

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADALETE - BARBATE

MEMORIA

INDICE

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVO DEL PLAN HIDROLÓGICO DE CUENCA

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

2.1. Introducción

2.2. El Plan de 1902

2.3. Los Planes de 1909, 1916 y 1919

2.4. El plan de 1933

2.5. El plan de 1940

2.6. Los Planes de Desarrollo

2.7. Antecedentes inmediatos del Plan a ctual

2.8. La Planificación Hidrológica actual

3. MARCO LEGAL Y COMPETENCIAS DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN EL ÁMBITO TERRITORIAL DEL PLAN

3.1. Ley de Aguas

3.2. Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica

3.3. Instrucciones y Recomendaciones Técnicas para la elaboración de los Planes hidrológicos de cuencas intercomunitarias

3.4. Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional

3.5. Competencias de las Comunidades Autónomas en la cuenca del Guadalete-Barbate

CAPITULO II. EL AGUA EN LA CUENCA. VISIÓN GLOBAL

1. MEDIO FÍSICO

1.1. Ámbito territorial del plan

1.2. Estructuras Espaciales Internas

2. MEDIO HUMANO. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

3. MEDIO ECONÓMICO

4. EXPLOTACION Y GESTION DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS DE LA CUENCA

CAPITULO III. PROBLEMAS, OBJETIVOS Y DIRECTRICES GENERALES DE ACTUACIÓN

1. CONSIDERACIONES GENERALES

2. LA SATISFACCION DE LAS DEMANDAS

2.1. Introducción

2.2. Situación actual del agua en la cuenca. Visión global

2.3. Evolución de las demandas de agua

2.3.1. Demanda urbano-industrial

2.3.2. Demanda industrial singular

2.3.3. Demanda agraria

2.3.4. Otras demandas

2.3.5. Demandas totales

2.4. Recursos hidráulicos

2.4.1. Introducción

2.4.2. Recursos naturales

2.4.3. Recursos superficiales disponibles

2.4.4. Recursos hídricos subterráneos

2.4.5 Recursos totales disponibles. Evolución de los recursos

2.4.6. Retornos

2.4.7. Asignación de recursos

2.5. Balances hidráulicos

3. LA CALIDAD DEL AGUA

3.1. Introducción

3.2. Diagnóstico de la calidad actual de las aguas de la Cuenca

3.2.1. Aguas superficiales fluyentes

3.2.2. Aguas embalsadas

3.2.3. Aguas subterráneas

3.3. Usos del agua actuales y previstos

- 3.4. Definición de los objetivos de la calidad**
 - 3.5. Vigilancia y control de la calidad del agua**
 - 3.6. Zonas sensibles**
 - 3.6.1. Introducción**
 - 3.6.2. Determinación de las zonas sensibles**
 - 3.7. Zonas vulnerables**
 - 3.7.1. Introducción**
 - 3.7.2. Determinación de zonas vulnerables**
 - 3.7.3. Programas a aplicar en las zonas vulnerables**
 - 3.8. Caudales ambientales**
 - 3.8.1. Consideraciones iniciales**
 - 3.8.2. Determinación de los caudales ambientales. Programa de acción**
 - 3.9. Corrección, control y ordenación de vertidos**
 - 3.9.1. Introducción**
 - 3.9.2. Descripción de la situación actual de la cuenca**
 - 3.9.3. Corrección y Control de vertidos**
 - 3.9.4. Ordenación de vertidos**
 - 3.10. Reutilización directa de aguas residuales**
 - 3.10.1. Introducción**
 - 3.10.2. Origen del agua reutilizable**
 - 3.10.3. Posibilidades de la reutilización directa**
 - 3.10.4. Propuestas de reutilización directa de aguas residuales depuradas**
 - 3.11. Calidad sanitaria de las aguas destinadas al consumo**
-
- 4. REGIMENES HIDROLOGICOS EXTREMOS**
 - 4.1. Introducción**
 - 4.2 Sequías**
 - 4.3. Caracterización hidrometeorológica de las avenidas**
 - 4.4. Identificación de las zonas con riesgo potencial de inundación**
 - 4.5. Acciones para reducir los daños de inundación**
-
- 5. PROTECCION Y RECUPERACION DEL MEDIO AMBIENTE HIDRAULICO**
 - 5.1. Introducción**
 - 5.2. Zonas húmedas**
 - 5.2.1. Consideraciones iniciales**
 - 5.2.2. Inventario y diagnóstico de la situación actual**

- 5.2.3. Medidas de recuperación y conservación de humedales
- 5.3. Restauración de márgenes y riberas
 - 5.3.1. Consideraciones iniciales
 - 5.3.2. Diagnóstico de la situación actual
 - 5.3.3. Inventario de los tramos fluviales de interés ambiental
 - 5.3.4. Inventario de tramos fluviales a recuperar. Zonas de interés
 - 5.3.5. Programación de las actuaciones
- 5.4. Fomento del uso social y del dominio público hidráulico
 - 5.4.1. Introducción
 - 5.4.2. Propuesta de actuación
- 5.5. Perímetros de protección
- 5.6. Planes hidrológico-forestales y de conservación del suelo
 - 5.6.1. Introducción
 - 5.6.2. La erosión en la cuenca
 - 5.6.3. Zonas prioritarias de actuación
 - 5.6.4. Medidas propuestas

6. MEJORA DE REGADIOS Y NUEVAS TRANSFORMACIONES

- 6.1. Mejora de los regadíos actuales
 - 6.1.1. Introducción
 - 6.1.2. Programas de modernización y mejora
- 6.2. Nuevas transformaciones en regadío
 - 6.2.1. Consideraciones iniciales
 - 6.2.2. Actuaciones propuestas

7. LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

- 7.1. Introducción
- 7.2. El aprovechamiento hidroeléctrico en el Guadalete - Barbate.
Situación actual
- 7.3. Medidas propuestas en el Plan

8. LAS AGUAS SUBTERRANEAS. DIRECTRICES PARA SU PROTECCIÓN Y RECUPERACION

- 8.1. Antecedentes y objetivos
- 8.2. Definición de las Unidades Hidrogeológicas

