAL

DETERMINACION
DE CAUDALES
AMBIENTALES

ACEPTABLE

NO

SI

VALE

VALORACION
ECONOMICA

DEFINICION DE LAS
INFRAESTRUCTURAS
O
MEDIDAS DE GESTION

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION
DE CAUDALES MEDIOAMBIENTALES

situación actual y de un amplio conocimiento de la **realidad física** -estructura de los cauces, estado del lecho, de las márgenes-, **hidráulica** -calado, velocidad, etc- y **biológica** -fauna piscícola, vegetación de ribera, etc- de cada tramo fluvial.

En definitiva y tal y como señala la **Memoria** del Plan Hidrológico Nacional, el PLAN debe abordar este punto con los siguientes objetivos:

- a) *Delimitación de los diferentes tramos de los cauces de los ríos donde los escenarios medio-ambientales deseados sean diferentes entre sí.*
- b) *Determinación de los objetivos pretendidos en cada tramo y definición de los condicionantes de cantidad y calidad del agua que se precisa para satisfacer esta demanda.*
- c) *Definición de las actividades complementarias necesarias -a partir de la situación actual-, ya sea de incorporación infraestructural o de medidas de gestión.*
- d) *Estudio, mediante la simulación del comportamiento de cada sistema hidráulico, de las necesidades adicionales respecto a cantidad y calidad que precisará el sistema para satisfacer esta demanda, conjuntamente con las restantes identificadas para este tramo.*
- e) *Valoración económica de las actividades citadas.*

4.2. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO

En el marco del presente PLAN resulta evidente la imposibilidad de abordar y cumplir todos los objetivos que establece la Memoria del PHN ya que se desconocen, por el momento, algunos de los datos básicos -hidráulicos, morfológicos, biológicos, etc-, que se utilizan para realizar el diagnóstico de la situación actual en un número importante de tramos, que permita evaluar la cantidad del recurso necesario para el desarrollo y el mantenimiento de la vida fluvial y de las condiciones para satisfacer esta demanda.

Por este motivo, el enfoque que se le ha dado a este tema es:

- Definir las actuaciones que se deben realizar y la metodología que se debe seguir para determinar, con criterios rigurosamente científicos, los caudales mínimos medioambientales para cada tramo de río durante el primer periodo del **PLAN**.

4.3. CONCLUSIONES

- Se deberá realizar un estudio de los caudales ecológicos particularizado para los diferentes ríos regulados y regulables en la cuenca. Los PROGRAMAS DE ACCION se orientarán, de forma prioritaria, hacia la definición de los escenarios objetivos - en los tramos regulados y regulables - y la posterior definición de los caudales ambientales.
- Una segunda fase dentro de este PROGRAMA será la definición de las actuaciones infraestructurales y su valoración económica.

5. CORRECCION, CONTROL Y ORDENACION DE VERTIDOS

5.1. INTRODUCCION

El mantenimiento de la calidad del agua, como elemento generador de bienestar social general, es una de las cuestiones de mayor preocupación a nivel mundial. Así el período de 1980-90 fue declarado por Naciones Unidas como el **Decenio del Agua**, para significar la importancia del recurso, su escasez, vulnerabilidad y degradación, siendo enorme su influencia sobre las condiciones socioeconómicas y sanitarias de la población.

El interés por la calidad del agua como recurso queda explícitamente recogido en el primer artículo de la **Carta Europea del Agua**, proclamada por el Consejo de Europa en 1982: "*Sin agua no hay vida posible. Es un bien preciado, indispensable a toda actividad humana*". El agua es fuente de vida, pero también un recurso indispensable para el desarrollo de la mayoría de las actividades económicas, siendo irremplazable, irregular en el tiempo y el espacio, fácilmente vulnerable y no ampliable por mera voluntad del hombre.

Es más, como se reseña en el Preámbulo de la **Ley de Aguas**, se trata de un recurso que no solo debe presentarse en la cantidad necesaria, sino también en la calidad precisa, debiendo esta disponibilidad lograrse sin producir una degradación del medio ambiente en general, y del recurso en particular, permitiendo de esta forma que sea susceptible de ser utilizado sucesivamente.

La **Ley de Aguas** en el artículo 38.1 señala que dentro de los Planes Hidrológicos de Cuenca, deben de contemplarse obligatoriamente *...las características básicas de la calidad de las aguas y de la ordenación de los vertidos de aguas residuales...* En el mismo sentido, se destaca en su artículo 40.e, que entre los fines establecidos para la planificación hidrológica, se tendrá por objetivo general el incrementar *...las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad...*

Asimismo, el artículo 40 del **Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional**, establece que los Planes de Cuenca determinarán las *áreas de atención especial*, incluyéndose entre otras, las zonas con importantes problemas de contaminación.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, y tal y como se refleja en la **Ley de Aguas** en su artículo 89.a, queda expresamente prohibido con carácter general ... *efectuar vertidos directos o indirectos que contaminen las aguas...* La emisión indiscriminada de sustancias contaminantes no sólo actúa como factor desencadenante de la pérdida de diversidad ecológica en las redes hidrológicas, altera las cadenas tróficas y provoca una sustitución de especies, sino que incapacita los caudales fluviales para usos posteriores por usuarios aguas abajo, pudiendo provocar profundas modificaciones en los cauces, cuyos efectos pueden prolongarse, en determinados casos, durante largos períodos de tiempo.

En la **Memoria del Plan Hidrológico Nacional** se indica, por tanto, la necesidad de mejorar y recuperar la calidad de las aguas, estando sujetas dichas acciones a dos condicionantes básicos:

- Desde el punto de vista **cuantitativo** del recurso, para dotar a los **retornos** de una calidad aceptable para los usos aguas abajo. Dado que la capacidad de regulación de la cuenca se encuentra limitada por los condicionantes morfológico-estructurales, es necesaria cualquier actuación que permita aumentar los recursos propios.
- Desde una visión **cualitativa**, tanto por el bien intrínseco que supone una acción de esta envergadura, como por la necesidad del cumplimiento de la Directiva comunitaria 91/271/CEE, sobre el tratamiento y vertido de las aguas residuales, así como por otras Directivas y, en especial, las de control de sustancias de las listas I y II incluidas en la Directiva 76/464/CEE.

De acuerdo con el carácter imperativo de la Directiva Comunitaria 91/271, los plazos fijados en materia de depuración en la **Memoria del Plan Hidrológico Nacional** son los siguientes:

- a) Instalación de sistemas de colectores antes del año 2000 para aquellos núcleos de población de más de 15 000 habitantes-equivalentes. El tipo de tratamiento que se aplicará a los vertidos será de tipo secundario.*
- b) Extender el horizonte hasta el año 2005 si el núcleo urbano engloba una población comprendida entre 2 000 y 15 000 habitantes equivalentes. Para el segmento de*

población equivalente entre 10 000 y 15 000 habitantes, el tipo de tratamiento también será el secundario.

- c) En el caso de que los vertidos se produzcan sobre zonas sensibles, el plazo se acorta al 1998 y el umbral de carga contaminante se rebaja a 10 000 habitantes-equivalentes. El tipo de tratamiento será más riguroso que el secundario y deberá estar instalado antes de 1988.*

Estas consideraciones previas suponen, dadas las implicaciones del concepto de habitante-equivalente, que a principios del año 2006 todos los municipios con población superior a 800 habitantes deberán disponer de sistemas de colectores; y a inicios del 2001, todos los núcleos de más de 6 000 habitantes deberán usar colectores para sus aguas residuales.

El epígrafe 6.13 de las **Directrices para la Redacción del Plan** indica que *...Las actuaciones en relación con los criterios de calidad y de ordenación y control de vertidos, se llevarán a cabo en coordinación con los Organismos Competentes y de acuerdo con la legislación vigente.*

Es por tanto objetivo del presente capítulo, efectuar un diagnóstico del estado de depuración de la cuenca y proponer las actuaciones necesarias para que, mediante la corrección de vertidos, se garanticen los objetivos de calidad fijados en el **Plan**.

5.2. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA CUENCA

5.2.1. Antecedentes.

La actual situación en materia de saneamiento y depuración en la cuenca del Guadalete-Barbate no puede entenderse sin recurrir a los antecedentes dentro de los que se insertan las actuales políticas de recuperación de la cuenca.

La progresiva degradación que sufría el río Guadalete, hizo necesario el análisis global y coordinado de las diversas problemáticas existentes, a fin de orientar los esfuerzos hacia actuaciones que produjesen el mayor impacto positivo en el medio, optimizando el esfuerzo económico que ello supondría.

Así surge la Comisión de Seguimiento, de la que nace la encomienda a la Dirección General de Obras Hidráulicas (COPT) de la redacción de un **Programa Coordinado de Mejora y Recuperación del Cauce y Márgenes del río Guadalete**, en el que colaboraron la Confederación Hidrográfica, la Diputación Provincial, la Delegación de Gobernación, la Agencia de Medio Ambiente, así como asociaciones ecologistas y municipios afectados.

La consecución de los objetivos enmarcados en el Programa Coordinado, se vio reforzada con la aprobación por el Parlamento Andaluz de la Proposición No de Ley nº2/91 de 27 de Febrero de 1991, donde, entre otras, se insta al Consejo de Gobierno a la elaboración del **Plan de Mejora y Recuperación del Guadalete**.

Para el cumplimiento tanto de los objetivos del Programa Coordinado como del mandato de la Proposición No de Ley, la Dirección General de Obras Hidráulicas ha asumido, en colaboración con las Corporaciones Locales, un **Plan de Saneamiento y Depuración de los Vertidos Urbanos**, que se complementa con un **Plan de Corrección de vertidos industriales**, elaborado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

El citado Plan de Saneamiento y Depuración de Vertidos participa ampliamente de los Programas de Actuación del **Plan de Infraestructura de Abastecimiento y Saneamiento (P.I.A.S.)**, en concreto de los de **Resolución de Grandes Impactos Contaminantes** (en los casos de Jerez, El Puerto y Arcos) y **Mejora de la Salubridad y Calidad Ambiental**, donde se define el marco en el que se establecen los objetivos y bases de actuación para hacer frente a los problemas derivados de los déficits en infraestructuras de saneamiento y depuración en la cuenca.

5.2.2. Situación actual

Para conocer el grado real de depuración de aguas residuales de una zona determinada es necesario conocer, por una parte, la contaminación total que sufre y, por otra, la eficacia real de las instalaciones existentes en la misma; puesto que el mantenimiento de la calidad del agua en unos niveles adecuados según su uso, se convierte en uno de los principales objetivos de la actual política de planificación hidrológica.

La calidad de las aguas de la cuenca del Guadalete-Barbate está condicionada por:

- La concentración de la población en un grupo reducido de ciudades. Los núcleos de población grandes y medianos (con una población superior a veinte mil habitantes) concentran el 80% de la población total, constituyendo, hasta fechas recientes, importantes focos de contaminación.
- La existencia de un sector agroalimentario, de marcado carácter estacional y de localización dispersa.
- La presencia del sector industrial agrupado en los complejos industriales de las grandes aglomeraciones urbanas.
- La contaminación difusa, fundamentalmente de origen agrario, ganadero o pequeñas industrias.

Así, en la subcuenca del Guadalete, la contaminación de los tramos medios y bajos se manifiesta desde Arcos, donde la calidad del agua se ve influenciada por los vertidos e industriales de las diversas poblaciones. No obstante, desde la entrada en funcionamiento de las depuradoras en las principales poblaciones, ha mejorado la calidad del agua fluyente y es previsible, a medio plazo, un incremento substancial de la calidad.

Por otra parte, la subcuenca del Barbate, no se caracteriza por una acusada contaminación de tipo urbana, ya que soporta una densidad de población menor que el Guadalete, siendo la contaminación difusa la única que cobra cierta importancia, especialmente en los tramos medios.

De lo anteriormente expuesto, se deduce la desigual incidencia de los vertidos en la calidad de las aguas según los tramos receptores y su capacidad de autodepuración. En la **lámina VIII.2** se ha representado la distribución espacial de los tramos más afectados por contaminación. En las líneas que siguen, se efectúa un análisis de la situación atendiendo a la diferente tipología de los vertidos.

5.2.3. Los vertidos urbanos

Hasta la fecha, el principal agente contaminante en la cuenca del Guadalete-Barbate es el que se deriva de los vertidos urbanos. Estos, de menor carga contaminante que los

industriales, representan cuantitativamente un mayor volumen. Se estima que más del 75% de los efluentes pertenecen a los municipios de la cuenca.

El documento **Bases para la Política Hidráulica en Andalucía**, Junta de Andalucía, 1993, señalaba que las redes de saneamiento urbano evacuaban el 77% del total de los vertidos de la región, mientras que el 23% restante se repartía entre vertidos industriales y derivados de las instalaciones agropecuarias, ambos independientes de las redes urbanas.

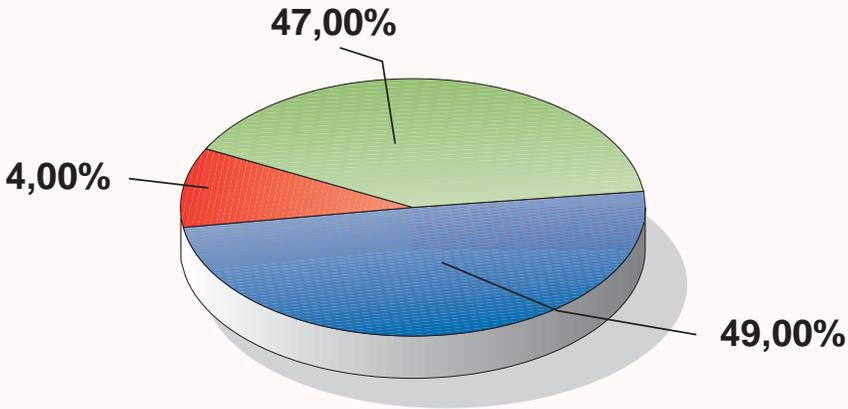
En el mismo documento se indicaba la problemática general de las redes de saneamiento urbano de la cuenca: antigüedad de las redes, insuficiente capacidad, excesivos puntos de vertido lo que dificulta los procesos de depuración y, la ausencia casi generalizada de la separación entre aguas pluviales y residuales. Se señalaba igualmente la inexistencia, en algunos casos, de redes en pequeños núcleos urbanos y su insuficiencia en otros de mayor importancia, ya que sólo la mitad de las ciudades de más de 50 000 habitantes poseen una red de alcantarillado que cubre más del 95% de las viviendas. En las grandes ciudades, se señalaban las deficiencias de las redes, hecho que se agudizaba por la magnitud de los vertidos.

Estas observaciones confirmaban la situación ya planteada por el **Informe 1991 del Medio Ambiente en Andalucía**, sobre la información aportada por entidades de población mayores de 1 000 habitantes, el cual constataba que, a nivel de saneamiento, eran factores de riesgo: el mal estado de las redes de baja, la infiltración de aguas residuales hacia las aguas de abastecimiento, el vertido a pozos negros y la ausencia de depuradoras en buen estado de explotación.

No obstante, esta descripción a nivel regional concretada a nivel de la cuenca, ofrece un panorama mucho más optimista. En el **gráfico** de la página siguiente se recoge el estado actual de depuración de la cuenca. En él se representa el porcentaje de población que dispone de cada tipo de tratamiento (los que todavía no poseen EDAR, los que disponen de tratamiento primario y los que tienen tratamiento secundario), así como su desglose según el número de habitantes de los municipios.

Como se puede observar en la situación global, la tasa actual de depuración completa en la cuenca es del 49%, que si bien no es aun aceptable, supera la media general del país, situada en el 42,7%. Sin embargo, un 49% (el 92% de la población aún no servida) se

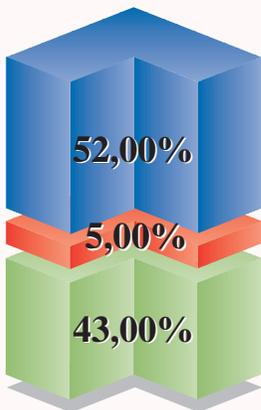
CUENCA DEL GUADALETE - BARBATE
Situación actual.



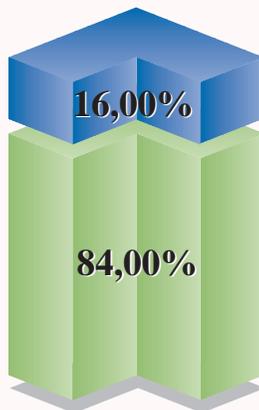
 Sin EDAR
  Proy. o Const.
  Tratamiento secundario
 Los porcentajes se refieren a la población total de la cuenca.

CUENCA DEL GUADALETE - BARBATE
Estado de la depuración.

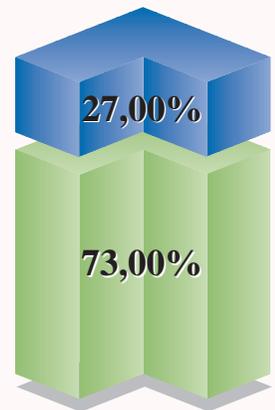
Municipios mayores de 10 000 habitantes
(40,00%)



Municipios entre 2 000 y 10 000 habitantes
(25,00%)



Municipios de menos de 2 000 habitantes
(35,00%)



 T. secundario
  Sin EDAR
  Proy. o Const.
 Habitantes

EDAR = Estación depuradora de aguas residuales.

Los porcentajes que se indican en el interior de las figuras se refieren a la población de cada grupo municipal.

encuentra en fase de resolver totalmente su ciclo integral de saneamiento del agua. Puede concluirse que las grandes aglomeraciones urbanas se encuentran en vías de resolver y gestionar su ciclo integral del agua. Este hecho se debe en gran medida a la puesta en funcionamiento del Plan de Saneamiento y Depuración de Residuos Urbanos de la cuenca del Guadalete, donde se engloban las actuaciones de mayor importancia dentro de la cuenca.

El panorama es cualitativamente más favorable en los pequeños núcleos (menores de 10.000 habitantes). Se estima que en la provincia de Cádiz (excluida la capital) donde se encaja principalmente la cuenca, el 95% de la población tiene una red de alcantarillado completa. En todos los municipios está en vía de ejecutarse o ya existe alguna actuación en materia de depuración.

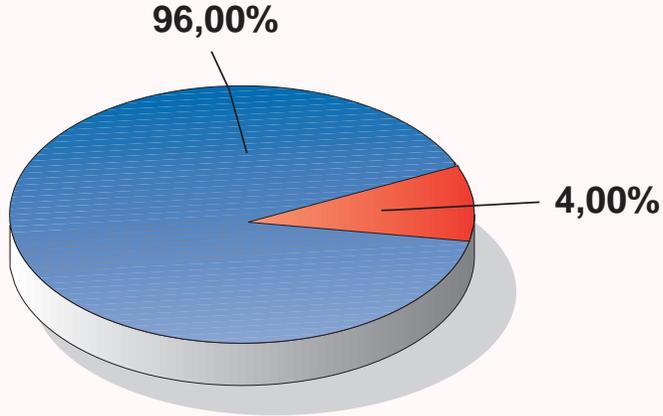
No obstante, algunos de los pequeños municipios necesitan incrementar el nivel de sus instalaciones, como es el caso de Ubrique, el que se deberá redimensionar sus instalaciones, como consecuencia de la definición del Embalse de los Hurones como zona sensible, según se recoge en el apartado de Zonas Sensibles de este Anexo. Así, en este municipio será necesario completar el sistema de depuración mediante tratamiento terciario, reutilización de aguas o bien, filtro verde.

El principal sistema de depuración en la cuenca respecto a la población servida, corresponde a los tratamientos secundarios mediante fangos activados, al ser el sistema de depuración mayoritariamente adoptado por las grandes aglomeraciones urbanas.

El importante esfuerzo realizado en los últimos años en la cuenca por la Junta de Andalucía, en materia de políticas de inversión y gestión, supondrá en un breve plazo -bienio 1995/96- un cambio radical de las condiciones de calidad de los efluentes en toda la cuenca.