8.3. Problemas actuales y potenciales

8.3.1 Introducción

8.3.2. Sobreexplotación de acuíferos

8.3.3. Intrusión salina

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

8.3.5. Afección a cauces fluviales

8.4. Las aguas subterráneas y el medio ambiente

8.5. Medidas y propuestas

8.5.1. Principios generales

8.5.2. Medidas y Propuestas

CAPITULO IV. INVERSIONES Y FINANCIACION

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

2. INVERSIONES NECESARIAS

2.1. Saneamiento y depuración. Reutilización

2.2. Defensa contra las inundaciones

2.3. Mejoras, modernización y conservación de infraestructuras para ahorro y racionalización del uso de agua

2.4. Incremento de la oferta de recursos hídricos para demandas futuras de abastecimiento, regadíos y otros usos

2.5. Mejora y protección ambientales

2.6. Nuevas transformaciones en regadío

2.7. Aprovechamiento integral de las aguas subterráneas

2.8. Reposición y conservación

2.9. Programas y estudios

2.10. Inversiones totales

ANEXOS

- ANEXO 0. MARCO SOCIOECONOMICO
- ANEXO I. INVENTARIO DE RECURSOS HIDRAULICOS
- ANEXO II. USOS Y DEMANDAS
- ANEXO III. CRITERIOS DE PRIORIDAD Y COMPATIBILIDAD DE USOS
- ANEXO IV. ASIGNACION Y RESERVA DE RECURSOS
- ANEXO V. MEJORA Y TRANSFORMACION DE REGADIOS
- ANEXO VI. INFRAESTRUCTURAS BASICAS
- ANEXO VII. EVALUACION DE APROVECHAMIENTOS ENERGETICOS
- ANEXO VIII. CALIDAD DE LAS AGUAS Y ORDENACION DE VERTIDOS
- ANEXO IX. CALIDAD SANITARIA DE LAS AGUAS DESTINADAS AL CONSUMO
- ANEXO X. PERIMETROS DE PROTECCION Y CONSERVACION Y
RECUPERACION DE RECURSOS
- ANEXO XI. PLANES HIDROLOGICO-FORESTALES Y DE CONSERVACION DE
SUELOS
- ANEXO XII. DIRECTRICES PARA PROTECCION Y RECUPERACION DE
ACUIFEROS
- ANEXO XIII. AVENIDAS E INUNDACIONES

CAPITULO I. INTRODUCCION

1. OBJETIVO DEL PLAN HIDROLOGICO DE CUENCA

Con la promulgación de la Ley 29/1985, de 2 de Agosto, de Aguas, se inicia en España una nueva concepción de la planificación hidrológica al integrar todos los factores que están relacionados con el agua, desde su propio origen hasta su devolución al mar. Factores como la cantidad, calidad y gestión racional e integral, se conjugan con las potencialidades que posee para impulsar, equilibrar y armonizar el desarrollo económico y social, regional y sectorial del agua. El Título III de esa Ley encomienda a la planificación hidrológica la concreción de la política hidráulica con el objetivo y el alcance que la Ley determina. En el artículo 38.1 establece como **objetivos del PLAN** *...conseguir la mejor satisfacción de las demandas de agua y equilibrar y armonizar el desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y con los demás recursos naturales...*.

Esta visión integradora con la que se asume la elaboración de un **PLAN** de esta naturaleza es absolutamente novedosa en la historia de la planificación hidrológica española que, desde su inicio en 1902, ha sufrido diversos avatares derivados, unos de ellos, de su estricta condición de Plan de Obras, y otros, de la discontinuidad en la acción consecuencia de la turbulenta y cambiante evolución de la política española, de la que, en último extremo depende.

2. EVOLUCION HISTORICA DE LA PLANIFICACION HIDROLOGICA

2.1. Introducción

Se describe a continuación una síntesis de los diversos Planes que se han elaborado en España desde que se gestó un primer intento en 1902, hasta la actualidad. Se engloban en esta síntesis tanto aquéllos Planes que suponían una verdadera **ORDENACION** de los recursos hidráulicos, como los que se limitaban a una mera relación de **OBRAS PUBLICAS** promovidas por el Estado. En cada Plan analizado se indican las obras y actuaciones propuestas que tenían como ámbito geográfico la cuenca del Guadalquivir, en la cual estaba integrada la cuenca del Guadalete-Barbate.

2.2. El Plan de 1902

La consideración global de un plan de **ORDENACION** de los recursos hidráulicos no surge en España hasta la promulgación del R.D. de 11 de Mayo de 1900 que, en su artículo 3º establece ... *Las Divisiones de trabajos hidráulicos se consagrarán a ejecutar los trabajos para que la Dirección General de Obras Públicas ... redacte el **plan general de canales de riego y pantanos**, que será objeto de una Ley*

Hasta esa fecha habían prevalecido los planes de obras públicas entendidos como meros programas de inversiones que no entrañaban una política general de actuaciones ni comportaban una ordenación de conjunto del territorio afectado por tales obras. El Plan de 1902, redactado en ocho meses, pretendía agotar todas las posibilidades de construcción de embalses -casi de los regadíos previsibles en aquella época- y ha servido de base para el estudio posterior de todos los planes similares. Surge como un **Plan de Ordenación** que se esperaba desarrollar a largo plazo, *una vez realizado el estudio minucioso ... de las obras que haya de ejecutar el Estado directamente o por medio de concesiones.*

Hasta esa fecha había en España sesenta (60) presas, de las que ninguna estaba situada en la cuenca del Guadalquivir. El Plan contemplaba veinte (20) obras diferentes -con veintisiete (27) pantanos- que suponían la puesta en riego de 177 900 ha, de las que en la actualidad están en explotación 132 770 ha. De las veinte (20) obras propuestas se han realizado doce y de los veintisiete (27) embalses previstos se han construido dieciocho (18), por lo que el grado de cumplimiento de las actuaciones previstas en esa época, hasta la fecha actual -90 años más tarde-, se sitúa en el 75%. Destaca la programación de los embalses de Guadalcacín, Arcos y Bornos en la cuenca del Guadalete-Barbate.

2.3. Los Planes de 1909, 1916 y 1919

El **Plan de 1909** se limita a una intensificación de las obras ya iniciadas. Se trataba de introducir una planificación a medio plazo que trascendiera la potestad de los sucesivos gobiernos de ir consignando las partidas de obras hidráulicas con los presupuestos anuales, al tener que ajustarse a una planificación plurianual.

Con respecto a la cuenca del Guadalete y Barbate, el **Plan de 1909** contemplaba la construcción del embalse de Guadalcacín.

El **Plan de 1916** es otro intento fallido de comprometer fondos presupuestarios a medio plazo, previsto en diez anualidades y estructurado en cuatro grupos de obras: a) En ejecución, b) Con proyecto ultimado y ofrecimientos de auxilio, c) Con proyecto ultimado pero sin ofrecimientos de auxilio y, d) En fase de proyecto o estudio. Esta división en cuatro grupos es contradictoria con el establecimiento de prioridades de actuación para la ordenación del aprovechamiento hidráulico, y supone un predominio de la planificación técnico-administrativa sobre la socioeconómica. No contemplaba ninguna nueva actuación en la cuenca del Guadalete y Barbate.

En 1919 se produce otro intento -fracasado el de 1916- de **Plan** que *se integrará en un proyecto de ley de fomento de la riqueza nacional, que considere usos del agua distintos del de riego y, sobre todo, los aprovechamientos hidroeléctricos.*

El **Plan de 1919** es un plan de construcción, con una programación a medio plazo (11 años) que mantenía los objetivos del anterior en cuanto a superficie global a transformar, si bien reducía en un 20% el esfuerzo inversor.

En lo que respecta a la cuenca del Guadalete y Barbate, contemplaba la reforma de las obras del embalse de Guadalcaçín, previstas en los **Planes de 1902 y 1909**.