En el siguiente gráfico, se detalla la situación al final del citado bienio donde, en términos globales, se producirá un rápido crecimiento de la población que dispondrá de tratamiento completo, siendo este especialmente significativo en el tramo de población asentada en municipios de menos de 10 000 habitantes, donde el 100% de la población podría disponer de tratamiento secundario. Igualmente, el tramo de población de más de 100 000 habitantes incrementará la población servida en más de cuarenta puntos porcentuales.

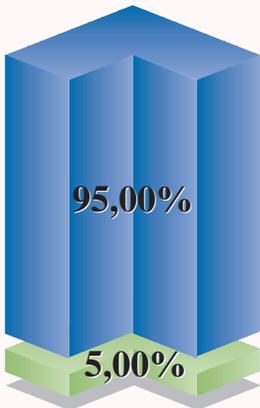
CUENCA DEL GUADALETE - BARBATE
Estado futuro finales 1996



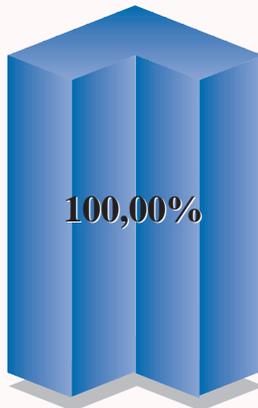
 Sin EDAR
  Proy. o Const.
  Tratamiento secundario
 Los porcentajes se refieren a la población total de la cuenca.

CUENCA DEL GUADALETE - BARBATE
Estado de la depuración.

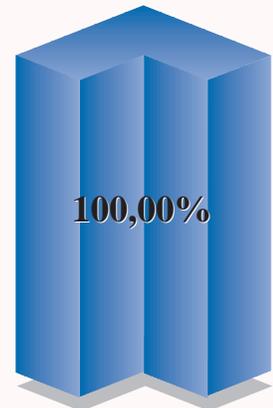
Municipios mayores de
10 000 habitantes
(40,00%)



Municipios entre 2 000
y 10 000 habitantes
(25,00%)



Municipios de menos
de 2 000 habitantes
(35,00%)



 T. secundario
  Sin EDAR
  Proy. o Const.
 Habitantes

EDAR = Estación depuradora de aguas residuales.

Los porcentajes que se indican en el interior de las figuras se refieren a la población de cada grupo municipal.

En el **Apéndice 3** se ha recopilado el estado actual de la depuración en los municipios de la cuenca, distribuidos por entidades de población mayores de 10 000 habitantes, entre 10 000 y 2 000 habitantes, y menores de 2 000 habitantes. La fuente documental utilizada ha sido el Inventario de Vertidos Urbanos y Sistemas de Depuración de 1974 -revisado en 1984- y, reelaborado en 1992 a raíz de la aparición de la Directiva Comunitaria 91/271/CEE por la Junta de Andalucía.

Una imagen global y representativa del estado de la cuenca puede obtenerse mediante la descripción del estado de depuración en que se encuentran las poblaciones de más de 20 000 habitantes.

- **Arcos de la Frontera.** Dispone de una depuradora de fangos con decantación secundaria, mediante la cual se depuran en su totalidad los residuos del municipio y pedanías adyacentes.
- **Barbate de Franco.** Dispone de una estación depuradora de fangos activados en estado de explotación, que cubre la totalidad de la población del municipio.
- **Cádiz.** La depuración de sus efluentes se realizará en el EDAR de San Fernando, que se encuentra actualmente en fase de licitación.
- **Chiclana de la Frontera.** Cuenta con dos instalaciones de depuración: una de fangos activados y otra con tratamiento terciario, sirviendo al 26% y 76% de la población respectivamente.
- **Jerez de la Frontera.** Dispone de una instalación de fangos activados con decantación secundaria, con una gran capacidad para tratar grandes volúmenes de aguas residuales. Se estima que la instalación cubre la demanda existente.
- **El Puerto de Santa María.** El saneamiento del municipio se realiza mediante una instalación de lechos bacterianos, actualmente en fase de pruebas iniciales. Se considera que la población servida alcanzará el 95% de la misma.
- **Puerto Real.** Dispone de una instalación de fangos activados, aunque su funcionamiento presenta algunas deficiencias. La totalidad de la población se encuentra servida.
- **Rota.** Dispone de una depuradora no convencional, que cubre a la totalidad de la población, aunque se prevé la construcción de un nuevo EDAR.
- **San Fernando.** Existe una depuradora de fangos activados fuera de servicio. Se encuentra en fase de licitación el EDAR que depurará conjuntamente al municipio y a Cádiz.
- **Sanlúcar de Barrameda.** Está iniciado el proceso de construcción de una estación de tratamiento por fangos activados. No obstante, los vertidos del municipio se realizan fuera de la cuenca, ya que emiten hacia el río Guadalquivir.

En cuanto a los sistemas de tratamiento, si bien las tecnologías convencionales son las principalmente adoptadas en la depuración de grandes poblaciones, hay que destacar el notable impulso que las denominadas "tecnologías blandas" o de bajo coste han recibido en los últimos años, prácticamente inexistentes durante la década de los ochenta.

En este sentido, la **planta experimental de Carrión de los Céspedes** puede cumplir un papel muy destacado en la implantación de sistemas de depuración *no convencionales*. Se prevé que gran parte de la inversión que realizará el Gobierno Autónomo para la recuperación de aguas residuales tenga como destino la adopción de este tipo de sistemas (filtros verdes, de turba, de arena, lagunas, digestores anaerobios de lecho fijo, canales con vegetación, etc.). Siguiendo esta misma línea de actuaciones, se ha instalado en Alcalá del Valle una planta piloto integrada dentro del Plan de Tecnologías de Bajo Coste desarrollada por la Consejería de Obras Públicas y Transporte, y recientemente se ha concluido una **planta experimental de Reutilización de Aguas Residuales** en Chiclana.

Por otro lado, la contaminación añadida producida por los vertidos procedentes de la población estacional o turística es claramente significativa en la cuenca, siendo merecedoras de especial atención. Las grandes ciudades soportan o pueden soportar una carga turística de cierta entidad, la cual ya debería haber sido contabilizada en los planes de saneamiento locales.

Es, no obstante, en las pequeñas poblaciones donde con mayor incidencia actúa el problema, ya que la población estacional supone el 11.3% de la población residente en dichos municipios y, en algunos casos, la población estacional llega a equiparar e incluso superar a la fija, como son los casos de los núcleos turísticos de Tavizna, El Bosque o Zahara.

5.2.4. Los vertidos industriales

Los vertidos industriales se caracterizan por su menor volumen pero alto grado de contaminación producido. Este se debe fundamentalmente a la preponderancia de industrias de la alimentación y, en particular mataderos, azucareras y sectores del aceite y sus derivados.

En el sector industrial, uno de los problemas más importantes en el pasado fue la falta de un censo completo de vertidos, si bien puede asegurarse que los actuales censos incluyen más del 90% de la carga contaminante y, desde luego, todas las industrias más importantes.

No obstante, según la Memoria del **Plan de Regularización de Vertidos Industriales**, actualizada a Diciembre de 93 por la Dirección General de Calidad de las Aguas (Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, MOPTMA), en la cuenca no existe ninguna industria con autorización de vertido definitiva.

A continuación se desglosan algunos de los aspectos más importantes de los sectores industriales predominantes en la cuenca.

VERTIDOS DE ALPECHIN

El vertido de alpechín era, hasta fechas recientes, uno de los episodios de contaminación más habituales y característicos de la cuenca derivado de la industria del aceite. La extensión del cultivo del olivar y la dispersión de las almazaras eran dos factores que agravaban el importante impacto de las mismas.

Los sistemas clásico y continuo de molturación de la aceituna producen como residuo el alpechín, contaminante histórico de la cuenca, cuyo vertido total equivalía como media a la contaminación producida por 6,3 millones de habitantes.

En el transcurso de los últimos años, la Administración Estatal y la Autonómica han emprendido una decidida lucha contra la contaminación por alpechín. Durante la sequía de 1983 el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) y la Dirección General de Medio Ambiente (DGMA) otorgaron subvenciones para financiar el 100% de la construcción de balsas que retuvieran y evaporasen el efluente contaminante. Pero el aumento de este, debido al paso de prensas a sistemas continuos, provocó reboses indeseables.

Para enfrentarse a estos problemas se experimentó con diversos procedimientos, fruto de investigaciones públicas y privadas, muchas de ellas llevadas a cabo por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir apoyada por el Programa MEDSPA de la CEE. Durante 1992 se desarrolló una nueva tecnología que ha permitido introducir una solución novedosa: la producción de aceite de oliva sin la formación de alpechín como residuo en el proceso de transformación. Es decir, se ha desarrollado la eliminación del proceso de formación de alpechín, mientras otras metodologías se centraban en su depuración o en su eliminación.

La innovación del proceso consiste, a grandes rasgos, en la modificación de la centrífuga horizontal con la que se obtenían tres fases de producción: aceite, orujo y alpechín. Con la actual modificación sólo se obtienen las dos primeras fases. Además, el nuevo proceso supone un ahorro de energía adicional sobre el sistema tradicional. El único problema detectado es el aumento de la humedad final del orujo, lo que dificulta su manejo y sobre todo su secado en las extractoras de aceite de orujo. En cualquier caso este problema parece de más fácil solución técnica que el tratamiento de los alpechines.

Según estudios llevados a cabo por el Instituto de la Grasa, el nuevo sistema de obtención de aceite reduciría en un 90% aproximadamente el impacto contaminante de los residuos vertidos.

Este importante esfuerzo de investigación se complementa con una red de vigilancia y control tanto del vertido de alpechín, como de los residuos del aderezo de la aceituna, que se llevan a cabo durante la campaña anual por parte de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

INDUSTRIA AZUCARERA

El sector azucarero es uno de los más fuertes de la cuenca, con una producción que puede llegar a representar el 40% de la producción máxima regional. La producción se concentra en las poblaciones de Jerez y Arcos.

La incidencia contaminante de esta actividad industrial se produce básicamente en los tramos finales del Guadalete, lo que contribuye a la pérdida de calidad del río en dicho tramo. Se estima que el sector azucarero contribuye con un 10% de la carga orgánica del Bajo Guadalete.

INDUSTRIAS ALCOHOLERAS

La industria alcoholera, principalmente vinícola, de la cuenca se sitúa principalmente en Sanlúcar de Barrameda y el Puerto de Santa María, a las que se debemos añadir numerosas, aunque pequeñas, instalaciones alcoholeras dispersas por la costa y bajo Guadalete.

Los residuos de estas factorías suponen un alto riesgo de contaminación, debido al vertido de alcoholes a los cauces donde son rápidamente fermentados. Asimismo son importantes los vertidos de los restos de la uva o la limpieza de las cubas.

La aportación de carga orgánica debida al sector alcoholero se estima en un 5%; no obstante el elevado número de bodegas dispersas (más de 500) por la cuenca, significan una contaminación cercana a la mitad en el Guadalete y un 25% en el Barbate.

En la actualidad, este tipo de residuos está siendo depurado mediante la utilización de balsas de evaporación, siendo recomendable la eliminación de los lodos y la roturación del fondo y añadido de tierra para evitar los malos olores.

CARNICAS

En el sector de las industrias cárnicas son de particular efecto contaminante los mataderos. La existencia de numerosas instalaciones y, en su mayor parte, la falta de medidas de correctoras de los efluentes son dos factores que agravan su saneamiento de sus vertidos. Estos se caracterizan por su capacidad para producir condiciones anóxicas en el medio, así como por su altísima DBO. Se estima que solo el 10% de los efluentes son tratados.

En el tratamiento de vertidos existe una clara diferencia entre las distintas instalaciones del sector. Así, los mataderos municipales carecen de sistemas de depuración. Mientras el 22% de los mataderos industriales lleva a cabo algún tipo de tratamiento, el 85% de los mataderos frigoríficos realiza depuración, recuperación o bien aplica medidas correctoras en los efluentes.

Existen plantas especializadas en el tratamiento de dichos residuos ubicadas en Jabugo y Cumbres Mayores. El tratamiento más fiable consiste en una depuración convencional que, de ser necesario, se completa con un sistema biológico.

Otros grupos industriales, no se encuentran tan ampliamente representados en la cuenca siendo su importancia más escasa o menos contaminante, o bien se desconoce el alcance real de su nivel de impacto contaminante, tales como salazones, astilleros, minería, curtidos o siderurgia, presentando además sistemas más específicos de depuración.

5.2.5. Contaminación difusa

La contaminación difusa está generada por las actividades agrícolas y ganaderas. Es la forma de contaminación más difícil de combatir y de corregir debido a la dispersión de los focos de contaminación y a la dificultad de cuantificar y ponderar la importancia de la misma en una zona determinada.

La importante contaminación causada por los vertidos agrícolas deberá combatirse mediante un **programa de investigación y formación** que, por una parte, mentalice al agricultor para el uso menos masivo de fertilizantes y, por otra, acometa ensayos piloto de reducción de

nutrientes en efluentes de riego de grandes zonas de iniciativa pública. Este tipo de acciones contribuirá a reducir la eutrofización de los embalses y la contaminación de los acuíferos.

Las actuaciones en este campo deben centrarse en la articulación de Programas a tres niveles:

- Desarrollo normativo con la transposición de la Directiva de nitratos.
- Programas de control y Vigilancia de la Calidad de las Aguas a través de redes específicas de control analítico de acuíferos y zonas vulnerables.
- Establecimiento de códigos de buena práctica agrícola que desincentiven los excesos en el uso de fertilizantes en el sector agrario.

5.3. CONTROL Y CORRECCION DE VERTIDOS

5.3.1. Actuaciones prioritarias

La distorsión que se produce entre los objetivos de calidad por tramos de río fijados en el **PLAN** y la situación real de los niveles de calidad en los cauces de la cuenca, hace necesaria la ejecución de un catálogo de medidas correctoras de depuración encaminadas a su armonización. De acuerdo con la normativa comunitaria se consideran a medio plazo las actuaciones para adecuar la calidad de las aguas a los usos actualmente existentes.

Como datos de partida para definir la propuesta de actuaciones figuran: a) los vertidos existentes y previsibles traducidos a carga contaminante por tramos; b) la capacidad de autodepuración de las aguas, y c) los objetivos de calidad fijados.

Las líneas maestras que se proponen para la corrección de vertidos son las que se expresan a continuación.

- Implantación de la red de Control y Vigilancia que, mediante el **SAICA** (Sistema Automático de Información de la Calidad de las Aguas) y con carácter preventivo, protege los distintos usos del agua a través de una red de Estaciones Automáticas de Alerta funcionando en continuo para la detección de los vertidos que en cualquier momento y situación vulneren la normativa vigente.

- Deberán preverse las **actuaciones de protección de calidad de las aguas** más importantes y prioritarias, así como la dotación de laboratorios, equipos de análisis y control de calidad, a los efectos previstos en el artículo 289.3 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico del 2 de Agosto de 1986, relativo al destino del canon de vertido.
- Desarrollo del **Plan de Regularización de Vertidos Industriales**, en el contexto de Convenios Marco a establecer entre la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda y los distintos sectores industriales con el objetivo de establecer **Planes Sectoriales** con plazos y programas concretos para que por una parte se regularice la situación de los vertidos actualmente no autorizados y que por otra se universalice el cobro del canon de vertido.
- Desarrollo en coordinación con la Junta de Andalucía, del **Plan de Depuración** para la corrección prioritaria de los vertidos urbanos según la programación que en cada caso se establezca, en función de los convenios firmados entre la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y la Junta de Andalucía.
- La Junta de Andalucía está llevando a cabo en el ámbito de sus competencias una política orientada a la mejora de las infraestructuras, colectores y depuradoras, en el conjunto de Andalucía y, en particular, en la cuenca del Guadalete-Barbate. Estos esfuerzos se han traducido en el "**Plan Director de Infraestructuras de Andalucía (PDIA)**," elaborado en Marzo de 1994, mediante el cual, se pretende controlar el ciclo integral del agua.

Dentro del PDIA se aborda un programa específico en **grandes aglomeraciones urbanas**, debido a que estas cada vez tienen un papel más decisivo en la organización del sistema hidráulico de la cuenca. Este apartado se hace imprescindible si se quieren alcanzar los niveles imperativos marcados por la Directiva 91/271/CEE en materia de depuración.

5.3.2. Ordenación de vertidos

El logro de los objetivos de calidad en los diferentes tramos de río, su control espacial y temporal y el mantenimiento permanente de los mismos es una labor que sólo se podrá llevar a cabo mediante una adecuada **ordenación de los vertidos** potencialmente contaminantes. La ordenación racional de los vertidos requiere una **gestión integral** de los

mismos y la coordinación y colaboración de todos los Organismos implicados en la materia, es decir, de los diferentes AGENTES del PLAN. La colaboración de las Administraciones Públicas con los agentes sociales y los usuarios es fundamental para crear instrumentos de apoyo al desarrollo socioeconómico y a la mejora del medio ambiente.

La ordenación futura de vertidos implica la necesidad de cobertura normativa para la simplificación de procedimientos en relación con las autorizaciones de vertido, la unificación de la gestión, informatizando los sistemas internos de la Confederación Hidrográfica y la eficacia y simplificación en el procedimiento sancionador. Todos los procedimientos de control, autorización y seguimiento de los vertidos se adaptarán a la nueva normativa que a tal efecto dé cobertura legal al Plan de Regularización de vertidos y que defina dicho mecanismo.

SISTEMAS SUPRALOCALES DE GESTION

Aunque en sus aspectos más básicos y para el conjunto de la cuenca, el abastecimiento de agua puede considerarse resuelto, aún subsisten problemas de calidad y cantidad. Las mayores garantías para un acceso con mayores facilidades y una gestión eficaz del recurso se encuentra en la configuración de nuevos sistemas de gestión.

Hasta fechas recientes, el problema más acuciante de la actual política de planificación hidráulica fue la debilidad de la gestión de las pequeñas y medianas poblaciones. La economía de estos municipios carecía con frecuencia de los medios necesarios para abordar de forma atomizada la gestión autónoma del ciclo integral del agua. Muy frecuentemente, la instalación de sistemas de depuración se realiza sin la participación de personal especializado ni otro tipo de garantías, con lo cual simplemente el mantenimiento de las instalaciones es suficientemente gravoso para las economías de dichos municipios.

La resolución de los problemas de gestión ha venido condicionada por la extensión y generalización del modelo impulsado desde la Administración Autónoma, cuyas líneas básicas pasan por la constitución de entidades **supramunicipales de abastecimiento y saneamiento**, que gestionen el ciclo integral del agua: captación, distribución, conducción, bombeo, regulación y tratamiento y garanticen, a su vez, el adecuado equilibrio económico-financiero.

La creación de **consorcios y mancomunidades** permite una reducción de la inversión necesaria en términos relativos al volumen de agua que es necesario tratar o suministrar a medida que aumenta la población servida. La materialización de estos entes supramunicipales resuelve el problema del traslado a los usuarios del coste real del precio de la depuración. La gestión más próxima al usuario puede hacer comprender al mismo que el agua como recurso es un bien escaso y que, por tanto, los gastos generados por su mantenimiento y disponibilidad deben ser costeados por los mismos.

En la actualidad, existen dos grandes entidades municipales en la cuenca. En el Guadalete medio y alto se ha constituido la Mancomunidad de la Sierra de Cádiz (108 920 habitantes de población equivalente), mientras que en la cuenca del Barbate se encuentra la Mancomunidad de la Janda (74 346 habitantes de población equivalente).

La zona gaditana litoral engloba sus actuaciones en materia de abastecimiento dentro del marco del Consorcio de la Zona Gaditana Norte, englobando una población equivalente aproximada de 496.907 habitantes, si bien la gestión de saneamiento y depuración del se realiza directamente a través de las empresas municipales de abastecimiento.

En la **Tabla 9**, se sintetiza la agrupación de dichos municipios de la cuenca, que se han organizado para gestionar la explotación conjunta del sistema de saneamiento. Los datos que se aportan se refieren a la denominación de la actuación, sistema de explotación en el que está adscrito, municipios afectados y finalidad que se pretende con dichas actuaciones prioritarias.

Para la organización de los municipios que actualmente se abastecen de forma atomizada a través de soluciones locales, se contemplan diversas alternativas entre las que destaca su agrupación en comarcas naturales. Mientras que en aquellos municipios donde no sea posible su integración en sistemas mancomunados se prevé abordar soluciones de ámbito local así como mejorar las infraestructuras deterioradas, como medio de incrementar su calidad de vida.

TABLA 9. ORGANIZACION PARA LA CORRECCION DE VERTIDOS

ACTUACION		SISTEMA DE EXPLOTACION	MUNICIPIOS AFECTADOS	FINALIDAD
Nº	SANEAMIENTO Y DEPURACION			
1	Mancomunidad Sierra de Cádiz	Guadalete	Espera, Fátima, Coto deBornos, Villamartín, Puerto Serrano, La Muela, Algodonales, Olvera, Torre Alháquime, Setenil, Bornos, Prado del Rey, El Bosque, Tavizna, Benaocaz, Algar, Jédula y Bornos.	•Construcción de instalaciones depuradoras de bajo coste.
2	Zona Gaditana Norte	Guadalete	Chipiona, Rota, San Fernando, Conil de la Frontera y Cádiz.	•Saneamiento y depuración del área litoral gaditano, mediante la concentración de vertidos y construcción de depuradoras.
3	Mancomunidad de la Janda	Barbate	Medina Sidonia, Paterna de Rivera, Alcalá de los Gazules, Jimena de la Frontera, Vejer de la Frontera, Barbate y Tarifa	•Mejora de la calidad de las aguas de la cuenca del Barbate, mediante la construcción de depuradoras y la concentración de vertidos.

Las líneas básicas de actuación promovidas desde la Administración Autonómica son las siguientes:

- Consolidación de las estructuras supramunicipales ya existentes, especialmente las que afectan a los principales núcleos y aglomeraciones urbanas, promoviendo la mejora de su funcionamiento.
- Extensión de la gestión supramunicipal a aquéllos municipios con posibilidades de suministro unitario, al menos potencial, del recurso.
- Promoción de las agrupaciones de municipios para la gestión de servicios de abastecimiento y saneamiento.
- Asesoría sobre el abanico de posibilidades técnicas para favorecer y facilitar la elección de los sistemas más eficaces y rentables para cada tipo de agrupación.

5.4. CONCLUSIONES

En las páginas anteriores se han analizado las causas que originan la contaminación en la cuenca del Guadalete-Barbate y los efectos que produce en el medio físico. Para limitar los efectos contaminantes y dar cumplida respuesta a las prescripciones emanadas desde la Directiva 91/271/CEE se han propuesto una serie de medidas correctoras y se ha valorado su incidencia económica. Del estudio realizado se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La contaminación por vertidos urbanos está motivada por el mal estado de las redes de alcantarillado, la infiltración de las aguas residuales hacia las aguas de abastecimiento, la relativa escasez de estaciones depuradoras.
- Los vertidos industriales proporcionan un alto grado de contaminación originado, básicamente, por la dispersión territorial de las industrias contaminantes: aceite y derivados, azucareras, alcoholeras y mataderos.
- La contaminación difusa está generada por las actividades agrícolas y ganaderas y es difícil de combatir, debido a la dispersión de los focos contaminantes y al

desconocimiento de su afloramiento en una zona determinada: acuíferos y embalses.

- Las medidas correctoras que se proponen en el marco del PLAN para limitar los efectos contaminantes tienen una doble vertiente: Corrección y Ordenación de vertidos.
- Para la CORRECCION DE VERTIDOS se han propuesto actuaciones en los municipios donde la infraestructura de saneamiento y depuración es deficitaria y no se ajusta a las prescripciones de la normativa comunitaria.
- Para la ORDENACION DE VERTIDOS se propone la consolidación y potenciación de **consorcios y mancomunidades** compuestos por diversos municipios, agregados por su proximidad espacial, para que mantengan, gestionen y financien los sistemas de abastecimiento y depuración de una forma compartida.

6. REUTILIZACION DIRECTA DE AGUAS RESIDUALES

6.1. ANTECEDENTES

El Reglamento del Dominio Público Hidráulico en su artículo 272.2 define la reutilización directa de aguas residuales como "*las que habiendo sido ya utilizadas por quien las derivó, y antes de su devolución a cauce público, fueran aplicadas a otros diferentes usos sucesivos*".

Por su parte, el artículo 43 "De la reutilización de las aguas residuales una vez depuradas" del Anteproyecto de Ley del PHN prescribe en su punto primero que:

*Los Planes Hidrológicos de cuenca definirán las **zonas de interés para la posible reutilización** de las aguas residuales una vez depuradas, considerando su **uso para riego de parques y jardines y zonas deportivas, refrigeración y otros usos industriales, recarga de acuíferos y riego de determinados cultivos**.*

Por otro lado, el punto 2 del citado artículo indica que:

***El Gobierno**, al fijar las condiciones básicas para la reutilización directa de estas aguas, conforme a lo indicado en el artículo 101 de la Ley 29/1985, de 2 de Agosto, de Aguas, **regulará las condiciones generales de asignación de estos recursos**.*

En el marco legal del articulado que se acaba de exponer se encuadra la elaboración de este estudio monográfico que, sobre la reutilización directa de aguas residuales en la cuenca del Guadalete-Barbate, se desarrolla a continuación. En el apartado siguiente se realiza una breve síntesis de los aspectos generales relacionados con este tema para, en el último, describir el estado actual en la cuenca, enunciar las posibilidades concretas de reutilización en la misma, y proponer una serie de actuaciones en el ámbito geográfico de las Cuenca.

6.2. LA REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES. BREVE SINOPSIS DE LA SITUACION ACTUAL

6.2.1. Introducción. Concepto y campo de actuación

La reutilización directa de aguas residuales a gran escala tiene un origen reciente y supone el aprovechamiento directo de efluentes, con un tratamiento previo más o menos intenso, mediante su transporte hasta el punto de aprovechamiento por un conducto específico y no a través de un cauce natural de agua.

El aprovechamiento de aguas residuales una vez depuradas es aconsejable en las circunstancias siguientes:

- a) Cuando el coste de depuración, hasta el nivel de calidad exigible por el río al que se vierte, sea muy superior al gasto originado por la ejecución de las infraestructuras y el coste de mantenimiento de las mismas.
- b) En épocas de sequía o cuando exista poca garantía de suministro de agua para determinadas actividades que no requieran una calidad muy elevada (ciertos regadíos agrícolas, jardinería y zonas deportivas, refrigeración industrial, etc.)
- c) Cuando lo aconsejen las características del sistema acuático receptor. Así, en embalses que reciben directamente vertidos. Aún en el caso de que éstos se depuraran con un tratamiento secundario, el nivel de fósforo de los efluentes apenas se modificaría. La derivación de estas aguas para su reutilización, se traduciría en un descenso del grado de eutrofia del embalse.

6.2.2. Marco conceptual

Para implantar un sistema de reutilización directa es necesario definir los niveles de calidad adecuados para cada uno de los posibles usos del agua y establecer los procesos de tratamiento y de los límites de calidad del efluente recomendados para cada uno de los usos previstos.

Estos dos aspectos técnicos constituyen, normalmente, la faceta mas discutida de todo programa de reutilización. Prueba de ello es la diversidad y heterogeneidad de normas de calidad establecidas por diversos países y organizaciones internacionales sobre la utilización de agua residual. Entre estas normas destacan las de la Agencia del Medio Ambiente de los EEUU (USEPA, 1992), las de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1989); y la de la Dirección General de Calidad de las Aguas, que data de 1993.

El aprovechamiento de agua reutilizada requiere una **conducción de transporte** desde la planta de depuración hasta el lugar de consumo, un **recinto** donde almacenarla y/o **regularla** para adecuar los caudales a la demanda, y unas **normas de utilización** del agua que permitan minimizar los riesgos, directos o indirectos, tanto para el medio ambiente como para las personas.

Aunque la reutilización de aguas residuales sólo puede completar la satisfacción de una parte pequeña de la demanda de agua, especialmente en épocas de sequía, hay que tener en cuenta que su uso continuado permite obtener unos **BENEFICIOS ADICIONALES** tales como:

- Mejorar la disponibilidad de agua para su aprovechamiento a lo largo del año. Este hecho puede ser importante en zonas del interior, con grandes pérdidas por evapotranspiración, o en las zonas costeras donde los efluentes se pierden en el mar.
- Disminuir los costes de tratamiento y de vertido de agua residual. La reutilización del agua residual ofrece ventajas económicas cuando las exigencias de calidad de la alternativa de reutilización son menos restrictivas que las definidas por los objetivos de calidad del medio receptor al que normalmente se vierten.
- Reducir el aporte de contaminantes a los cursos naturales de agua, en particular cuando la reutilización se efectúa mediante riego agrícola, de jardinería o forestal. Esta reutilización provoca que la materia orgánica difícil de degradar se mineralice en su proceso de infiltración en el terreno y que sus componentes sirvan de alimento a las plantas que se desarrollan sobre el mismo.

- Limitar e, incluso, suprimir las instalaciones de potabilización de aguas abajo, con la consiguiente reducción tanto de los efectos desfavorables sobre los cursos naturales, como del coste de abastecimiento de agua.
- Aprovechar los elementos nutritivos contenidos en el agua, especialmente cuando se utiliza para riego agrícola y jardinería, y
- Aunque el uso de aguas residuales depende del suministro de agua regulada, permite una mayor fiabilidad y regularidad de caudal de agua disponible para los usos a los que se destina.

Por el contrario, los **INCONVENIENTES** de su utilización se derivan de los siguientes aspectos:

- La reutilización requiere que, previamente, la demanda -parcial o total- de agua regulada haya sido satisfecha. Lo habitual es contemplar la reutilización de aguas procedentes del consumo urbano que son las que se concentran en plantas de tratamiento y las que, las características biológicas de su carga contaminante, permiten una depuración más sencilla.
- Puesto que, normalmente, los puntos de consumo están situados a cotas superiores a las de las plantas de tratamiento, se hace necesaria la instalación de centrales elevadoras y la ejecución de una conducción independiente y de uso exclusivo para este tipo de agua. Estos dos factores encarecen los costes unitarios y hacen disuasorio su uso habitual cuando el ratio coste/beneficio no esté muy decantado hacia el denominador.

Para la implantación de un sistema de reutilización directa de aguas depuradas es necesario el establecimiento de unas **NORMAS DE CALIDAD** para cada uso potencial. Las normas de reutilización dependen del riesgo para la salud de los posibles usuarios, bien del agua, bien de las zonas en las que se utiliza. Cuanto mas expuestos estén aquéllos al contacto con el agua reutilizada, mayor es la exigencia de calidad. Así, el agua destinada a riego por aspersión en jardines públicos exige un tratamiento terciario con, por lo menos, filtración y desinfección del agua, mientras que si es para riego agrícola

por emisores enterrados o de cultivos de plantas industriales (algodón) basta con un tratamiento secundario o, incluso, primario.

Las **NORMAS** de utilización directa del agua residual deben incluir los siguientes aspectos:

- Una señalización correcta y de fácil interpretación por los usuarios del origen del agua mediante los siguientes elementos: a) carteles bien visibles en los que se indique el tipo de agua utilizada y, b) adopción normalizada del color morado en las conducciones y dispositivos de agua reutilizada.
- Instalación de dispositivos anti-retorno.
- Las inspecciones de las conexiones a la red de agua depurada.
- La exigencia de determinados horarios de riego y tipos de aspersores.
- La prohibición de instalación de grifos exteriores.
- La utilización de tamaños de conducción y de bocas de conexión de mangueras diferentes a los utilizados en aguas de abastecimiento público.

La circunstancia de que la reutilización del agua depurada puede conllevar en muchos casos el contacto directo con personas, animales o plantas que se pueden ver afectadas en su salud o desarrollo, motiva que la **fiabilidad de los procesos de tratamiento** sea un elemento esencial de la concepción, explotación y mantenimiento del sistema de reutilización.

Entre las exigencias relativas a la fiabilidad de los procesos de regeneración cabe destacar la instalación de controles continuos de determinados parámetros, la instalación de alarmas y automatismos, la disponibilidad de piezas de recambio, la duplicidad de equipos y procesos, la existencia de equipos de entrada en funcionamiento automático en caso de avería, la presencia de volúmenes de reservas de reactivos (especialmente desinfectante) y la instalación de equipos autogeneradores o la duplicidad de suministros de energía eléctrica. A veces las normas de regeneración suelen exigir la instalación de lagunas de almacenamiento, donde desviar el efluente inadecuadamente tratado, o de un sistema alternativo de vertido.

La reutilización directa del agua residual depurada se viene empleando en múltiples usos, entre los que cabe destacar:

- Reutilización urbana en jardinería, incendios, lavado de calles y automóviles.
- Industrial (refrigeración).
- Agrícola y forestal.
- Ornamental y recreativa.
- Mejora y preservación del medio natural (lucha contra la eutrofización; regeneración y/o creación de humedales; etc.)
- Recarga de acuíferos, sobre todo en los costeros con problemas de intrusión marina.

6.2.3. Criterios y normas de calidad para agua reutilizada

Dos son los criterios principales de calidad mas seguidos por aquellos países que se plantean la reutilización del agua residual.

- Las Directrices de Calidad propuestas por la OMS (1989) que se adjuntan en la tabla siguiente y que se refieren a las aguas residuales utilizadas en la agricultura. La OMS establece tres categorías diferentes para cada una de las cuales recomienda las condiciones del aprovechamiento y el tratamiento necesario y limita el contenido de nematodos intestinales y el de coliformes fecales.

DIRECTRICES RECOMENDADAS SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS RESIDUALES UTILIZADAS EN AGRICULTURA (OMS, 1989)

Categoría: A

- Condiciones del aprovechamiento (a):	Riego de cultivos que se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos (d)
- Grupo expuesto:	Trabajadores y consumidores públicos
- Nematodos intestinales, huevos/litro (b):	< 1
- Coliformes fecales UFC/100 ml (c):	< 1 000
- Tratamiento necesario:	Serie de lagunas de estabilización que permitan lograr la calidad microbiológica indicada o un tratamiento equivalente

Categoría: B

- Condiciones del aprovechamiento:	Riego de cultivos de cereales, industriales y forrajeros, praderas y árboles (e)
- Grupo expuesto:	Trabajadores
- Nematodos intestinales, huevos/litro (b):	< 1
- Coliformes fecales UFC/100 ml (c):	No se recomienda ninguna norma
- Tratamiento necesario:	Estancia en lagunas de estabilización durante 8-10 días o tratamiento de eliminación de helmintos y coliformes fecales equivalente

Categoría: C

- Condiciones del aprovechamiento:	Riego localizado de los cultivos indicados en la categoría B, cuando ni trabajadores ni público estén expuestos
- Grupo expuesto:	Ninguno
- Nematodos intestinales, huevos/litro (b):	No es aplicable
- Coliformes fecales UFC/100 ml (c):	No es aplicable
- Tratamiento necesario:	Tratamiento previo de acuerdo con las exigencias de la técnica de riego, incluyendo, al menos una sedimentación primaria

- (a) Deberán tenerse en cuenta las condiciones epidemiológicas, socioculturales y ambientales de cada caso concreto, modificando las directrices en consonancia.
- (b) Media aritmética. Especies de *Ascaris*, *Trichuris* y anquilostomas
- (c) Media geométrica. Durante el periodo de riego
- (d) Conviene establecer una directriz más estricta (< 200/100 ml) para prados de uso público, como los existentes en los hoteles, en los que el público puede entrar en contacto directo con el agua depositada en la hierba.
- (e) En el caso de árboles frutales, el riego debe interrumpirse dos semanas antes de la recolección, debiendo estar prohibida la recogida de frutos caídos. No es conveniente regar por aspersión.

- Las Directrices para reutilización recomendadas por la Agencia de Medio Ambiente de los EEUU (USEPA/AID, 1992), que se incluyen en la tabla siguiente, y que se corresponden al caso de riego agrícola y de jardinería sin ninguna restricción de uso, como ocurre durante el riego de productos hortícolas de consumo crudo o el riego por aspersión de un jardín público sin restricción alguna de acceso y uso por parte del público.

DIRECTRICES RECOMENDADAS PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUA EN ZONAS URBANAS POR LA AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE DE LOS EEUU (USEPA/AID, 1992)

- Tipos de reutilización:	Todo tipo de riego de jardinería como campos de golf, parques, cementerios, así como lavado de automóviles, suministro de urinarios, sistemas de lucha contra incendios y de refrigeración de aire acondicionado y cualquier otro uso con un grado similar de exposición y acceso del público al agua.
- Nivel de tratamiento:	Secundario, filtración y desinfección
- Calidad del agua regenerada (b),(c),(d),(e):	pH = 6 - 9 DBO < 10 mg/l Turbidez <2 NTU Coliformes fecales no detectables en 100 ml Cl ₂ residual: 1 mg/l (e)
- Vigilancia del agua regenerada:	pH semanal DBO semanal Turbidez en continuo Coliformes diario Cl ₂ residual en continuo
- Distancia de protección:	15 metros de los pozos de agua de abastecimiento público

- (a) En áreas de riego con acceso controlado, en el que las precauciones de diseño y explotación reducen significativamente las posibilidades de contacto del público con el agua regenerada, puede ser apropiado un nivel de tratamiento menor, de modo que no supere los 14 coliformes fecales/100 ml.
- (b) El agua regenerada no debe contener niveles detectables de microorganismos patógenos.
- (c) El agua regenerada deberá ser transparente, inodora y no deberá contener sustancias tóxicas en caso de ingestión.
- (d) Puede ser necesario un nivel de cloro o un tiempo de contacto superior a fin de asegurar que los virus y los parásitos son efectivamente inactivados o destruidos.
- (e) Se recomienda un nivel de cloro residual igual o superior a 0,5 mg/l en la red de distribución, a fin de reducir olores, el crecimiento de la película biológica y la reactivación microbiológica.

España no está dotada en la actualidad de una legislación relativa a la reutilización de agua residual. La Dirección General de Calidad de las Aguas del M.O.P.T.M.A. ha elaborado un borrador de Real Decreto (Mayo de 1993) para que sirva de referencia a las iniciativas de reutilización que, debido a la época de sequía, se están planteando en la actualidad en amplias zonas de España.

En el mismo sentido, la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía ha elaborado los "*Criterios para la evaluación sanitaria de proyectos de reutilización directa de aguas residuales urbanas depuradas*", con indicación de los estándares de calidad mínimos, consideraciones particulares y tipos de tratamientos orientativos.

Estos criterios determinan que hasta tanto no se desarrolle lo establecido en el artículo 101 de la Ley de Aguas, la autorización para reutilización de aguas residuales para el riego estará condicionada a que la calidad microbiológica del agua cumpla los siguientes requisitos.