2.4. El Plan de 1933

Aunque durante la dictadura de Primo de Rivera predominaron las inversiones en carreteras sobre la de obras hidráulicas, por Real Decreto de marzo de 1926 se crearon las Confederaciones Hidrográficas que introdujeron un cambio en los procesos de planificación al centrarse, por deslizamiento, en los Planes de cuenca.

Pero no es hasta el mes de Febrero de 1933 cuando se funda el Centro de Estudios Hidrográficos al que se encarga, en la persona de su director Manuel Lorenzo Pardo, la tarea de realizar, en tres meses escasos, un Plan Nacional de Obras Hidráulicas.

El 31 de Mayo de 1933 se envió a las Cortes Constituyentes el **Proyecto de Plan de obras hidráulicas para riegos** que, con el triunfo de las listas conservadoras en las elecciones generales de Noviembre de 1933 y la sustitución de Indalecio Prieto como Ministro de Obras Públicas, se conservó como mera figura de proyecto, al no ser aprobado definitivamente.

La idea básica del **PLAN** consistía en atribuir a los nuevos regadíos la función motora de una producción encaminada tanto a satisfacer las necesidades del consumo nacional, como a disponer de excedentes para intercambiarlos en el mercado exterior. Los productos que permitían conseguir el primer objetivo los asignaba a las cuencas atlánticas, a la del Ebro y a la del Guadalquivir, y los que se iban a dedicar a los intercambios comerciales, a las cuencas mediterráneas. La nueva superficie total de regadíos que se consideraba de urgente implantación para garantizar la eficacia inmediata del **PLAN** se evaluaba en 600 000 ha.

El **PLAN** iba encaminado a corregir tanto el desequilibrio económico como el desequilibrio hidrológico, puesto que planteó el primer trasvase intercuenca (Tajo-Segura) que permitía transferir los excedentes de las cabeceras del Tajo y del Guadiana hacia la vertiente mediterránea.

La programación del **PLAN** se estableció a largo plazo -veinticinco años- y, además del catálogo de obras necesarias para cumplimentar aquél, proponía otro catálogo de *obras a estudiar* para analizar su potencialidad real. En definitiva, el **PLAN** contemplaba una relación de 202 obras y 1 285 000 ha a transformar en regadío de las cuales, 318 940 se destinaban a la exportación y 966 960 al consumo interior.

Por cuanto se refiere a la cuenca del Guadalquivir el número de obras propuestas ascendía a 30 -de las cuales 16 no figuraban en el Plan de 1902- y la superficie de riego a transformar ascendía a 200 620 ha. Las obras que no estaban consideradas en el Plan de 1902 eran las siguientes: Pantano y Canal del Guadalbaccar; Mejora de la acequia Gorda del Genil; Mejora de las acequias Real e Isabel la Católica; Canal de Albolote; Pantano y Canales del Colomera; Pantano y Canales del Cubillas; Mejoras en los riegos de Guadix; Riego de la Vega de Carmona; Pantano de Iznájar; Pantano de Puente Nuevo; Pantano y Canal del Retortillo; Pantano de Castril; Pantano de Guardal y Ampliación de los canales del Guadalentín.

2.5. El Plan de 1940

Finalizada la guerra civil española y dado el estado de deterioro en el que quedó la producción agrícola, se abordó el consiguiente **PLAN** como instrumento para el desarrollo económico. Este **PLAN** estaba articulado como plan técnico puesto que su versión inicial constaba de una selección de estudios ya hechos, no incluía el proyecto de las obras correspondientes y tenía un contenido eminentemente pragmático. Se insinúa en el **PLAN** una metodología de planificación continua traducida en su carácter abierto y revisable.

El catálogo de obras propuestas lo dividía en cuatro grupos: a) Obras urgentes, b) Obras en construcción, c) Obras con proyecto y, d) Estudios que deben terminarse con toda urgencia.

Para la cuenca del Guadalquivir se preveía la puesta en riego de 195 143 ha nuevas y 25 000 ha mejoradas, todas ellas abastecidas por dieciocho (18) obras que ya estaban consideradas en alguno de los planes anteriores.

Este **PLAN** tuvo una larga duración y su materialización supuso un hito en las realizaciones hidráulicas del Estado. En el período 1940-63 se construyeron en la cuenca del Guadalquivir veinticuatro (24) presas que proporcionaron un volumen de embalse de casi 2 000 hm³.

2.6. Los Planes de Desarrollo

El período que transcurre durante los veinte años siguientes a la aprobación del Plan de 1940 se puede adjetivar como de cierta confusión administrativa. La creación del Instituto Nacional de Colonización -futuro **IRYDA**-, la reorganización del Centro de Estudios Hidrográficos, que asumía competencias planificadoras antes asignadas a las Confederaciones Hidrográficas, y la creación de Comités Interministeriales para tutelar la planificación hidráulica, motivaron no solamente que el Plan General no fuera sustituido por planes de cuenca elaborados por las Confederaciones respectivas, sino que la planificación se disgregó en planes individualizados con lo que se perdió la visión globalizadora de los objetivos socioeconómicos.

Pero es a partir de 1961 cuando se pone en marcha una **planificación económico-social continua**, a base de planes cuatrienales, que tiene carácter **indicativo** para el sector privado y **vinculante** para el sector público. En los inicios de 1964, la superficie pendiente de transformar en regadío en la cuenca del Guadalquivir era de 197 333 ha. Durante la duración de los Planes de Desarrollo se pusieron en riego 86 492 ha, con lo que en 1976 quedaban pendientes de transformar 110 841 ha.

Las realizaciones prácticas en la cuenca durante el período 1964-75 se traducen en la construcción de treinta (30) nuevas presas con una capacidad de embalse total de 2 234 hm³.

2.7. Antecedentes inmediatos del Plan actual

A partir de 1974 se iniciaron las actuaciones que, tras una serie de avatares, culminaron en un documento final de planificación. La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir elaboró un **PLAN GENERAL** que se desarrolló en dos fases hasta el año 1978. El Decreto 3029/79 de 7 de diciembre, ordenaba la ejecución de los Planes Hidrológicos a las Confederaciones Hidrográficas e indicaba tanto el contenido que, necesariamente, debían de tener, como los agentes encargados de su realización; esto es, la Comisión de Planificación Hidrológica, de carácter interministerial¹ que, a su vez, instituyó el Grupo de Trabajo de Coordinación y Normas. En la cuenca se creó un Grupo de Trabajo Regional que se encargó de la elaboración del **PLAN**. La utilización y actualización de los datos aportados en el **PLAN** de 1978 dio lugar al **AVANCE 80** de Plan Hidrológico y a una serie de estudios básicos culminados en 1983, con lo que se cierra un período histórico diferencial con respecto a la nueva etapa planificadora que empezó con la aprobación de la nueva Ley de Aguas en el mes de agosto de 1985.

2.8. La Planificación Hidrológica actual

Con la promulgación de la Ley 29/85, de Aguas, se inició una nueva y definitiva etapa en la Planificación Hidrológica que va a culminar con la elaboración de este **PLAN** de cuenca.

El Título III de dicha Ley está dedicado a la planificación hidrológica y en su artículo 38, define como objetivos de la misma *conseguir la mejor satisfacción de las demandas de agua y equilibrar y armonizar el desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.*

La visión totalizadora e integradora que emana de este artículo marca un hito de referencia por cuanto que rompe con los planteamientos históricos que se han resumido en el apartado anterior. En este sentido hay que resaltar que:

- La planificación hidrológica se entiende en un sentido más amplio que los meros planes de obras, de enfoque particular. Los aspectos socioeconómicos de la planificación -satisfacción de demandas sociales-, se conjugan con los aspectos medioambientales relacionados con la calidad del agua y con la protección de los ecosistemas en los que se desenvuelve.

¹ Ministerios de Obras Públicas y Urbanismo, Ordenación Territorial, Industria y Energía, Agricultura, Comercio y Turismo, Sanidad y Administración Territorial.

- El hecho de dotar de un marco legal a la planificación hidrológica refuerza su papel institucional al elevarla a categoría legislativa.

Que la planificación hidrológica trasciende el concepto de plan de obras lo indica el contenido mismo que, necesariamente, deben incluir los Planes de cuenca, tal y como lo establece el artículo 40 de la Ley. Para dar adecuada respuesta a esa prescripción es necesario investigar una serie de cuestiones, que se aclaran a continuación.

Las demandas de agua

El conocimiento de las demandas de agua es uno de los objetivos básicos de la planificación hidrológica. Para conseguirlo se debe partir de la situación actual en cuanto a los usos y aprovechamientos del agua, con objeto de evaluar tanto las demandas que se derivan de la satisfacción de las necesidades ya existentes y de su crecimiento previsible, como las que corresponden a oportunidades de aprovechamiento del recurso que pueden contribuir al desarrollo regional y sectorial.

Para realizar un análisis riguroso de las demandas es necesario efectuar un estudio de los sectores consumidores principales: la población, agricultura, energía, industria y otros usos consuntivos, con objeto de evaluar, tanto las demandas parciales como las demandas totales -por agregación- que, en última instancia, deberán ser coherentes con la evolución previsible del marco socioeconómico.

Asimismo la planificación hidrológica debe establecer los niveles de calidad que hay que exigir al agua según los usos a que se destine, puesto que su coste crecerá, en general, con los objetivos de calidad propuestos. Las especificaciones que se adopten deberán estar de acuerdo con la normativa alimentaria y sanitaria española y de la Comunidad Europea.

La Ley dedica, al enunciar los objetivos de la planificación, sendos epígrafes específicos a la evaluación de los proyectos de riego e hidroeléctricos, respecto a cuyas demandas pueden hacerse las siguientes consideraciones:

- Para la evaluación de la demanda agrícola, debe completarse el análisis macroeconómico nacional, con una investigación adicional de los mercados exteriores a los que se orienta la producción agraria española, y de los condicionantes que se asumieron durante el proceso de negociación para la entrada en la Unión Europea y como país adherido al acuerdo comercial conocido como **GATT**.

- Con respecto a las demandas hidroeléctricas hay que hacer constar que, en la cuenca del Guadalquivir, este uso está condicionado y supeditado a los de riego, por lo que se deberá analizar la explotación hidroeléctrica con este condicionante.

El estudio de los recursos

La evaluación de los recursos hídricos se efectúa a través de las series de datos estadísticos hidrológicos que caracterizan los factores que condicionan su cuantía: climáticos, foronómicos, piezométricos, de calidad, etc, que permiten determinar las características estadísticas básicas necesarias para la evaluación, a efectos de planificación, del recurso.

La irregularidad temporal y espacial de las precipitaciones y el desajuste espacio-temporal del binomio demanda-recurso son la causa de que los recursos naturales, por sí mismos, sean insuficientes para satisfacer las demandas hídricas. Por este motivo, es preciso acudir a la implantación de las **infraestructuras** capaces de convertir esos recursos naturales en recursos **REGULADOS**, para que se puedan suministrar cuando la demanda lo solicite.

Dada la escasez del recurso y las cuantiosas inversiones que suelen ser necesarias para su regulación, se plantea una gestión integral del mismo, es decir, una gestión unitaria de la cantidad y de la calidad desde que se capta el recurso hasta que se vierte al mar, que contemple otras fuentes de recursos hídricos como es la reutilización y, como fuente especialmente importante, el ahorro del consumo mediante la introducción de mejoras tecnológicas en los métodos de empleo del recurso y la concienciación ciudadana y la penalización económica de los despilfarros.

Defensa contra las inundaciones y la desertización

Algunas zonas de la cuenca se hallan expuestas a graves riesgos de inundación. Estas situaciones pueden paliarse -o incluso suprimirse en algunos casos- mediante la ejecución de medidas estructurales -embalses de laminación, encauzamientos, defensas, etc-, o la implantación de medidas de gestión, entre las que el **SAIH**, actualmente en implantación en la cuenca, debe ser el elemento integrador.

Estas medidas programadas a corto y medio plazo deben completarse con otras a largo plazo, tales como las técnicas de reforestación, defensa del suelo y corrección de barrancos y torrentes, así como con medidas no estructurales, como es el control adecuado del dominio público hidráulico, delimitado tal y como indica el Reglamento del Dominio Público

Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley de Aguas (B.O.E de 30 de Abril de 1986)- para evitar una ocupación ilegal de los cauces que impida el paso de las avenidas.

Ordenación y protección del recurso

La **ordenación y protección** del recurso es una necesidad perentoria que se deriva, tanto de las diferentes utilidades a que se puede someter, como de su escasez natural. Este hecho obliga a establecer en cada tramo de río, embalse o acuífero unos criterios de compatibilidad y prioridad -cuando no de exclusividad- de usos concediendo preferencia a los que se adapten mejor a un desarrollo regional, sectorial y local armonizado. Consecuencia de la aplicación de esos criterios, es la asignación de recursos para cada demanda, prescrita explícitamente por la Ley.

Un caso específico de la asignación de recursos a las demandas es la reserva de los mismos, por parte de la Administración, para atender la satisfacción de demandas previstas para el futuro, posibilidad que contempla la Ley junto con la de reservar terrenos para la ejecución de las infraestructuras básicas requeridas por el **PLAN**.

Por cuanto a la protección de la **calidad de los recursos** se refiere, la planificación debe, por una parte, establecer los objetivos de calidad exigibles a cada tramo de río o acuífero en función de los usos a los que los haya destinado y, por otra, adoptar las medidas correctoras -control de vertidos líquidos y sólidos, tratamientos, recargas hidrogeológicas, etc- necesarias para asegurar esa calidad y evitar la contaminación de ríos y acuíferos.

La Directiva comunitaria marca a este respecto una serie de plazos dentro de los cuales, según el tamaño de población, se deben someter a los vertidos urbanos a un determinado tipo de tratamiento de depuración antes de su incorporación al cauce.

Protección del medio ambiente

El medio hídrico constituye un componente básico del medio ambiente general. Por ello, al hilo de los problemas de planificación que se han ido exponiendo, han surgido cuestiones relacionadas con la protección del medio ambiente, tal como la propia calidad del recurso y la lucha contra la desertización.