CONDICIONES QUE SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEBE CUMPLIR LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEPURADAS PARA RIEGO

	APLICACIONES DE REUTILIZACIÓN (a,b,c,d)	ESTANDAR DE CALIDAD Consider. particulares	TRATAMIENTO ORIENTATIVO
AGRICOLA Y FORESTAL (a)	Riego de Vegetales de consumo en crudo (a1)	Nematodos < 1/l CF/100 ml < 1 000 1,2,3,4	Estanques de estabilización o tratamiento equivalente
	Riego de cultivos industriales, madereros y forrajeros, cereales, árboles frutales y cultivos para conservas o cocinados (a2)	Nematodos < 1/l 2,3,5,6,7,8,9,10	Retención en estanques de estabilización o tratamiento equivalente
MUNICIPAL (b)	Riego de campos deportivos y de zonas verdes con acceso público (b1)	Nematodos < 1/l CF/100 ml < 200 1,3,11	Estanques de estabilización o tratamiento equivalente
	Riego de zonas verdes con acceso público prohibido (b2)	3,5,12	Primario
INDUSTRIAL (c)	Refrigeración (c1)	CF/100 ml < 1 000 (1) CF/100 ml < 10 000 (2) (1) circ. semicerrados (2) circuitos abiertos 13	Secundario
	Producción de biomasa destinada al consumo humano (d1)	CF/100 ml < 1 000 14,15,16,17,19	Estanques de estabilización
ACUICULTURA (d)	Producción de biomasa no destinada al consumo humano (d2)	5,15,17,18,19	Pretratamiento
	Riego de campos deportivos y de zonas verdes con acceso público (e1)	Nematodos < 1/l CF/100 ml < 200 1,3,11	Estanques de estabilización o tratamiento equivalente
TURISTICO Y RECREATIVO (e)	Riego de zonas verdes con acceso público prohibido (e2)	3,5,12	Primario
	Lagos artificiales con posible contacto público (e3)	Nematodos < 1/l CF/100 ml < 2 000 1,14,17,20	Estanques de estabilización
	Lagos artificiales con contacto público prohibido (e4)	5,17,19,20	Pretratamiento

- (1) *Se trata de un uso de alto riesgo sanitario real, por lo que debe extremarse, si cabe, el seguimiento analítico, y el cumplimiento de las consideraciones y estándares de calidad de aplicación al caso (usos a1, b1 = e1, e3).*
- (2) *La heterogeneidad de los tipos de cultivos incluidos en esta categoría, por los diferentes riesgos sanitarios derivados de su ingesta, debe permitir una distinta aplicación de las consideraciones y/o estándares de calidad recomendados a título general (usos a1, a2).*
- (3) *Cuando el sistema de riego a aplicar sea la aspersión, se tendrán en cuenta las consideraciones expuestas para este tipo de riego (usos a1, a2, b1 = e1, b2 = c2).*
- (4) *La aplicación de sistemas de riego que no lleguen a mojar la parte comestible de algunos cultivos, tales como el riego por goteo y el subsuperficial (subterráneo), puede permitir, en su caso, el empleo de aguas de menor calidad de la recomendada; en este supuesto, el riego se interrumpirá, al menos, dos semanas antes de la recolección de la cosecha (uso a1).*
- (5) *Debido a la ausencia de estándar y/o a la baja calidad microbiológica del establecido, deben extremarse, si cabe, las medidas de higiene y seguridad de los trabajadores, al tiempo que se disponen las medidas pertinentes para evitar el contacto de las aguas con la población (usos a2, b2=c2, d2, c4).*
- (6) *Las hortalizas no podrán regarse por aspersión ni por inundación con este tipo de estándar. Los árboles frutales deberán dejarse de regar con el agua residual al menos dos semanas antes de la recolección, y la fruta no deberá ser recogida del suelo. En cualquier caso, deben extremarse las medidas de higiene en la recolección y en el manejo de los productos en destino, a fin de no trasladar la contaminación a otros medios de cultivo más favorables (a2).*
- (7) *Los productos de consumo cosechados no podrán ser lavados con el agua residual depurada utilizada en el regadío (uso a2).*
- (8) *En el caso de cultivos que figuren con dos tipos de estándares, según sean consumidos en crudo, o después de procesados, se aplicará el más estricto si no se especifica, o no se aportan garantías de que vayan a ser sometidos a procesamiento comercial (cocción, pelado, etc) (uso a2).*
- (9) *En el caso de cereales, cultivos forrajeros y pastos para piensos o consumo en seco, plantaciones forestales y cultivos industriales, pueden utilizarse aguas de peor calidad (tratamiento mínimo: sedimentación primaria), siempre se adopten las oportunas medidas de protección para los trabajadores y se evite el contacto de la población con las aguas (uso a2).*
- (10) *En el riego de pastizales para consumo en verde de animales productores de leche o carne, éste se interrumpirá, al menos, dos semanas antes de entrar el ganado a pastar.*
- (11) *En condiciones de carestía de recursos hídricos, y a fin de preservar los espacios verdes recreativos, podrá informarse positivamente y, en su caso, autorizarse por el Organismo de cuenca, el riego con aguas de peor calidad en los siguientes supuestos: a) riego localizado (goteo, surcos...) de setos y arbolado de parques públicos; b) riego de campos deportivos de acceso restringido; en ambos casos deberán adoptarse las necesarias medidas de protección del público (uso b1).*
- (12) *Deberán existir barreras físicas que impidan el acceso de la población a las zonas irrigadas (uso b2=c2).*
- (13) *Este tipo de uso estará prohibido en industrias alimentarias y auxiliares (uso c1).*
- (14) *Las muestras de agua, para el seguimiento y control analítico del estándar establecido, deberán ser tomadas de la lámina de agua objeto de explotación o uso. A título informativo, se estima que en los colectores de entrada al sistema puede presentarse una concentración de coliformes fecales diez veces superiores (usos d1, e3).*
- (15) *No existen referencias de afecciones producidas por esta práctica; sin embargo, es conocida la relación del cólera con el consumo de moluscos y, recientemente, de pescado extraídos en aguas abiertas contaminadas (usos d1, d2).*
- (16) *Las Directivas 91/942 y 493 (DOCE, 1991b,c) fijan las normas sanitarias aplicables a la producción y puesta en el mercado de moluscos bivalvos y productos pesqueros para el consumo público, respectivamente (uso d1).*
- (17) *El agua depurada no deberá desprender olores desagradables, ni ser foco de proliferación de insectos. Para ello deben favorecerse las condiciones aerobias (usos d1, d2, e3, e4).*
- (18) *Debe asegurarse que los canales de comercialización de estos productos no se dirigen al consumo humano, ni siquiera una vez procesados. Los productos cosechados tampoco deben constituir el alimento en crudo de ganado productor de carne o leche (uso d2).*
- (19) *Deberán existir barreras físicas que impidan el contacto de la población con las láminas de agua (usos d1, d2, e4).*
- (20) *Se evitarán las acciones que puedan provocar aerosoles, tales como chorros de agua, geiseres, cascadas, etc; en el caso de estar contempladas en proyecto, se estará a lo dispuesto para el riego por aspersión (usos e3, e4).*

6.2.4. Conclusiones

El análisis de los apartados precedentes permite formular las siguientes conclusiones:

- La reutilización directa de las aguas residuales se ha convertido en un componente esencial de la gestión integral de los recursos hidráulicos, especialmente en zonas costeras, donde puede contribuir de forma significativa al aumento neto de dichos recursos, tanto para su utilización directa, como a través de su purificación y almacenamiento en acuíferos costeros.
- Aunque los criterios y normas de calidad establecidos para distintos usos del agua regenerada son variados y heterogéneos, se dispone de experiencia suficiente para planificar, proyectar y explotar sistemas de reutilización de agua residual económicos y seguros tanto desde el punto de vista sanitario como ambiental.
- La regeneración del agua residual se concibe actualmente como un proceso destinado a obtener un producto de calidad. La elaboración y comercialización de este producto debe contemplarse en un marco mas amplio que el tradicional de la lucha contra la contaminación (aunque este aspecto debe ser prioritario) y con una nueva mentalidad en la planificación, concepción y explotación de los procesos de regeneración diferente a la adoptada generalmente en el tratamiento tradicional del agua residual.
- La concepción actual de los proyectos de reutilización exige una coordinación institucional, reglamentaria, financiera, de ámbito geográfico de influencia y técnica, tanto durante la construcción como durante la explotación y mantenimiento, en un grado muy superior a la empleada tradicionalmente en la gestión de los recursos hidráulicos.
- La utilización de agua residual regenerada para riego agrícola y jardinería ofrece una alternativa práctica de gran interés para el tratamiento y vertido de agua residual.
- La normativa existente sobre la reutilización directa de aguas residuales la han emitido la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EEUU, para riego agrícola y

de jardinería y la Organización Mundial para la Salud, para el riego de productos sin contacto directo con el agua o con restricciones de acceso al público.

6.3. LA REUTILIZACION DE AGUA EN LAS CUENCAS DEL GUADALETE-BARBATE

6.3.1. Origen del agua reutilizable

La reutilización directa de aguas residuales supone el aprovechamiento directo de efluentes dotados de un tratamiento previo, más o menos intenso, mediante su transporte por un conducto específico hasta el punto de consumo. Los distintos usos del agua producen excedentes en diferente cuantía aunque no todos ellos sean directamente utilizables: 80% los retornos de la demanda urbana e industrial y 20% de la agrícola.

El volumen total de la demanda agrícola es del orden del 80% de la demanda total, pero la dispersión y complejidad de las redes por la que retornan sus excedentes de riego, y su peor calidad adquirida a través de los fertilizantes y abonos, hacen difícil su utilización. Por el contrario, las características físico-químicas de los vertidos urbanos - fáciles de tratar- y la concentración de los puntos de vertido motivan que sea este el tipo de reutilización óptimo donde actuar. Los orígenes del agua potencialmente reutilizable son los que se indican a continuación.

AGUA RESIDUAL URBANA.

Suponen para toda Andalucía unos vertidos de más de 500 hm³/año (el consumo urbano asciende a 650 hm³/año). La distribución espacial demográfica concentra los vertidos en las áreas costeras -Bahía de Cádiz, Puerto de Santa María, Rota, Chipiona, Sanlúcar, Conil y Barbate y en el Bajo Guadalete -Arcos y Jerez-.

AGUA RESIDUAL AGRICOLA.

La presencia de agua residual agrícola es consecuencia de la baja eficiencia de riego. Estas aguas residuales o bien se infiltran en acuíferos próximos, o se incorporan a los cursos de agua, constituyendo parte de los flujos de base que, en gran medida,

son utilizables en zonas regables situadas aguas abajo, por lo que su degradación es progresiva.

AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Por la propia actividad y estructura económica de la cuenca, las industrias fundamentales en cuanto a producción cuantitativa y cualitativa de aguas residuales son las ligadas a la actividad agroalimentaria. En la mayor parte de los casos, la atomización y dispersión de estas industrias dificulta la planificación de una reutilización de estas aguas ya que, a este problema, se une el hecho de que son vertidos muy concentrados en el tiempo, por lo que la reutilización normalmente sólo es posible por su incorporación al ciclo hidrogeológico y casi nunca de forma directa.

6.3.2. Posibilidades de la reutilización directa

Una vez determinadas las posibles fuentes de suministro de agua depurada, hay que definir los usos potenciales que esas aguas poseen.

REUTILIZACION PARA USOS AGRICOLAS

En la cuenca del Guadalete-Barbate la cantidad de agua necesaria para regar una superficie de "1 ha" es el equivalente a las **aguas residuales urbanas** producidas por 120 habitantes. Este hecho exige contar con poblaciones de cierta entidad si se quiere llegar a un aprovechamiento significativo que rentabilice las obras de infraestructura necesarias.

Por su parte, las **aguas residuales ganaderas** y las **industriales** presentan problemas derivados tanto de la gran dispersión territorial por la que están distribuidas, como de la carga contaminante que concentran. La de las aguas residuales de animales estabulados por unidad de volumen es muy grande, por lo que cualquier sistema de depuración que se implantase en estas industrias, siempre produciría un efluente de pésima calidad, muy superior a lo que los cauces receptores pueden asimilar sin que se afecten sensiblemente sus comunidades.

REUTILIZACION EN EL RIEGO DE JARDINERIA

En zonas costeras turísticas y en grandes núcleos de población, los efluentes de las EDAR se pueden utilizar en el riego de los parques públicos y de los jardines de las urbanizaciones así como en las actividades recreativo-deportivas.

REUTILIZACION EN LA INDUSTRIA

El agua procedente de una EDAR, previo un tratamiento terciario, se puede reutilizar en determinados procesos industriales, tales como la refrigeración.

RECARGA DE ACUIFEROS

Esta reutilización puede ser tanto directa, por utilización de efluentes de una EDAR en una recarga artificial de un acuífero, como indirecta, por infiltración hacia el acuífero del agua utilizada en riego agrícola o bien depurada mediante filtro verde y que no se haya perdido por la evapotranspiración.

DISMINUCION DEL GRADO DE EUTROFIA DE EMBALSES

En este tipo de reutilización el objetivo principal no es el aumento de recursos sino la mejoría de la calidad del agua del embalse, sobre todo de aquéllos que se emplean total o parcialmente para abastecimiento de agua potable.

RECUPERACION Y/O CREACION DE HUMEDALES

Una parte importante de los humedales ha sufrido una gran regresión en los últimos años. En algunos casos podría estudiarse la posibilidad de, o bien llevar agua depurada a aquellos que han sido desecados, o bien, crear en terrenos inservibles otros nuevos humedales. En realidad sería establecer un sistema de tratamiento terciario con lagunado, pero dando a éste una forma lo mas natural posible, favoreciendo el desarrollo de macrófitos emergentes.

Este tipo de reutilización precisa de un estricto control para evitar problemas sanitarios, por lo menos, al nivel de los estanques ornamentales con contacto con el público.

7.3.3. Propuestas de reutilización directa de aguas residuales depuradas

Una vez que se han identificado las fuentes de suministro y los usos potenciales que tienen este tipo de aguas, se procede a presentar la propuesta de reutilización de agua depurada que se incluye en este **PLAN** de cuenca.

En definitiva, el origen del agua son los vertidos urbanos una vez tratados, y el destino, su utilización para el riego de zonas públicas y deportivas o el riego de determinados cultivos agrícolas. Con la materialización de esta propuesta, el ahorro en la demanda total de agua se cifra próxima a los 50 Hm³/año.

En la **TABLA 10** se resume la propuesta de actuaciones de reutilización directa de aguas residuales distribuida por zonas, con mención del origen del agua y del objetivo de la reutilización.

TABLA 10
PROPUESTA DE ACTUACIONES DE REUTILIZACION DIRECTA
DE AGUAS RESIDUALES

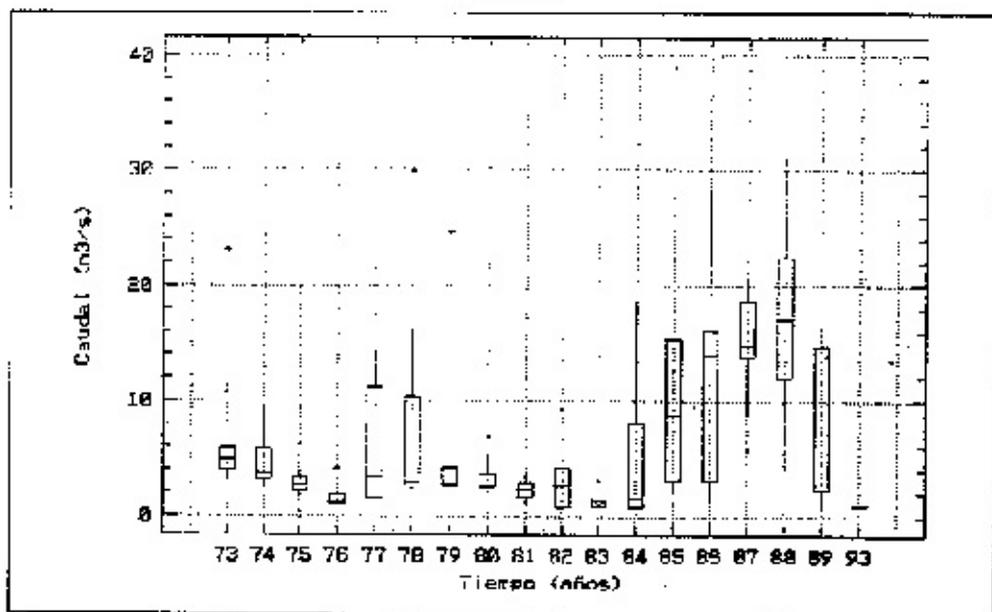
ZONA	POBLACION	RETORNOS URBANOS (hm ³ /año)	OBJETIVO
Sanlúcar, Chipiona, Rota y El Puerto de Santa María	144.577	11,41	Regadío y riego de zonas recreativas
Cádiz, San Fernando, Puerto Real, Chiclana	318.031	23,22	Riego de zonas recreativas, regadío y recarga de acuíferos
Conil, Barbate	32.618	2,38	Regadío y recarga de acuíferos
Jeréz, Arcos	182.357	13,31	Regadío
TOTAL RETORNOS UTILIZABLES		50,32	
(hm³/año)			

En la **lámina VIII-12** "Reutilización directa de aguas residuales. Propuesta de actuación", se puede observar la distribución geográfica de las actuaciones propuestas en esta materia.

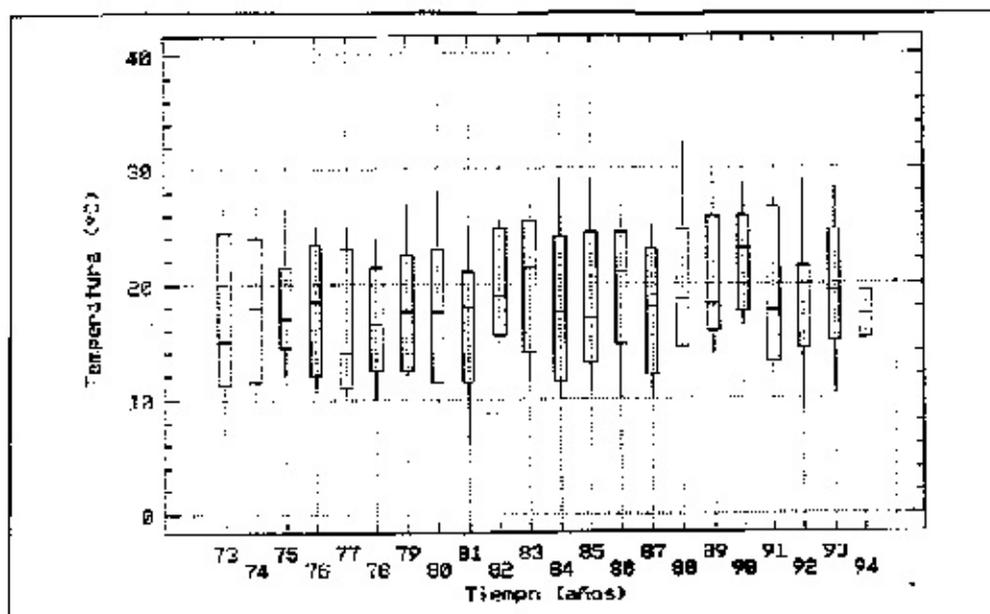
APENDICE 1
GRAFICO BOX-WHISKER

ESTACION N° 85. Río Guadalete. El Portal

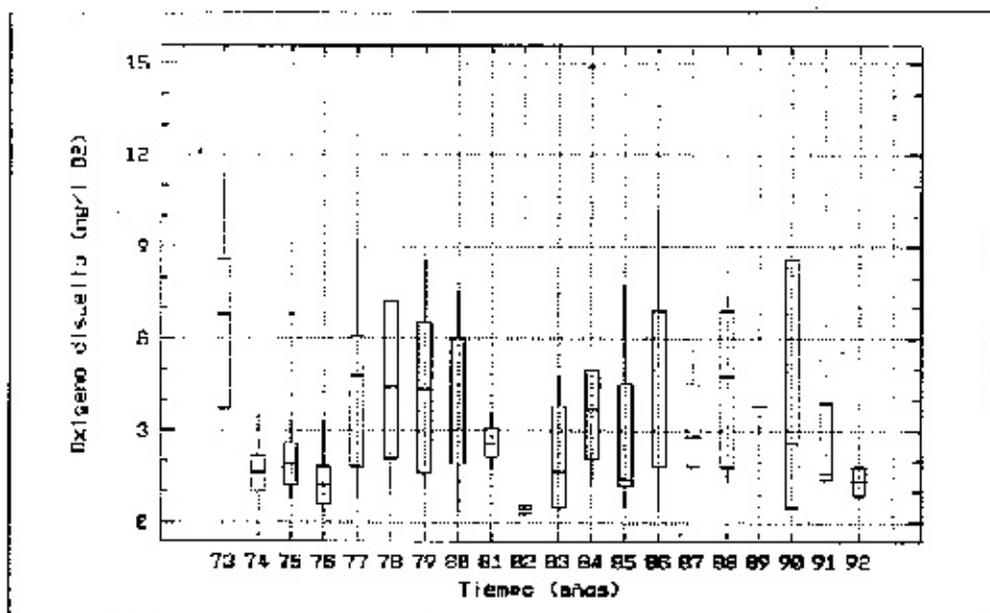
CAUDAL



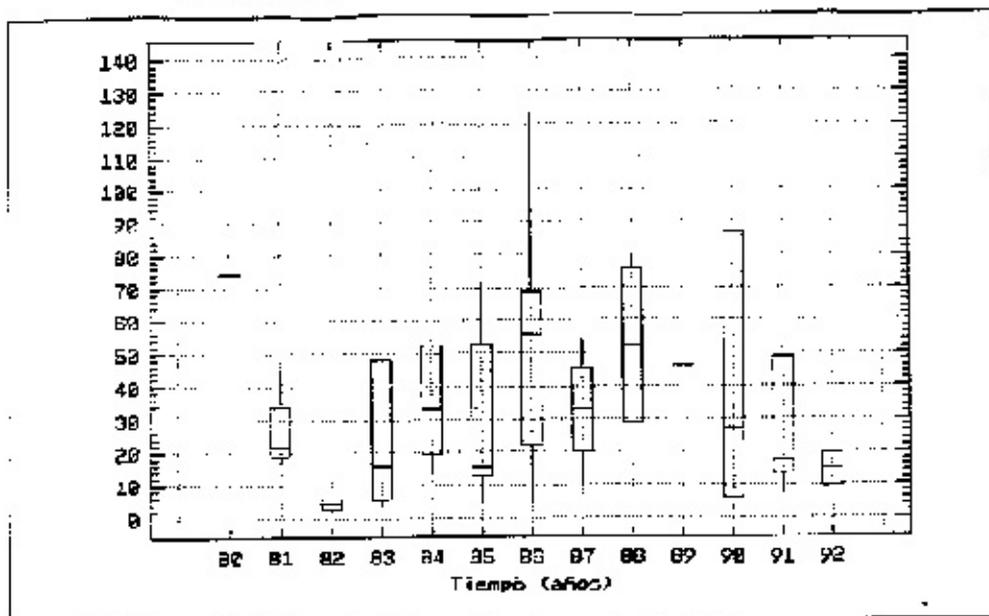
EVOLUCION DE LA TEMPERATURA



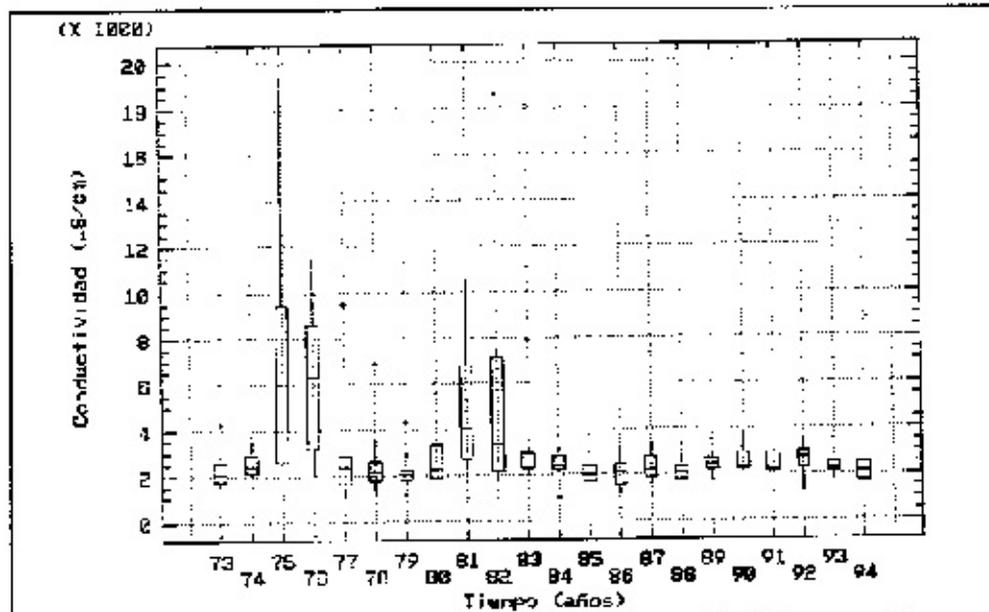
EVOLUCION DEL OXIGENO DISUELTO



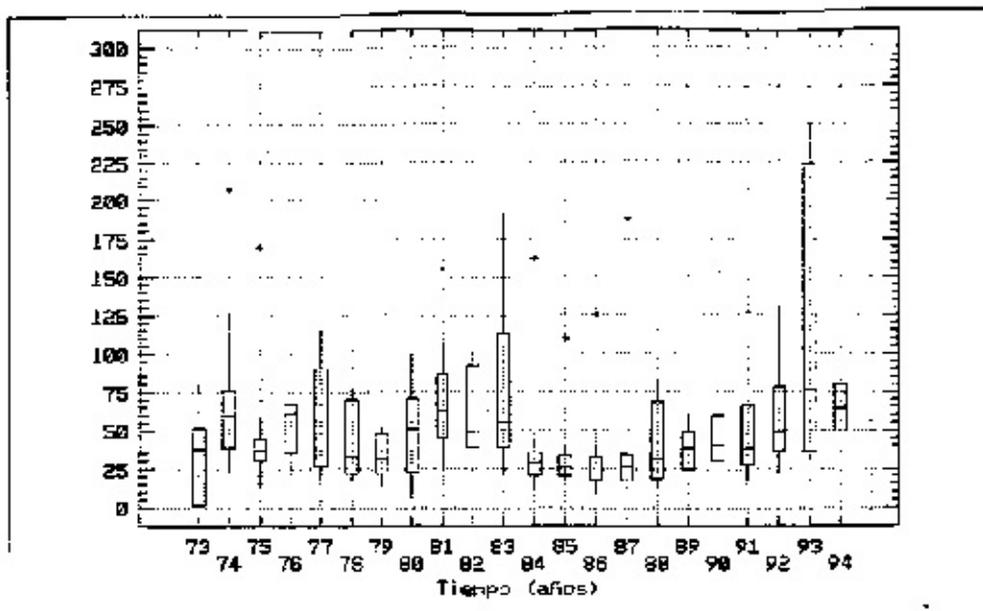
EVOLUCION DEL PORCENTAJE DE SATURACION DE OXIGENO