Además cabe recordar otros dos problemas previstos expresamente por la Ley, cuales son la asignación de recursos específicos para asegurar la circulación de caudales mínimos en la red hidrográfica principal -por exigencias sanitarias y paisajísticas-, y las medidas de pro-

tección especial de humedales, acuíferos o masas de agua que lo requieran por sus características naturales o interés ecológico, en coordinación con la política ambiental y de protección de la naturaleza.

Investigaciones y estudios

Es objeto también de la planificación hidrológica la programación del establecimiento de redes suficientes y completas de estaciones de medida de todo tipo, la realización de campañas de investigación y la ejecución de cuantos estudios complementarios se consideren necesarios para mejorar la calidad técnica del Plan.

Plan Hidrológico frente a Plan de Obras

Como ha quedado de manifiesto al tratar las cuestiones anteriores, el marco del concepto actual de planificación es mucho más amplio que el de un mero Plan de Obras.

En cuanto al propio objetivo de identificación y estudio de obras, el **PLAN** sólo ha de ocuparse de las denominadas infraestructuras básicas, definidas por la Ley como *las obras y actuaciones que, influyendo significativamente en el ámbito hidráulico en que se insertan, forman parte integrante de los sistemas de explotación que hacen posible la oferta de recursos prevista por el Plan.*

Horizontes temporales de la planificación

La preocupación básica por la evolución de la demanda -motor de la planificación- se refleja en la prescripción reglamentaria de que los sistemas de explotación deberán ser estudiados en tres horizontes temporales:

- El estado actual -que el P.H.N. fija en el año 1992- y, de cuyo análisis se desprenderá, como elemento de mayor interés, la evaluación de los recursos disponibles y la identificación de los usos y las demandas asociadas.
- La prognosis a diez y veinte años -2002 y 2012- en las que, junto al crecimiento de las necesidades actuales, alcanzará cada vez mayor importancia la evaluación de las oportunidades de desarrollo.

Participación social

La elaboración de los Planes Hidrológicos de cuenca se articula en unos órganos representativos de los **agentes sociales** afectados -Administración Central y Autonómica, Usuarios, Servicios Técnicos de la Confederación-, como son el Consejo del Agua de la cuenca y el Consejo Nacional del Agua.

La planificación hidrológica como elemento subsidiario

La concepción de la planificación hidrológica española abarca aspectos fundamentales del desarrollo social que forman parte de su contenido pluridisciplinar: la demografía, el cuadro socioeconómico, el sector agrario, el sector energético, los sectores industriales consumidores de agua, la calidad medioambiental, la protección de áreas territoriales de interés, en particular, y del suelo en general.

Este enfoque hace que la planificación hidrológica resulte un instrumento subsidiario de gran interés en aquellas zonas en las que no se disponga de otros elementos habituales de planificación.

3. MARCO LEGAL Y COMPETENCIAS DE LAS COMUNIDADES AUTONOMAS EN EL ÁMBITO TERRITORIAL DEL PLAN

El **PLAN** hidrológico de cuenca está sustentado por un amplio y diverso corpus legal y administrativo que fija, desde los objetivos últimos de la política hidráulica y los medios para alcanzarlos, en coordinación con la planificación económica sectorial, hasta los procedimientos de elaboración y el proceso de tramitación administrativa para lograr su aprobación.

La consideración del agua como bien económico escaso y las concepciones de la cantidad y calidad del mismo configuran el marco unitario de la planificación hidrológica.

3.1. Ley de Aguas

La **Ley 29/1985** de 2 de Agosto, **de Aguas** confiere al Título III "De la Planificación Hidrológica" el rol de pieza maestra en la que basa toda la actividad de la planificación hidrológica, a la que encomienda:

- El conocimiento y análisis de la situación actual, mediante la definición y cuantificación de los elementos que la configuran.

- La previsión de la evolución de las magnitudes que varían en el tiempo y su afección al recurso.
- La fijación de los objetivos, cualitativos y cuantitativos, de la política hidráulica para los horizontes de futuro.
- La definición de las actuaciones de todo tipo que se consideren necesarias para alcanzar dichos objetivos y la valoración social, técnica y económica de las mismas.

El Artículo 40 de la Ley de Aguas especifica el contenido mínimo que, necesariamente, deben tener los planes de cuenca y que se reproduce a continuación:

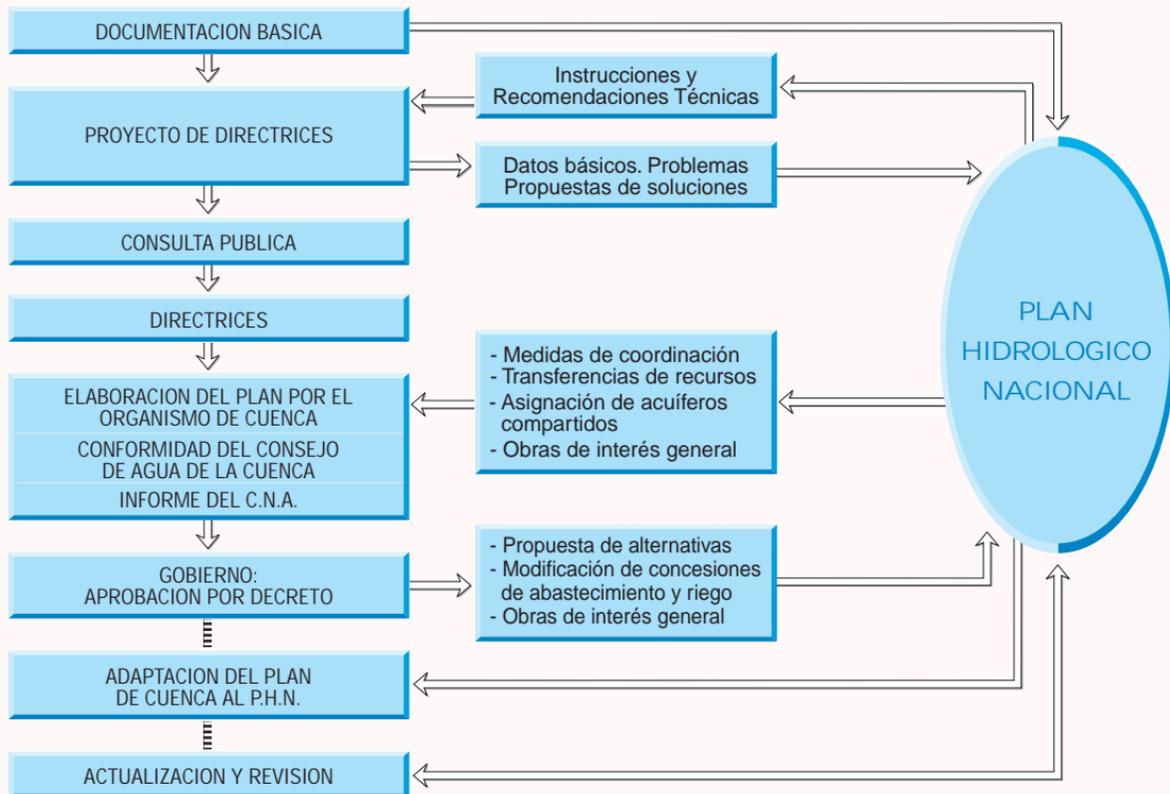
40. Los Planes Hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:

- a) El inventario de los recursos hidráulicos*
- b) Los usos y demandas existentes y previsibles*
- c) Los criterios de prioridad y compatibilidad de usos, así como el orden de preferencia entre los distintos usos y aprovechamientos*
- d) La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación o recuperación del medio natural*
- e) Las características básicas de calidad de las aguas y de la ordenación de los vertidos de aguas residuales*
- f) Las normas básicas sobre mejoras y transformaciones en regadío que aseguren el mejor aprovechamiento del conjunto de recursos hidráulicos y terrenos disponibles*
- g) Los perímetros de protección y las medidas para la conservación y recuperación del recurso y entorno afectados*
- h) Los Planes hidrológico-forestales y de conservación de suelos que hayan de ser realizados por la Administración*
- i) Las directrices para recarga y protección de acuíferos*
- j) Las infraestructuras básicas requeridas por el Plan*
- k) Los criterios de evaluación de los aprovechamientos energéticos y la fijación de los condicionantes requeridos para su ejecución*
- l) Los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos*

3.2. Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica

Este Reglamento desarrolla ampliamente en su Título II, el alcance de estos contenidos y aporta las matizaciones necesarias para su mejor comprensión. En su Capítulo III indica los procedimientos de elaboración, aprobación y revisión de los Planes Hidrológicos. En el gráfico siguiente se especifican las fases por la que, necesariamente, debe pasar el **PLAN** de cuenca antes de su aprobación.

PLAN HIDROLOGICO DE CUENCA



3.3. Instrucciones y Recomendaciones Técnicas para la elaboración de los Planes hidrológicos de cuencas intercomunitarias

Por Orden Ministerial de 24 de septiembre de 1992 se aprobaron estas Instrucciones y Recomendaciones Técnicas (ITC) con el objeto de que sirvieran para homogeneizar y sistematizar los trabajos de cuantificación de las diferentes cuestiones básicas incluidas en los **PLANES** de las cuencas intercomunitarias. La orden culmina aportando unas dotaciones máximas para la evaluación de las demandas urbanas, agrícola e industrial singular, para los tres horizontes del **PLAN**, en el caso de que no estuvieran rigurosamente cuantificadas.

3.4. Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional

En el mes de abril de 1993 se envió este documento al Consejo Nacional del Agua para que lo analizara y lo tramitara si merecía su aprobación. Como aportación novedosa incluye una relación de Programas y Estudios que, sobre treinta (30) temas diferentes, deben considerar los Planes de cuenca para su elaboración en el transcurso de los distintos horizontes del **PLAN**.

Hasta la fecha el documento no ha sido aprobado definitivamente aunque sus disposiciones prescriptorias han servido de referencia y orientación para elaborar los diferentes temas que constituyen este **PLAN** Hidrológico del Guadalquivir.

3.5. Competencias de las Comunidades Autónomas en la cuenca del Guadalete-Barbate

El ámbito territorial de la cuenca del Guadalete-Barbate se extiende por 6 445km² dentro de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

La Ley Orgánica de 30 de Diciembre de 1981, que recogía el Estatuto de Autonomía para Andalucía, estableció competencia exclusiva a esta Comunidad sobre las siguientes materias relacionadas con la Planificación hidrológica:

AGUA Y ORDENACION DEL TERRITORIO

- Tratamiento especial de zonas de montaña, sin perjuicio de lo dispuesto en el número 23, apartado 1, del artículo 149 de la Constitución.
- Recursos y aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos cuando las aguas transcurran únicamente por Andalucía.
- Aguas subterráneas, cuando su aprovechamiento no afecte a otro territorio.

- Aguas minerales y termales.

MEDIO AMBIENTE

- Espacios naturales protegidos, sin perjuicio de lo dispuesto en el nº 23, apartado 1, del art. 149 de la Constitución.
- Dentro del marco de la regulación general del Estado, el desarrollo legislativo y la ejecución en materia de medio ambiente, higiene de la contaminación biótica y abiótica.
- Ejecución de la legislación del Estado en materia de vertidos industriales y contaminantes en las aguas territoriales correspondientes al litoral andaluz.

AGRICULTURA Y GANADERIA

- R.D. 3334 publicado en el BOE del 20-I-1984 en el que se transfieren las materias de MEDIO AMBIENTE. La asignación de las competencias transferidas a la Dirección General de Medio Ambiente se efectúa en el decreto 25/84 de 8 de febrero del Gobierno Andaluz.
- R.D. 2802 publicado en el BOE del 11-XI-1983 que contiene las transferencias en materia de ESTUDIOS DE ORDENACION DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE. El decreto 246/83 de 23 de Noviembre de la Junta de Andalucía asigna las competencias transferidas a la Consejería de Política Territorial y Energía.
- R.D. 1096, publicado en el BOE del 11-VI-1984 por el que se transfieren las materias relativas a la CONSERVACION DE LA NATURALEZA. Por el decreto 225/84, de 9 de octubre, se distribuyen las competencias transferidas entre el Instituto Andaluz de Reforma Agraria (IARA) y la Agencia de Medio Ambiente (AMA).
- R.D. 1132, publicado en el BOE de 18-VII-1984 a través del cual se transfieren materias relativas a ABASTECIMIENTO DE AGUAS, SANEAMIENTO, ENCAUZAMIENTO Y DEFENSA DE MARGENES Y RIOS.
- R.D. 1.129/84 de 4 de Abril, por el que se traspasan funciones y servicios del Estado en materia de reforma y desarrollo agrario.

CAPITULO II. EL AGUA EN LA CUENCA. VISION GLOBAL

1. MEDIO FISICO

1.1. Ambito territorial del Plan

El espacio geográfico de la cuenca hidrográfica del Guadalete-Barbate es el constituido por la cuenca vertiente del Guadalete, la del Barbate, y la de los ríos de la vertiente atlántica que desembocan entre ellos; configurada y delimitada por los elementos específicos que la enmarcan: el Valle del Guadalquivir al Norte, el extremo occidental del sistema subbético en la parte oriental y el océano Atlántico al Sur y al Oeste.

La superficie total de la cuenca asciende a 6.445 km², distinguiéndose tres cuencas hidrográficas naturales independientes:

- Río Guadalete 3.677 Km²
- Río Barbate 1.329 Km²
- Resto vertiente atlántica 1.439 Km²

La cuenca se extiende, en su práctica totalidad, por la provincia de Cádiz, conteniendo una pequeña porción de las provincias de Málaga y Sevilla, tal y como puede observarse en el cuadro siguiente.