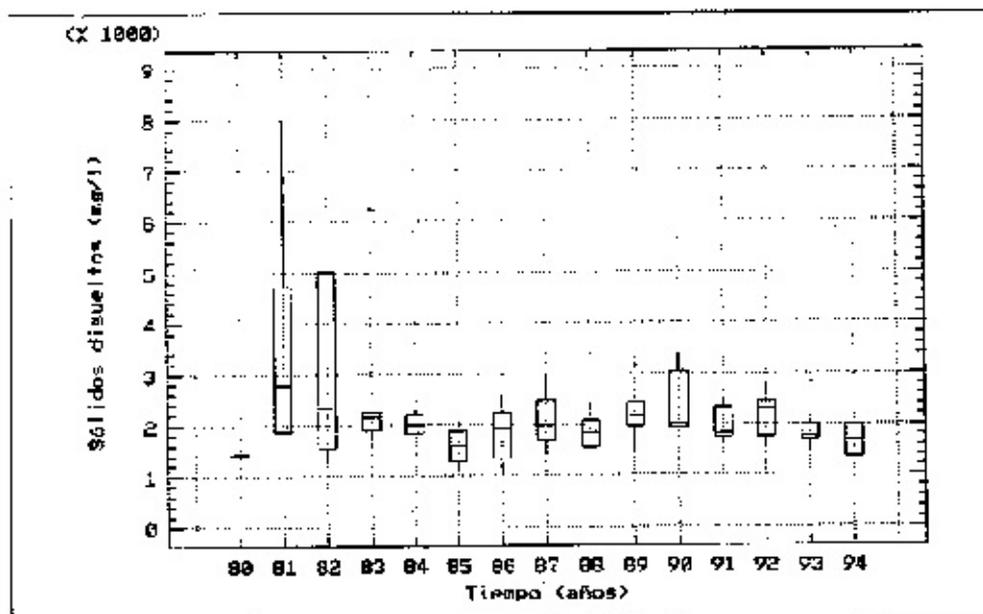
EVOLUCION DE LA CONDUCTIVIDAD



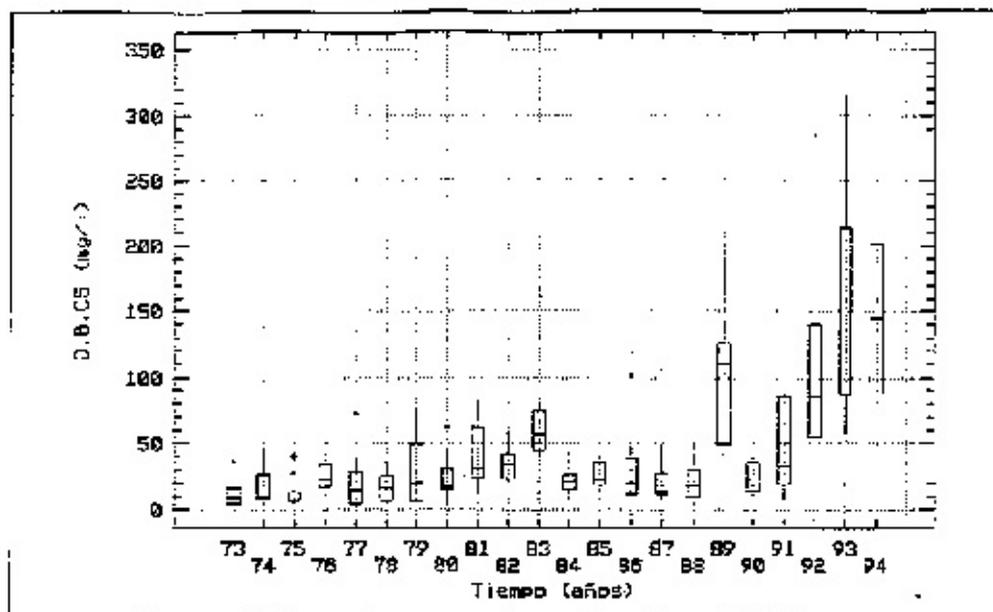
EVOLUCION DE LOS SOLIDOS EN SUSPENSION



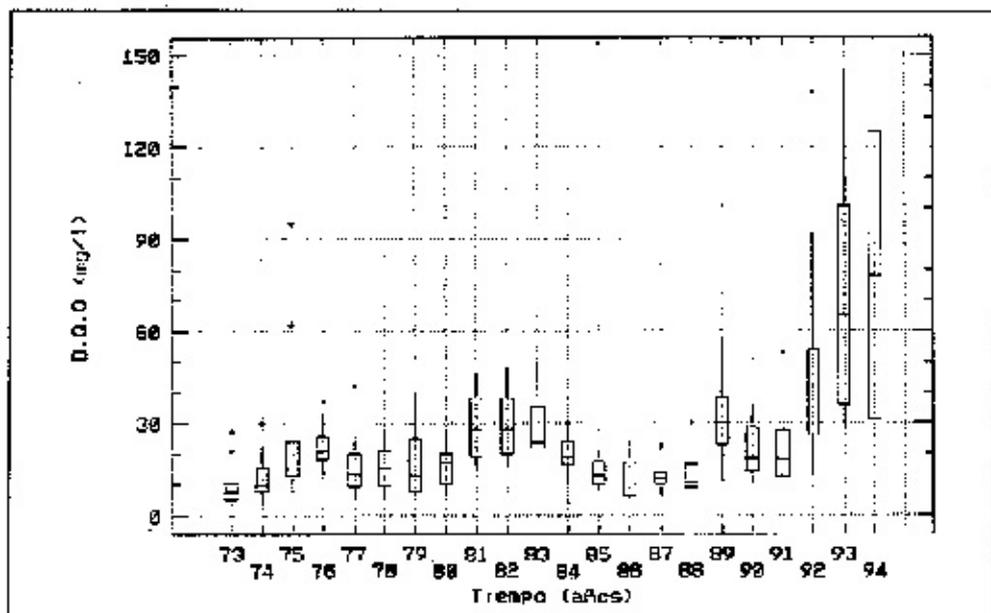
EVOLUCION DE LOS SOLIDOS DISUELTOS



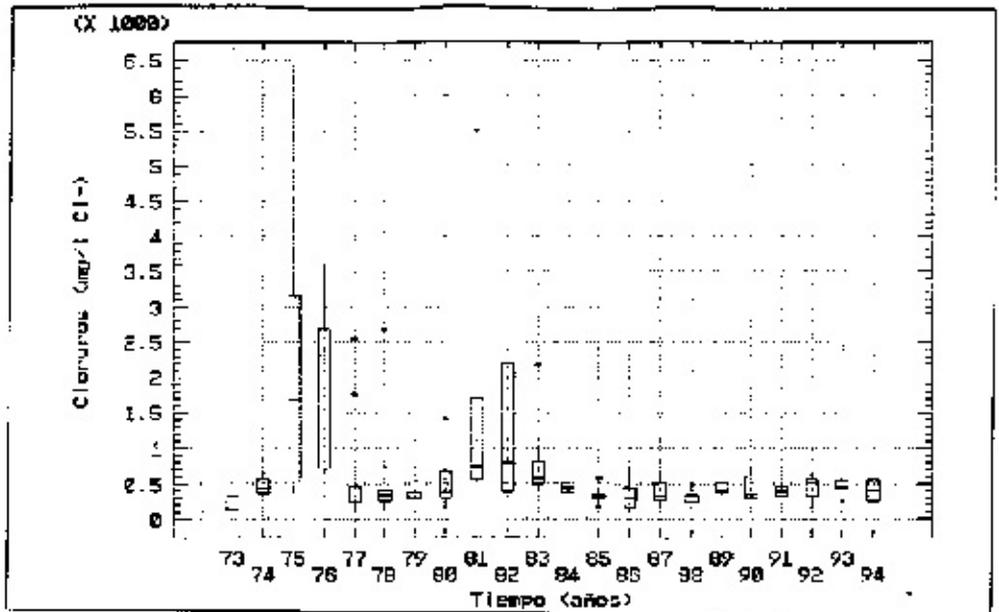
EVOLUCION DE LA D.B.O₅



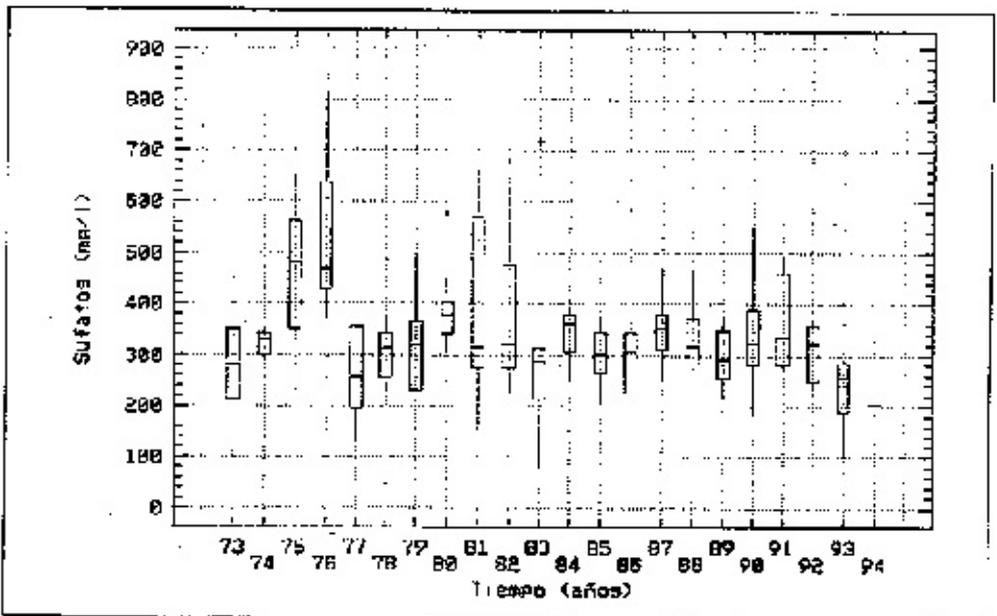
EVOLUCION DE LA D.O.O



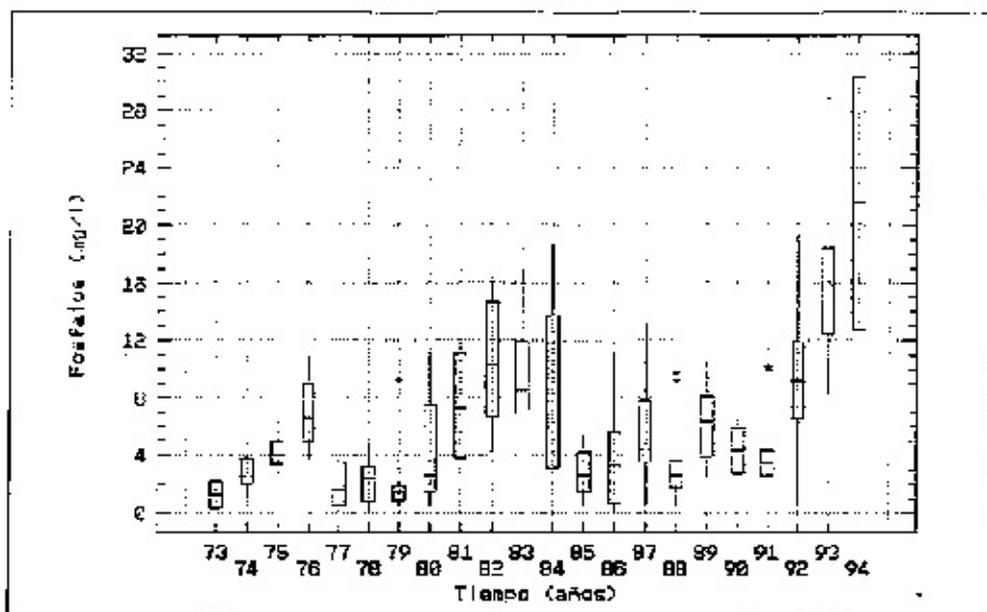
EVOLUCION DE LOS CLORUROS



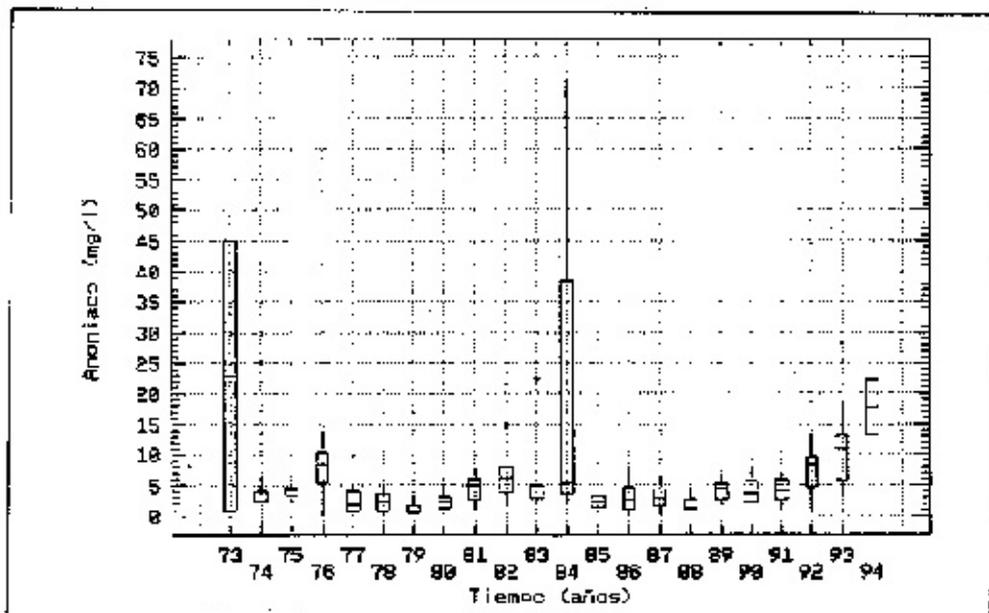
EVOLUCION DE LOS SULFATOS



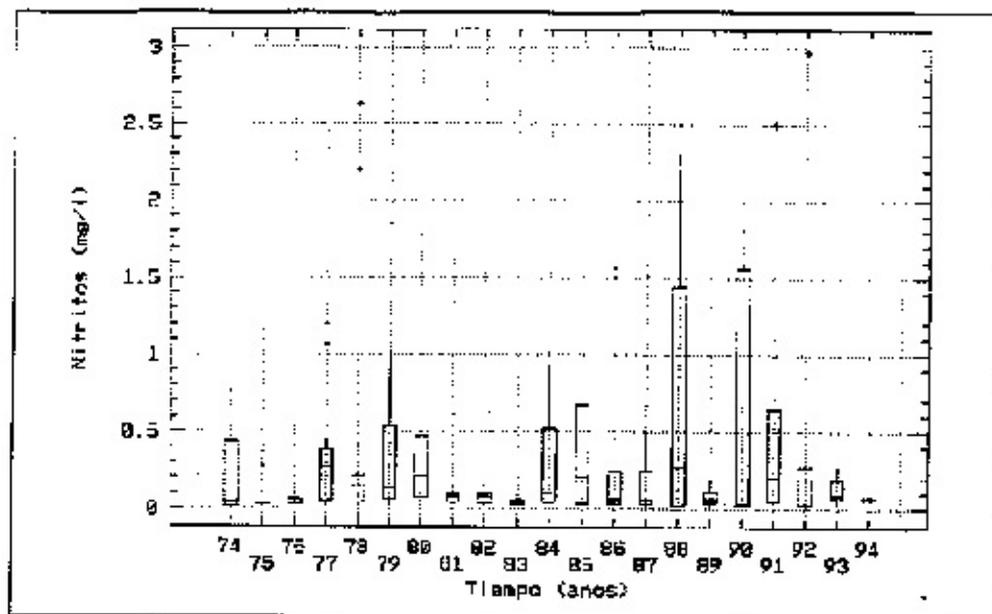
EVOLUCIÓN DE LOS FOSFATOS



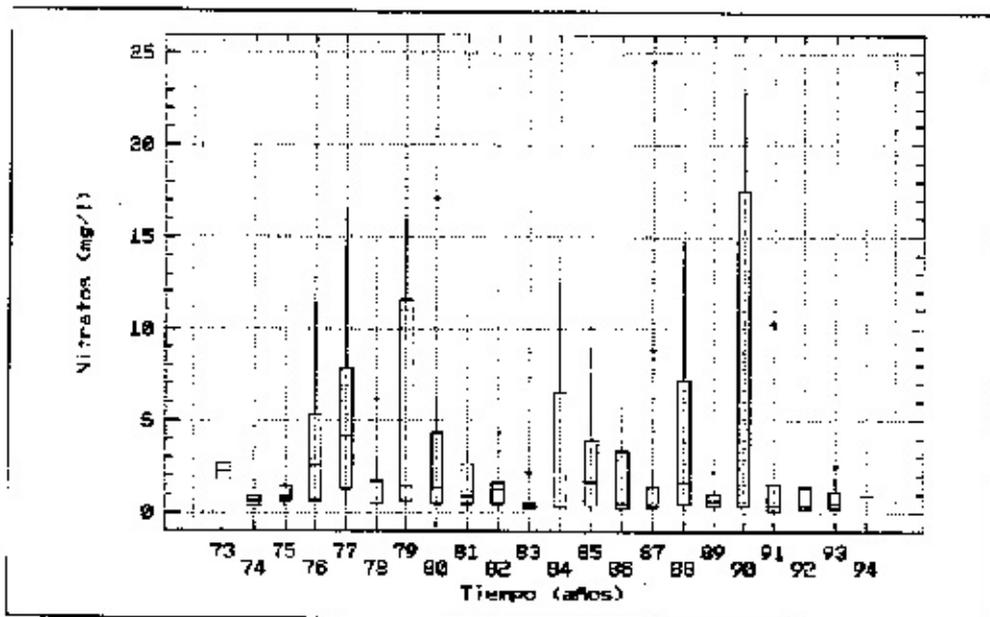
EVOLUCIÓN DEL AMONIACO



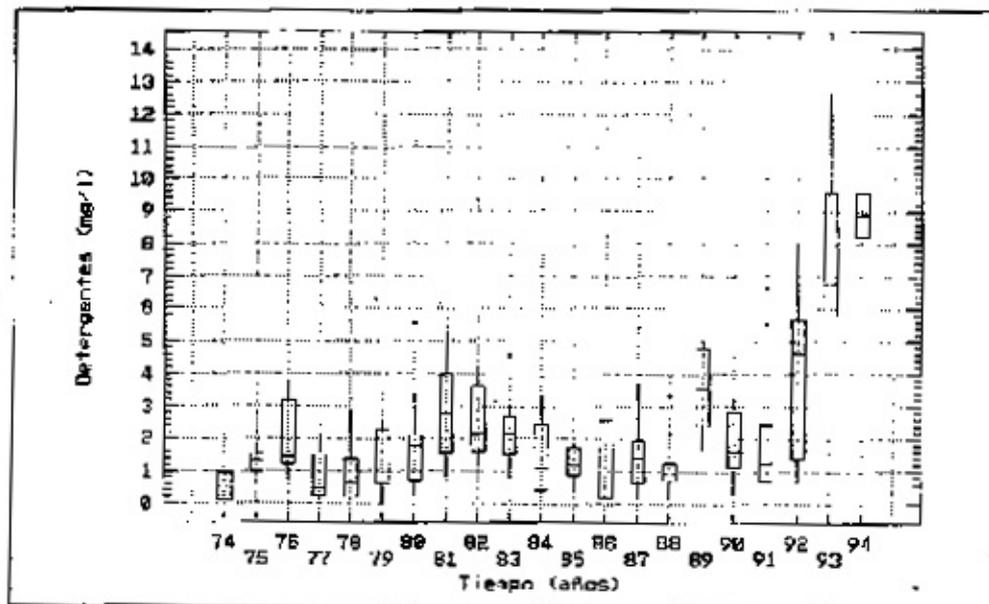
EVOLUCION DE LOS NITRITOS



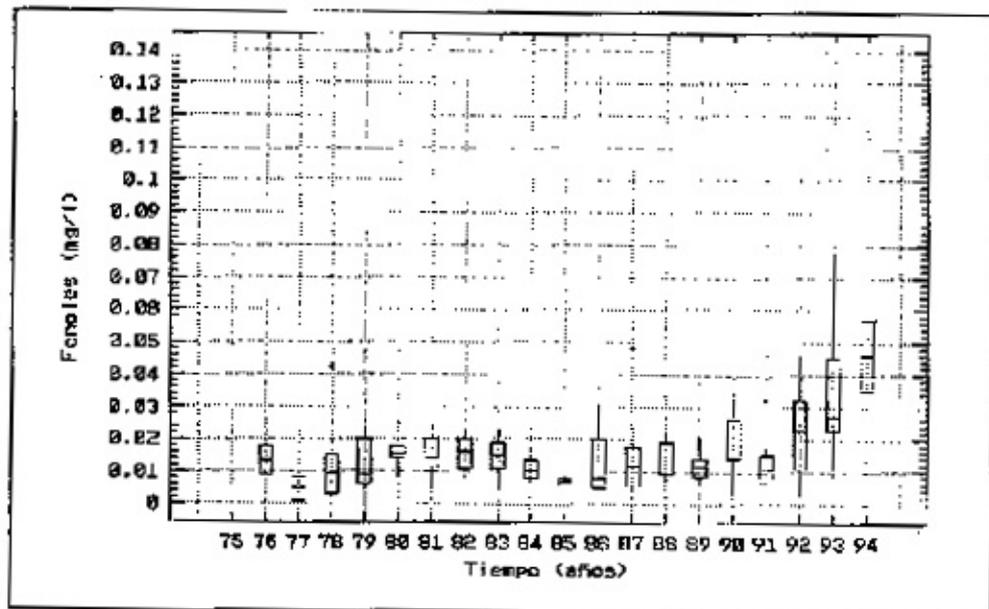
EVOLUCION DE LOS NITRATOS



EVOLUCION DE LOS DETERGENTES

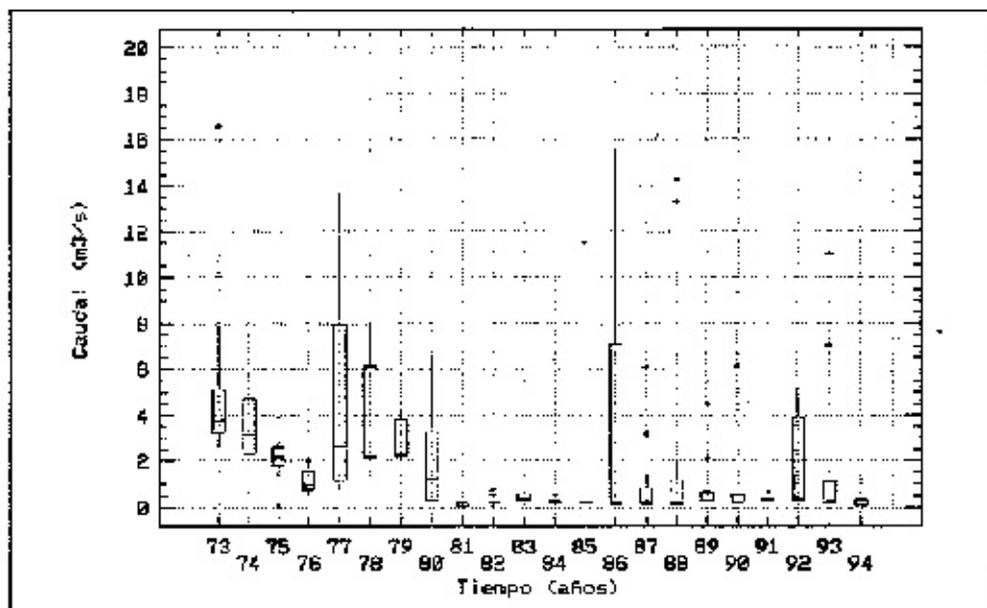


EVOLUCION DE LOS FENOLES

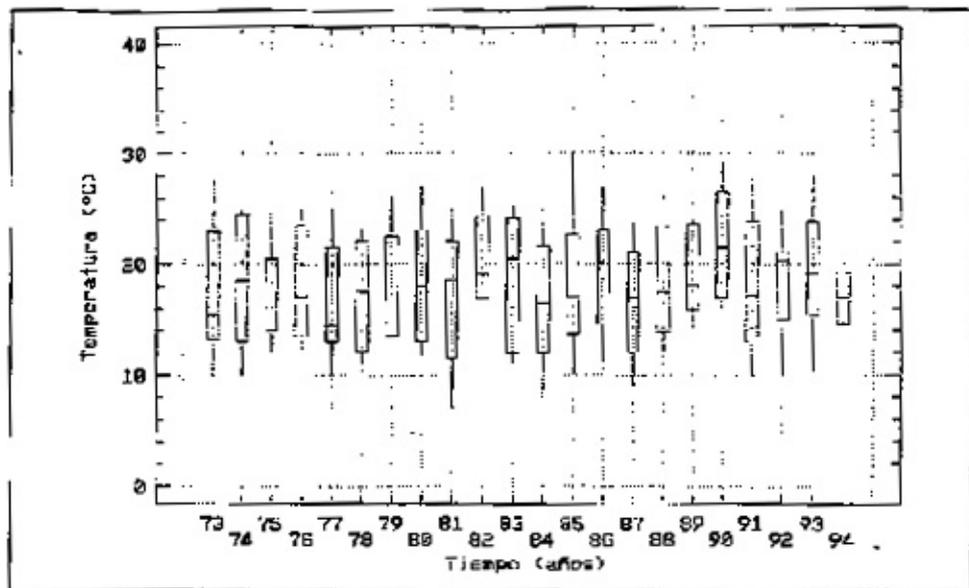


ESTACION N° 87. Río Guadalete. Molino de Santa Ana

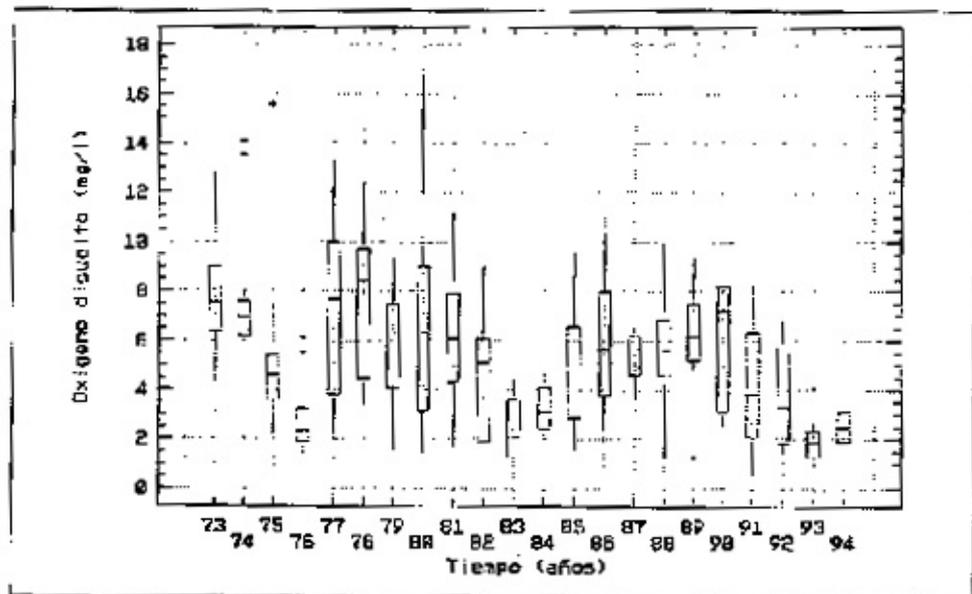
CAUDAL



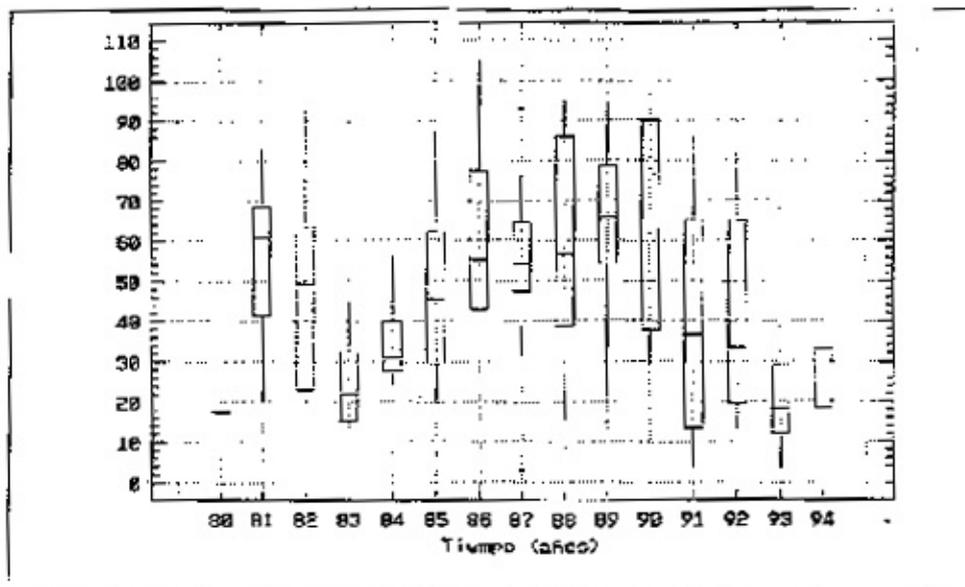
EVOLUCION DE LA TEMPERATURA



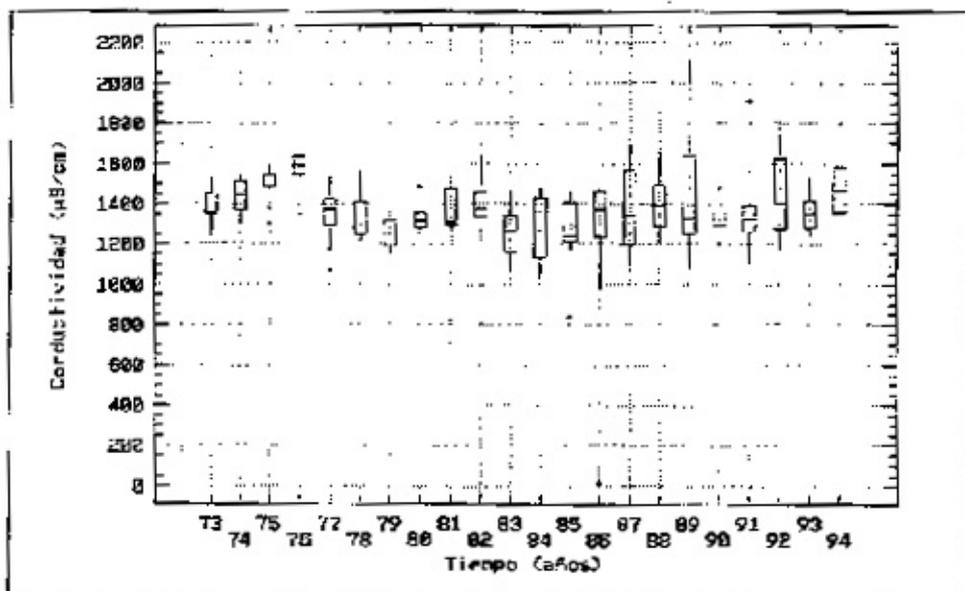
EVOLUCION DEL OXIGENO DISUELTO



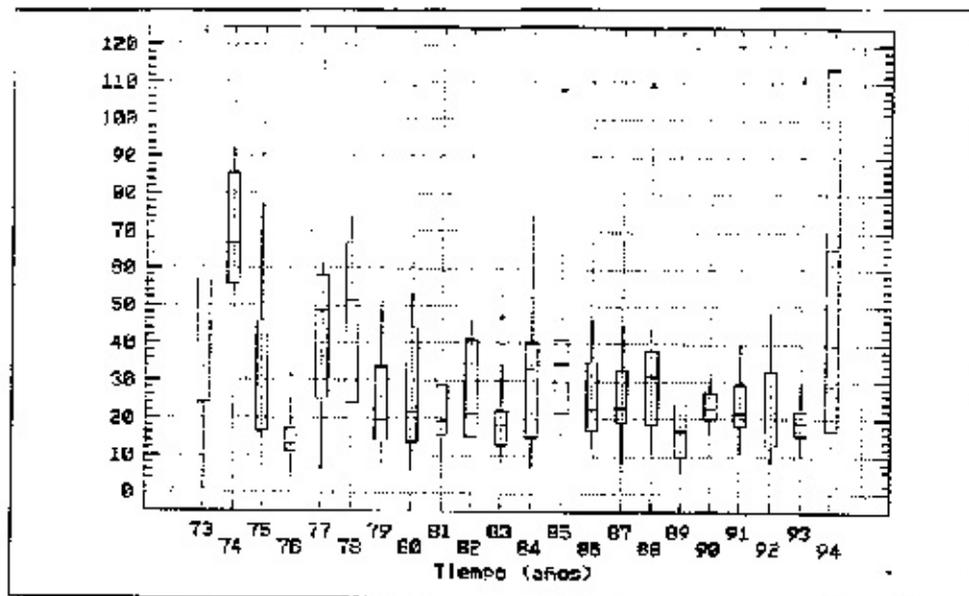
EVOLUCION DEL PORCENTAJE DE SATURACION DE OXIGENO



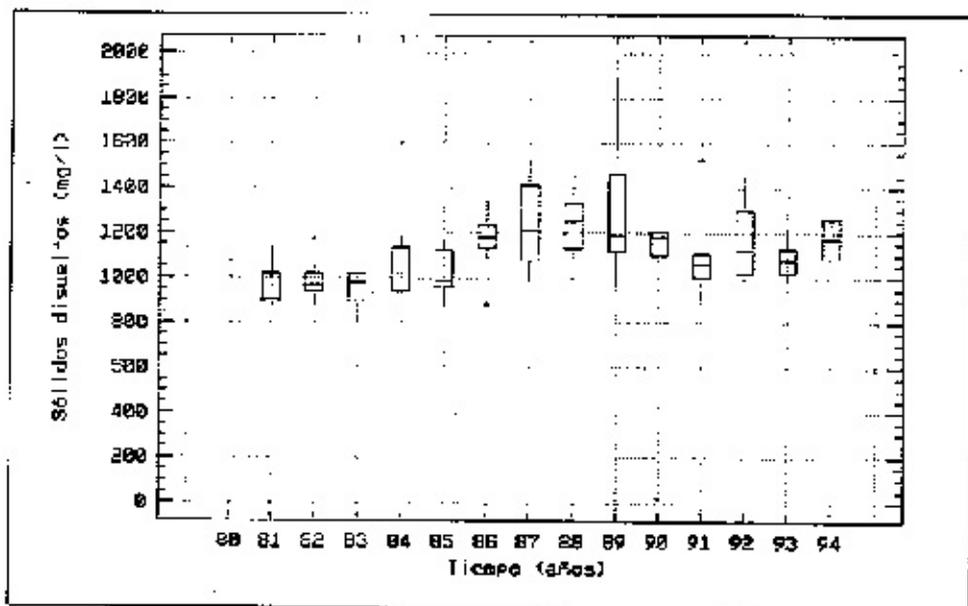
EVOLUCION DE LA CONDUCTIVIDAD



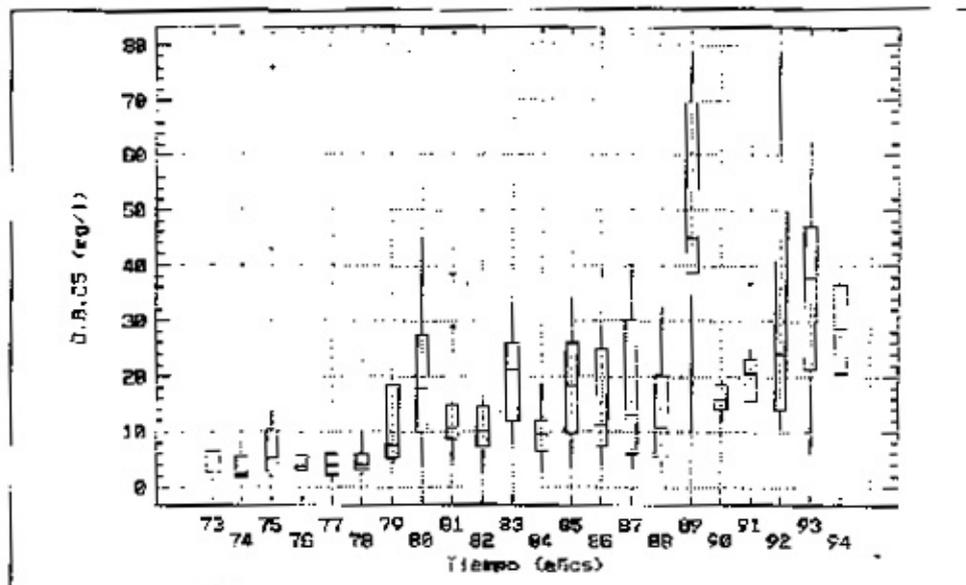
EVOLUCION DE LOS SOLIDOS EN SUSPENSION



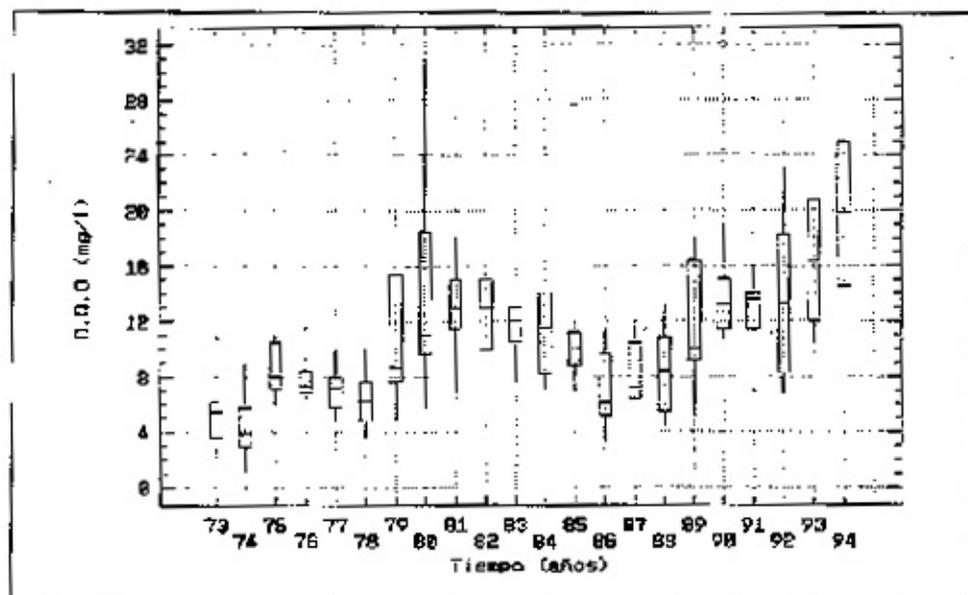
EVOLUCION DE LOS SOLIDOS DISUELTOS



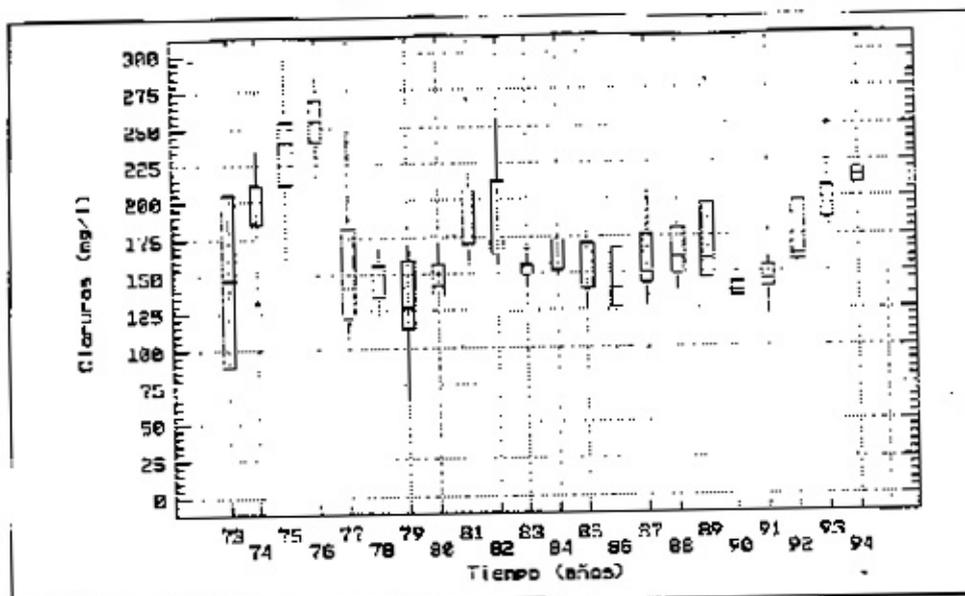
EVOLUCION DE LA D.B.O₅



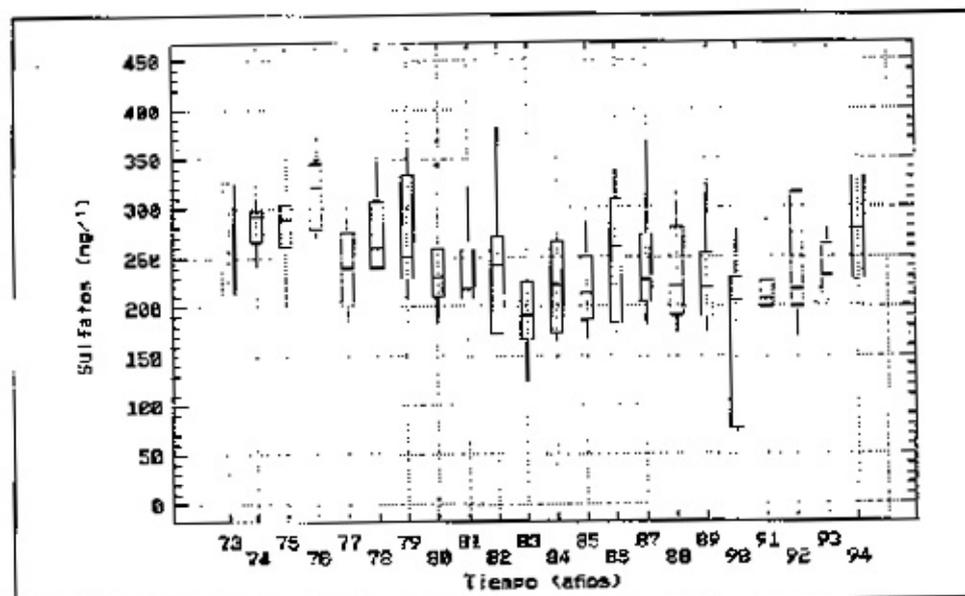
EVOLUCION DE LA D.C.O



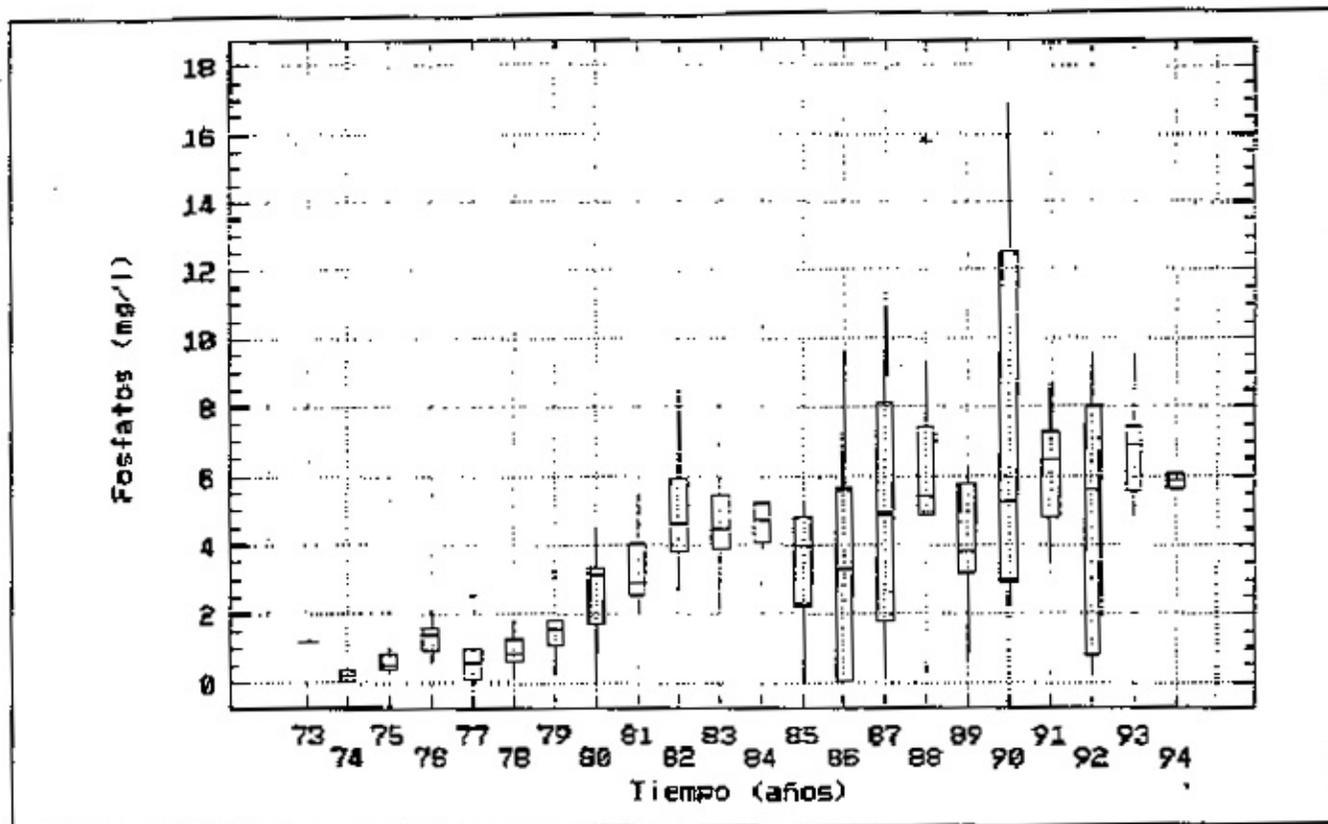
EVOLUCION DE LOS CLORUROS



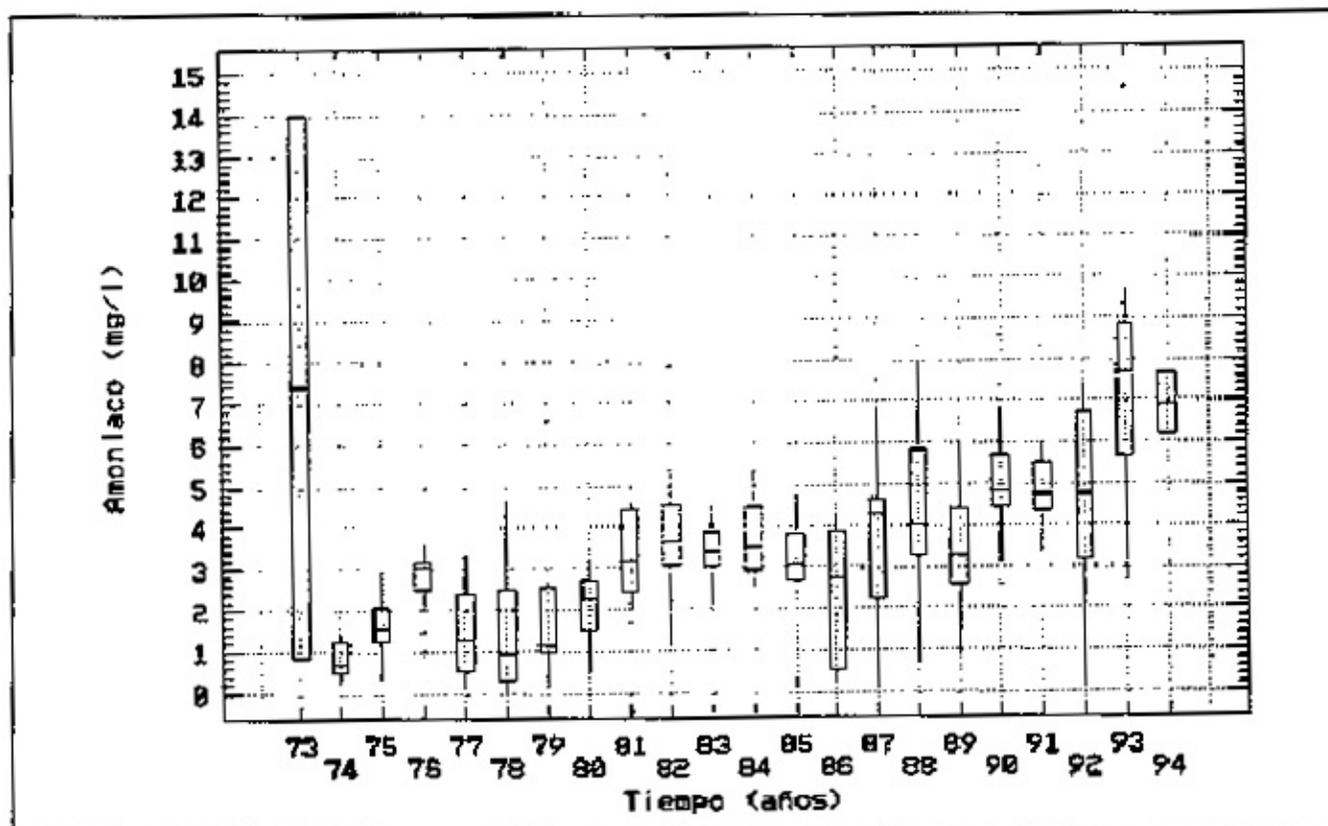
EVOLUCION DE LOS SULFATOS



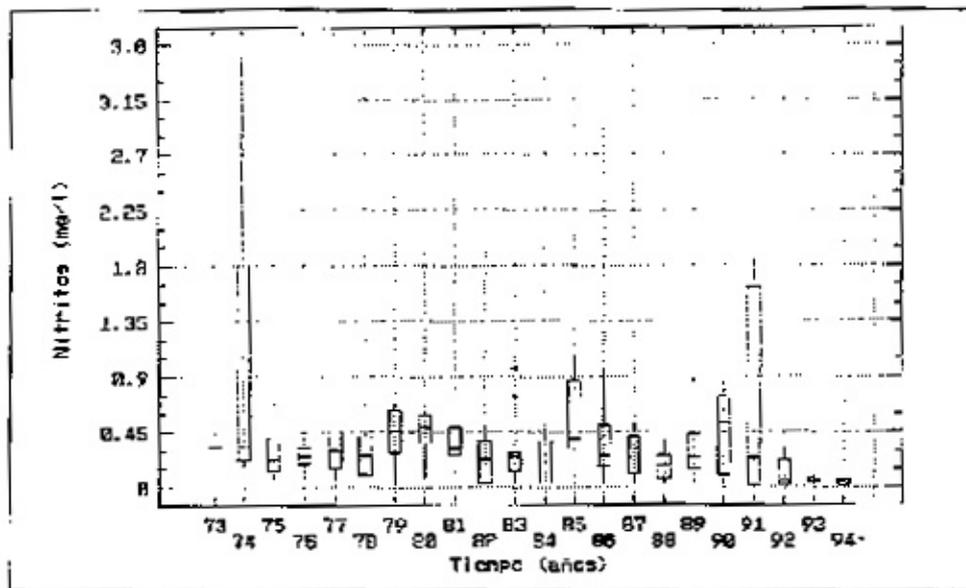
EVOLUCION DE LOS FOSFATOS



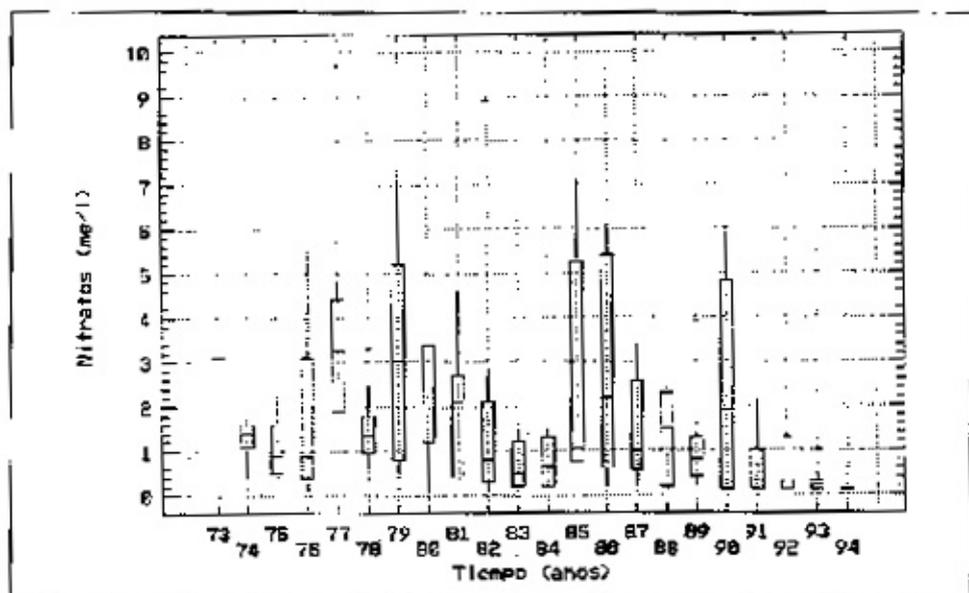
EVOLUCION DEL AMONIACO



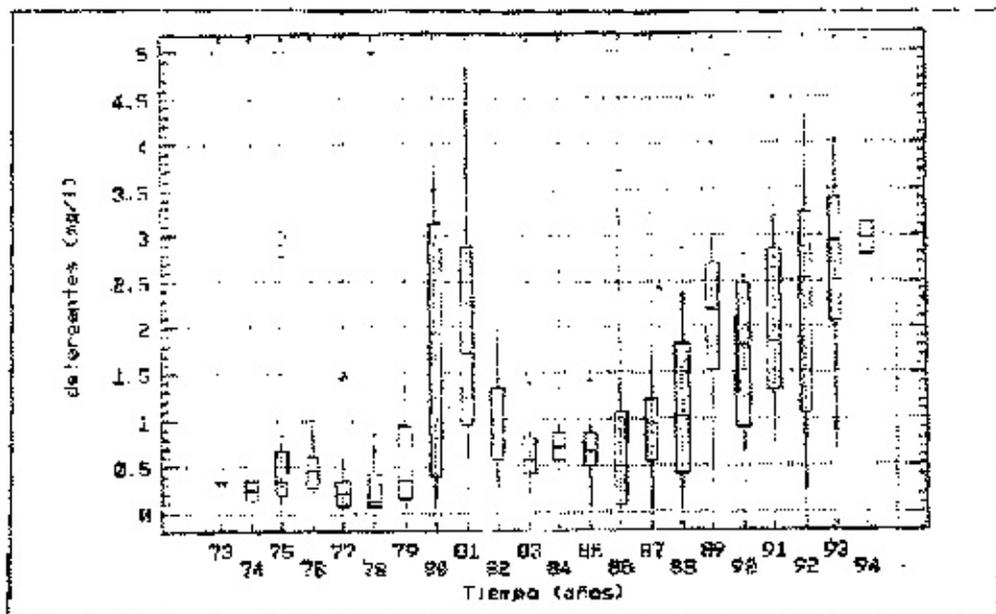
EVOLUCION DE LOS NITRITOS



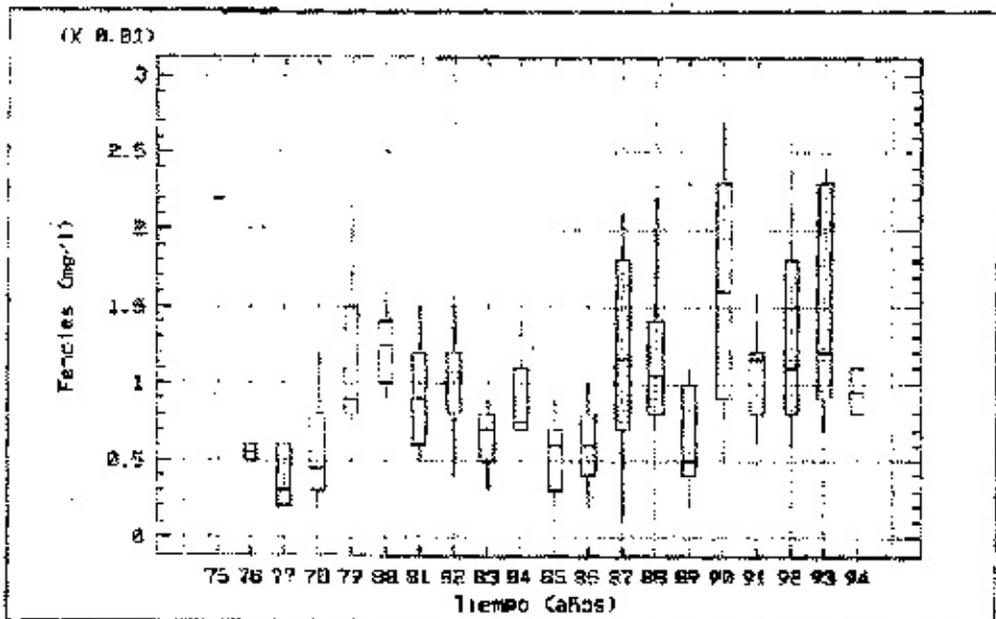
EVOLUCION DE LOS NITRATOS



EVOLUCION DE LOS DETERGENTES



EVOLUCION DE LOS FENDLES



APENDICE 2

FICHAS DEL ESTADO TROFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA

PRESENTACION

En el presente Apéndice se recogen las fichas descriptivas correspondientes a los embalses en los que se ha diagnosticado su estado trófico; para cada ficha se especifican los siguientes datos:

1. Provincia
2. Zona
3. Río tributario principal
4. Destino
5. Propietario
6. Capacidad en hm³
7. Profundidad máxima en m: Según el Inventario de Presas Españolas del MOPU (1973).
8. Profundidad media en m: Según el Inventario de Presas Española del MOPU (1973).
9. Cuenca aportadora en km²: Se indica sólo la cuenca parcial.
10. Densidad de población de la cuenca aportadora, en hab/km².
11. Aportación media en hm³.
12. Año de inicio de explotación.
13. Grupo a que pertenece según la tipología de Armengol et al., 1991. En el caso de embalses no incluidos en el estudio de estos autores, se ha indicado el grupo a que probablemente pertenecerían, indicándolo con un asterisco (*).
14. Referencias bibliográficas de los estudios consultados para su diagnóstico.
15. Estado trófico según los datos más actuales. Se ha hecho atendiendo a los siguientes parámetros:

PRS: Media anual en toda la columna de agua de la concentración de fósforo reactivo soluble en mg/l; PTa: Media anual en toda la columna de agua de la concentración de fósforo total en mg/l; PTe: Media anual en el epilimnion del fósforo total en mg/l; PTh: Media anual en el hipolimnion del fósforo total en mg/l; CLa: Media anual de la concentración de clorofila en el epilimnion en mg/m³ (o µg/l); CLe: Media de la concentración de clorofila en el epilimnion durante el período de estratificación en mg/m³ (µg/L).

La calificación por el grado de eutrofia se ha realizado según la OCDE (1982), algo modificado algunas veces teniendo en cuenta otros parámetros, como las concentraciones de fósforo o la concentración media de clorofila durante el período de estratificación. Si la concentración de clorofila es superior a la media anual ésta indica una eutrofización algo mayor ya que, probablemente, se debe a la proliferación de cianofíceas durante el verano.

16. Evolución en el tiempo: Se han utilizado, si los hubiera, los mismos parámetros que en el caso anterior.
17. Observaciones: Se han indicado aquellos hechos que se conocen de los distintos embalses que ayudan a comprender la situación en que se encuentran.

EMBALSE DE ARCOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES

PROVINCIA: Cádiz

ZONA: 1

RIO: Guadalete

DESTINO: Presa de derivación

PROPIETARIO: Administración central

CAPACIDAD (hm³): 14

PROFUNDIDAD MAXIMA (m): 15

PROFUNDIDAD MEDIA (m): 12

CUENCA APORTADORA (km²): 25

DENSIDAD POBLACION CUENCA APORTADORA (hab/km²): 20-50

APORTACION MEDIA (hm³/año):

AÑO INICIO EXPLOTACION: 1967

GRUPO SEGUN TIPOLOGIA ARMENGOL ET AL., 1991: III (*)

ESTUDIOS: Red COCA

2. DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO

Los datos corresponden sólo a fósforo reactivo soluble. Los mas recientes que se han podido consultar son los de 1989-90

PRS: 2,61

Calificación: NO HAY DATOS SUFICIENTES, PERO POR EL NIVEL DE FOSFORO TIENE QUE SE HIPEREUTROFICO

3. EVOLUCION EN EL TIEMPO

Hay datos de fósforo de años siguientes:

AÑO HIDROLOGICO	PRS
1980-81	1,075
1981-82	1,610
1983-84	1,510
1985-86	1,060
1986-87	1,710

Según estos datos parece que hay una tendencia al incremento en la concentración de fósforo.

EMBALSE DE BORNOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES

PROVINCIA: Cádiz

ZONA: 1

RIO: Guadalete

DESTINO: Riego y energía

PROPIETARIO: Administración central

CAPACIDAD (hm³): 204

PROFUNDIDAD MAXIMA (m): 44

PROFUNDIDAD MEDIA (m): 8,71

CUENCA APORTADORA (km²): 1215

DENSIDAD POBLACION CUENCA APORTADORA (hab/km²): 100-200

APORTACION MEDIA (hm³/año): 217

AÑO INICIO EXPLOTACION: 1961

GRUPO SEGUN TIPOLOGIA ARMENGOL ET AL., 1991: III

ESTUDIOS: Margalef et al., 1976, Armengol et al., 1991, Riera y Morgí, 1990, Riera et al., 1991, Sancho Royo y Granada, 1990.

2. DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO

Los datos corresponden al período 1987-88 y son los siguientes:

PRS: Cla: 32,61

PTa: 0,130 CLe: 27,15

Calificación: HIPEREUTROFICO

3. EVOLUCION EN EL TIEMPO

Hay datos del período 1973-75 que son los siguientes:

PRS: 0,014

CLa: 11,63

Según estos datos el embalse ha empeorado sensiblemente, y mas teniendo en cuenta que el período 1987-88 fue mas lluvioso que el 1973-75.

4. OBSERVACIONES:

Este embalse recibe los vertidos de Villamartín, Puerto Serrano y Algodonales a través del Guadalete y de Bornos directamente.

EMBALSE DE ALMODOVAR

1. CARACTERISTICAS GENERALES

PROVINCIA: Cádiz

ZONA: 2

RIO: Almodovar

DESTINO: Riego y contención de inundaciones

PROPIETARIO: Administración central

CAPACIDAD (hm³): 5

PROFUNDIDAD MAXIMA (m): 38,5

PROFUNDIDAD MEDIA (m): 7,7

CUENCA APORTADORA (km²): 16,5

DENSIDAD POBLACION CUENCA APORTADORA (hab/km²): 100-200

APORTACION MEDIA (hm³/año): 7,6

AÑO INICIO EXPLOTACION: 1972

GRUPO SEGUN TIPOLOGIA ARMENGOL ET AL.,1991: I (*)

ESTUDIOS: No hay

2. DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO

No hay datos

Calificación: NO HAY DATOS

3. EVOLUCION EN EL TIEMPO

No hay datos

4. OBSERVACIONES:

EMBALSE DE CELEMIN

1. CARACTERISTICAS GENERALES

PROVINCIA: Cádiz

ZONA: 2

RÍO: Celemin

DESTINO: Riego y contención de avenidas

PROPIETARIO: Administración central

CAPACIDAD (hm³): 43

PROFUNDIDAD MAXIMA (m): 20

PROFUNDIDAD MEDIA (m): 9

CUENCA APORTADORA (km²): 95

DENSIDAD POBLACION CUENCA APORTADORA (hab/km²): 50-100

APORTACION MEDIA (hm³/año): 26

AÑO INICIO EXPLOTACION: 1973

GRUPO SEGUN TIPOLOGIA ARMENGOL ET AL., 1991: I

ESTUDIOS: Margalef et al., 1976, Armengol et al., 1991, Riera y Morgí, 1990, Riera et al., 1991,

2. DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO

Los datos corresponden al período 1987-88 y son los siguientes:

PRS: 0,011 PTe: 0,180 CLa: 2,10

PTa: 0,163 PTh: CLe: 4,206

Calificación: MESOTROFICO

3. EVOLUCION EN EL TIEMPO