CUADRO II.1
DISTRIBUCION PROVINCIAL DE LA CUENCA

PROVINCIA	SUPERFICIE EN LA CUENCA (km ²)	AREA EN LA CUENCA VERSUS AREA PROVINCIA (%)	PARTICIPACION EN LA CUENCA (%)
CADIZ	6 224	84,28	90,57
SEVILLA	71	0,51	1,10
MALAGA	150	2,06	2,33
TOTAL (km²)	6 445		100,00

En la **lámina M-1** se puede observar la distribución provincial de la cuenca.

El **clima** de la Cuenca viene definido por su situación geográfica que justifica su pertenencia al ámbito climático mediterráneo, cuyos caracteres esenciales dominan toda la región. No obstante, su apertura hacia el Atlántico, facilitada por la disposición del relieve introduce matices oceánicos que determinan en ciertos parajes niveles pluviométricos semejantes a los de la España húmeda.

El relieve y la orientación de las Sierras de Grazalema, Lijar y Las Cumbres, influyen también en las condiciones climáticas condicionando que mientras en la zona litoral el clima es de tipo subhúmedo y caracteres mediterráneos, en las sierras béticas y en especial Grazalema encontremos un tipo de clima especialmente húmedo, con precipitaciones que en ocasiones superan los 1.800 mm/año, llegando en ocasiones a los 2.000 mm/año.

La distribución de las precipitaciones es muy irregular tanto en el espacio (frente a los ya mencionados 1.800 mm/año en Grazalema, en la zona de la Bahía de Cádiz la media no supera los 600 mm/año) como en el tiempo, con una clara inconstancia interanual y una marcada distribución estacional.

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

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

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

Finalmente, tienen interés los depósitos aluviales cuaternarios a lo largo de los ríos, principalmente Guadalete y Barbate, dispuestos en terrazas y constituidos por un conjunto de gravas, arenas, limos y arcillas, con unos 280 Km² de afloramientos permeables. Un aspecto a destacar en estas formaciones es la intensa relación acuífero-río.

La caracterización de las clases de acuíferos presentes en la Cuenca del Guadalete-Barbate en función de la tipología de su formación es la siguiente:

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

La **morfología** de la cuenca está caracterizada por un relieve típicamente serrano, con presencia continua de serranías medias y bajas, que sólo tienden a desaparecer casi por completo en el cuadrante noroccidental de la provincia, con las vegas, terrazas, campiñas y espacios marismeños del Guadalete y del Barbate.

A consecuencia de la agitada historia geológica, y debido a la actuación de los agentes erosivos y de la tectónica, los materiales que conforman el solar gaditano van producir formas de relieve muy diversas; de ellos destacamos los más importantes.

Las ofitas, duras rocas de origen subvolcánico, que aparecen como intrusiones dentro de los materiales margosos del Triásico, dan lugar, por su dureza a cerros aislados y abruptos.

Las duras calizas del Jurásico, que se encuentran diseminadas por todo el norte de la Cuenca, y concentradas en el ángulo noreste, dan lugar a varios tipos de relieves. Cuando aparecen diseminadas por las zonas de llanuras y campiñas conforman cerros y pequeñas sierras como son, el Monte Berrueco, la Sierra de Gibalbín, etc.

En el ángulo noreste de la cuenca dan lugar a sierras de escarpes muy abruptos, formando las calizas los relieves más acentuados, que se yerguen sobre rocas más blandas, en las que se producen fenómenos de abarrancamiento. a su vez sobre estas calizas se producen los más variados tipos de relieves karsticos, destacando: dolinas, simas (como la de Villaluenga), póljes y lapíaces. Junto a estos relieves, los fenómenos de contracción y dilatación en la roca dan lugar a extensos canchales al pie de los escarpes.

Las margas eocenas, situadas al oeste de una línea que uniese los ríos Majaceite y Barbate, dan lugar a lomas suavemente onduladas, afectadas por plegamientos no muy fuertes, que se conocen como campiñas de bujeos. Al este de la referida línea, las arcillas y margas calcáreas miocenas dan lugar a colinas de escasa altitud, que se forman igualmente en el Mioceno próximo al Guadalete.

Las margas con diatomeas, llamadas albarizas o moronitas, afectadas por suaves plegamientos y por la erosión, dan lugar a cerros de contorno convexo cóncavo muy suaves. En ellos destaca la blancura de la marga, sin descomponer aún, en las zonas altas, y la formación de suelos negros en las partes bajas al evolucionar la descomposición de la misma.

Las margas y areniscas del Mioceno Superior, situadas entre Jerez y Arcos de la Frontera, dan lugar a lomas suaves de tierras pardas y amarillentas.

Cuando en el Mioceno predominan los estratos de arenisca en una posición superior se produce una erosión diferencial que ataca más fuertemente a las blandas margas y permite que las areniscas aparezcan como bancos de piedra sobre el terreno de colinas circundante; estos relieves son conocidos como "mesas", y predomina en la zona de Vejer, pero también forman el promontorio sobre el que se asienta Arcos de la Frontera.

Los materiales pliocénicos depositados horizontalmente dan lugar a llanuras, que en el caso de las zonas de Chiclana y Chipiona toman un color rojizo típico.

Las areniscas del Aljibe, fuertemente afectadas por los movimientos tectónicos pero poco compactadas, dan lugar a relieves acentuados y uniformes desde Ubrique hasta el mismo Estrecho de Gibraltar. Estas areniscas son atacadas fuertemente por las aguas de escorrentía que, profundizando en ellas ocasionan largas y estrechas vaguadas, de paredes verticales y fondos arcillosos, que se denominan canutos.

Los arenales costeros y dunas, fruto de acumulaciones por deriva litoral, destrucción de promontorios costeros y aportes aluviales, ayudados por el viento, ocupan grandes extensiones. Constituyen la forma más dominante en zonas como los Caños de Meca, y son notables las dunas de la Algaida en Sanlúcar, las de Meca y Trafalgar.

Los relieves de los antiguos estuarios marinos, que son colmatados paulatinamente por aportes fluviales y de mareas, dan lugar a las marismas; son extensas llanuras de inundación periódica, de carácter salino en sus suelos y que ocupan grandes superficies en la desembocadura del Guadalete y Barbate.

Las acumulaciones de materiales acarreados por los principales ríos dan lugar a las vegas aluviales, no muy extensas en la cuenca, salvo la del Guadalete, pero de gran importancia por sus posibilidades agrícolas.

Finalmente el deslizamiento de materiales blandos en masa a través de las laderas, caídos por gravedad o arrastrados por erosión laminar, es de gran importancia en la provincia de Cádiz, sobre todo en su sector central. Estas acumulaciones dan lugar a amplias llanadas de coluviales similares en su forma a las vegas aluviales.

1.2. Estructuras Espaciales Internas

El medio físico, la historia, la población y las actividades económicas son factores que determinan las características singulares de cada división espacial. Para la correcta planificación hidrológica es necesario poseer una visión sintética de los diferentes factores que la condicionan, puesto que un conocimiento aislado aportaría datos parciales e insuficientes para la planificación global.