Hay datos del período 1973-75 que son los siguientes:

PRS: 0,021

CLa: 5,14

Según estos datos, el embalse parece que ha mejorado ligeramente, aunque hay que tener en cuenta que el período 1987-88 fue mas lluvioso que el 1973-75.

4. OBSERVACIONES:

Este embalse tiene una gran cantidad de materia inorgánica en suspensión (Margalef et al., 1976; Armengol, com. personal) que puede ser la causa de que el fitoplancton no se desarrolle todo lo que pudiera esperarse, según la concentración de fósforo, por falta de luz.

EMBALSE DE GUADALCACIN

1. CARACTERISTICAS GENERALES

PROVINCIA: Cádiz

ZONA: 1

RIO: Majaceite

DESTINO: Riegos y abastecimiento

PROPIETARIO: Administración central

CAPACIDAD (hm³): 77

PROFUNDIDAD MAXIMA (m): 80

PROFUNDIDAD MEDIA (m): 29,8

CUENCA APORTADORA (km²): 336

DENSIDAD POBLACION CUENCA APORTADORA (hab/km²): 100-200

APORTACION MEDIA (hm³/año): 207

AÑO INICIO EXPLOTACION: 1917

GRUPO SEGUN TIPOLOGIA ARMENGOL ET AL., 1991: III

ESTUDIOS: Margalef et al., 1976, Armengol et al., 1991, Riera y Morgí, 1990, Riera et al., 1991.

2. DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO

Los datos corresponden al periodo 1987-88 y son los siguientes:

PRS: 0,006 PTe: 0,083 CLa: 7

PTa: 0,054 PTh: CLe: 13,86

Calificación: MESO-EUTROFICO

3. EVOLUCION EN EL TIEMPO

Hay datos del periodo 1973-75 que son los siguientes:

PRS: 0,057

CLa: 9,84

Según estos datos, el embalse parece que ha mejorado ligeramente, aunque hay que tener en cuenta que el periodo 1987-88 fue más lluvioso que el 1973-75.

4. OBSERVACIONES:

En el inventario de grandes presas del MOPU (1973) este embalse figura con una capacidad de 258 (hm³), capacidad que según los últimos datos parece que se ha reducido 3 veces. Esto puede explicarse por colmatación por los terrenos erosionados de la cuenca. Ya en 1973 se pudo constatar que este embalse tenía una gran cantidad de materia inorgánica en suspensión (Margalef et al., 1976).

EMBALSE DE HURONES

1. CARACTERISTICAS GENERALES

PROVINCIA: Cádiz

ZONA: 1

RIO: Majaceite

DESTINO: Abastecimiento

PROPIETARIO: Administración central

CAPACIDAD (hm³): 135

PROFUNDIDAD MAXIMA (m): 51

PROFUNDIDAD MEDIA (m): 14,8

CUENCA APORTADORA (km²): 286

DENSIDAD POBLACION CUENCA APORTADORA (hab/km²): 50-100

APORTACION MEDIA (hm³/año): 123

AÑO INICIO EXPLOTACION: 1964

GRUPO SEGUN TIPOLOGIA ARMENGOL ET AL.,1991: III (*)

ESTUDIOS:

2. DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO

No hay

Calificación: NO HAY DATOS

3. EVOLUCION EN EL TIEMPO

No hay datos

4. OBSERVACIONES:

Por los problemas de color producidos por hierro y manganeso que a menudo tienen las aguas potables de Cádiz, es de presumir que el embalse es eutrófico.

EMBALSE DE ZAHARA

1. CARACTERISTICAS GENERALES

PROVINCIA: Cádiz

ZONA: 1

RIO: Guadalete

DESTINO: Riego

PROPIETARIO: Administración central

CAPACIDAD (hm³): 212

PROFUNDIDAD MAXIMA (m):

PROFUNDIDAD MEDIA (m):

CUENCA APORTADORA (km²): 68

DENSIDAD POBLACION CUENCA APORTADORA (hab/km²): 50-100

APORTACION MEDIA (hm³/año): 61

AÑO INICIO EXPLOTACION:

GRUPO SEGUN TIPOLOGIA ARMENGOL ET AL., 1991:

ESTUDIOS: No hay

2. DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO

No hay datos

Calificación: NO HAY DATOS

3. EVOLUCION EN EL TIEMPO

No hay datos

4. OBSERVACIONES:

Este embalse no se ha llenado aún mas que en una parte muy pequeña de su capacidad.

APENDICE 3

ESTADO DE LA DEPURACION EN LA CUENCA DEL GUADALETE-BARBATE

1. PRESENTACION

En este Apéndice se recoge el estado en el que se encuentran los diferentes municipios, distribuidos por provincias, en cuanto a la depuración se refiere. Los datos se han obtenido del "Inventario de Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas", elaborado por la Junta de Andalucía en diciembre de 1992 y la clave para la interpretación de los cuadros es la siguiente:

TIPO:	AIREACION: AIREACION PROLONGADA	ESTADO:	NO: NO FUNCIONA
	BIOCILIN: BIOCILINDROS		MALO: NULO RENDIMIENTO
	BACTERIANO: LECHOS BACTERIANOS		REGL: CON DEFICIENCIAS
	BIODISCO: BIODISCOS		BIEN: CORRECTO
	CANAL: CANAL DE OXIDACION		ESTD: EN ESTUDIO
	COMPACTA: ESTACION BIOLOGICA ROTATIVA		REDC: EN REDACCION
	FANGOS: FANGOS ACTIVADOS		PLIG: PLIEGO BASE
	F. VERDES: FILTROS VERDES		PROY: EN PROYECTO
	LAGUNAJE: LAGUNAS DE OXIDACION		LICT: EN LICITACION
	PRIMARIO: TRATAMIENTO PRIMARIO		MANC: EN MANCOMUNIDAD
	T. IMHOFF: TANQUES IMHOFF		DESC: NO HAY DATOS

Provincia: **Cádiz**.

Poblaciones de más de 10.000 habitantes.

MUNICIPIO	POBLACION	TIPO	ESTADO
Arcos de la Frontera	20.882	Convencional	Bien
Barbate de Franco	20.247	Convencional	Bien
Cádiz	156.516	Convencional	Licitación
Conil de la Frontera	12.371	Convencional	Bien
Chiclana de la Frontera	42.828	Convencional	Bien
Chiclana de la Frontera		Terciario	Bien
Chipiona	14.665	Pretratamiento	Licitación
Jerez de la Frontera	161.475	Convencional	Bien
Medina Sidonia	11.464	Sin EDAR	
Puerto de Santa María	60.697	Bacteriano	Pruebas
Puerto Real	26.309	Convencional	Regular
Rota	24.963	Otros	Regular
San Fernando	92.378	Convencional	No funciona
San Fernando		Convencional	Licitación
Sanlúcar de Barrameda	44.252	Convencional	Construcción
Tarifa	12.992	Sin EDAR	
Ubrique	17.650	Convencional	Bien
Vejer de la Frontera	10.313	Sin EDAR	
Villamartin	12.064	Bacteriano	Construcción

Poblaciones de más de 2.00 y menos de 10.000 habitantes.

MUNICIPIO	POBLACION	TIPO	ESTADO
Alcala de los Gazules	5.579	Sin edar	Proyecto
Alcala del Valle	4.324	Lagunaje	Bien
Algodonales	5.022	Bacteriano	Proyecto finalizado
Bornos	6.353	Biodiscos	Proyecto
Espera	3.953	Bacteriano	Redacción
El Gastor	2.071	Bacteriano	Proyecto
Olvera	8.683	Bacteriano	Proyecto
Olvera		Bacteriano	Proyecto
Olvera		Desconocido	No funciona
Paterna de Rivera	4.584	Bacteriano	Construcción
Prado del Rey	5.533	Bacteriano	Proyecto
Prado del Rey		Bacteriano	Proyecto
Puerto Serrano	5.737	Bacteriano	Proyecto
Setenil	2.971	Turbas	Construcción

Poblaciones de menos de 2.000 habitantes.

MUNICIPIO	POBLACION	TIPO	ESTADO
Algar	1.847	Biodisco	Proyecto
Benamahoma	500	Biodisco	Bueno
Benaocaz	313	Lagunaje	Paralizado
Coto de Bornos	813	Turbas	Paralizado
El Bosque	1.745	Turbas	Obra finalizada
Fatima	400	Turbas	Proyecto
Grazalema	1.805	Turbas	Bueno
La Muela	320	Escorrentia	Obra finalizada
Tavizna	---	Turbas	Sin proyecto
Torre Alhaquime	973	Turbas	Proyecto
Villaluenga del Rosario	507	Turbas	Bueno
Zahara de la Sierra	1.586	Bacteriano	Bueno

Provincia: **Sevilla.**

Poblaciones de más de 2.000 y menos de 10.000 habitantes.

MUNICIPIO	POBLACION	TIPO	ESTADO
Pruna	3.183	Turbas	Proyecto

Poblaciones de menos de 2.000 habitantes.

MUNICIPIO	POBLACION	TIPO	ESTADO
Coripe	1.601	Turbas	Proyecto

Provincia: **Málaga.**

Poblaciones de menos de 2.000 habitantes.

MUNICIPIO	POBLACION	TIPO	ESTADO
Montecorto	800	Digestor anaerobio	Proyecto

APENDICE 4

FICHAS DE CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS SENSIBLES