Por cuanto al medio físico se refiere, es evidente que la naturaleza geológica, la disposición del substrato soporte de la actividad, su morfología y la climatología son determinantes en la hidrología de una cuenca. En la del Guadalete-Barbate están representadas dos unidades estructurales: la Depresión del Guadalquivir, y el Conjunto Bético, representado en las Sub-

nidades Subbética y Campo de Gibraltar. Estas unidades se corresponden en cierta forma con unidades físicas bien definidas en la Cuenca: Campiñas y Vegas, Sierras Béticas y Litoral.

En la **lámina M-2** se puede observar la disposición de las áreas espaciales internas obtenidas a partir de las unidades estructurales que las generan. La correspondencia entre unidad física y área espacial interna se indica en el **cuadro II. 1**.

CUADRO II.1

UNIDAD FISICA	AREA ESPECIAL INTERNA
Campiñas y Vegas	Campiña de Cádiz
Sierras Béticas	Sierra de Cádiz
Litoral	Costa Noroeste La Janda Campo de Gibraltar

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



UNIDADES ESTRUCTURALES

- DEPRESION DEL GUADALQUIVIR
- ZONA INTERNA: LAS UNIDADES MALAGUIDES
- LOS FLYSCH
- ZONA EXTERNA: EL SUBBETICO

Las áreas especiales internas se corresponden con las comarcas naturales de la cuenca del Guadalete-Barbate que se detallan a continuación:

- **Sierra de Cádiz**

Integrada dentro de las comarcas béticas andaluzas, constituye la cabecera de la cuenca del Guadalete y está situada en el extremo nororiental de la provincia; es la comarca en la que se alcanzan las mayores altitudes, desarrollándose entre los 400 m y los 1 654 m del pico del Pinar, en la sierra del mismo nombre.

- **Campiña de Cádiz**

Situada al Norte de la provincia, lindando con la de Sevilla, ocupa la práctica totalidad de la cuenca media y baja del Guadalete; es la comarca más extensa, y la segunda en importancia en número de habitantes. Se desarrolla entre los 0 m y los 400 m. de cota sobre el nivel del mar, existiendo una importante zona de regadío.

- **La Janda**

Ubicada en el centro de la provincia, constituye la cuenca del Barbate, salvo la subcuenca del río Almodovar perteneciente al Campo de Gibraltar.

- **Costa Noroeste de Cádiz**

Situada a ambos lados de la bahía de Cádiz, es el sector de mayor concentración de población de la cuenca. Esta comarca hidrológicamente no pertenece a la Cuenca del Guadalete, ni del Barbate, formando parte del área denominada "Resto de la vertiente atlántica".

- **Campo de Gibraltar** (parcialmente)

De esta comarca sólo pertenece a la cuenca del Guadalete-Barbate el municipio de Tarifa, por el que transcurre el río Almodóvar afluente del Barbate.

La descripción de estas áreas se efectúa para caracterizar las condiciones naturales puesto que para la gestión del recurso agua, el espacio geográfico se ha distribuido en dos (2) sistemas de explotación de recursos que responden a una integración *origen del recurso-demanda satisfecha*; y cuyos ejes principales los constituyen respectivamente los ríos Guadalete y Barbate.

2. MEDIO HUMANO. CARACTERIZACION DE LA POBLACIÓN

Según el censo de 1991, la población de la cuenca asciende a 889 990 habitantes, la cual pertenece prácticamente a la provincia de Cádiz, con la excepción de los núcleos de Coripe

y Pruna, que pertenecen a la provincia de Sevilla. Su distribución provincial se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO II.2
DISTRIBUCION PROVINCIAL DE POBLACION
CENSO DE 1991

PROVINCIA	POBLACION 1991	
	HABITANTES	PORCENTAJE (%)
CADIZ	885 205	99,46
SEVILLA	4 785	0,54
TOTAL	889 990	100,00

La **población** ha evolucionado históricamente desde cerca de 450.000 habitantes que se asentaban en 1900 hasta los casi 900.000 habitantes del censo de 1991, lo que supone casi la duplicación de la población inicial. La evolución a lo largo del tiempo no ha sido uniforme, puesto que en 1930 hubo un bache poblacional, y en el decenio 1960-70 el crecimiento fue menor, fruto del fenómeno de la emigración, tanto exterior como interior al territorio nacional; el índice de crecimiento se ha establecido para 1991 en 109 %. Por cuanto a la **densidad** se refiere también hay que destacar que ha ido aumentando de 95 hab/km² que se daban en 1950, son ahora 141 hab/km² de 1991, por encima de la media nacional -79 hab/km²-. Estas personas tienen una **distribución por sexos** en la que la resultante es un 49,8% de mujeres y un 50,2% de hombres; por su parte, el **crecimiento vegetativo** de 1990 arrojaba una media para la cuenca en torno al 6,65‰, similar al del conjunto de Andalucía -4,71‰- pero muy por encima del conjunto nacional -1,67‰-. Este hecho supone la existencia de un "potencial de presión" sobre el aprovechamiento de los recursos hídricos tres veces superior al de la media nacional.

En cuanto a los **movimientos migratorios** que se producen en la cuenca, hay que hacer constar que la emigración al extranjero ha cambiado de signo en los últimos años, hecho motivado por la crisis económica mundial, y que los movimientos dentro de Andalucía se mantienen altos, con predominio hacia la provincia de Sevilla y las provincias costeras, que arrojan un saldo claramente positivo.

La población está muy concentrada en **núcleos urbanos** de más de 10 000 habitantes, siendo de destacar el peso poblacional y como centro de servicio de Cádiz capital y de Jerez de la Frontera, que conjuntamente representan el 36% de la población de la cuenca. Según el censo de 1991, de un total de 37 municipios, 17 núcleos urbanos superaban ésta población, que equivalía al 92% del total de la cuenca. Este hecho es relevante por las implicaciones que tiene sobre el origen y concentración de los vertidos urbanos y por los sistemas de

tratamiento que hay que implantar, en unos plazos y con un tipo determinado, según especifica la Directiva comunitaria.

La distribución comarcal de la población en la provincia gaditana se aporta en el **cuadro II.3**, donde se especifica además su densidad, y se visualiza en la **lámina M-3**.²

CUADRO II.3.
DISTRIBUCION DE LA POBLACION

AREA ESPACIAL	POBLACION 1991 (hab)	SUPERFICIE (km²)	DENSIDAD (hab/km²)
CAMPIÑA DE CADIZ	309 578	2 514	123
COSTA NOROESTE	409 823	630	651
SIERRA DE CADIZ	60 090	1 053	57
DE LA JANDA	90 186	1 644	55
CAMPO DE GIBRALTAR	15 528	418	37
TOTAL	885 205	6 259	141

3. MEDIO ECONÓMICO

El conocimiento del cuadro macroeconómico de la cuenca es una actividad prioritaria por las implicaciones que tiene para el **PLAN**, tanto desde su propia concepción para tratar de resolver los problemas que de toda índole se presenten, como para su materialización y desarrollo en el tiempo, una vez concebido.

Un indicador general de la situación económica en un espacio determinado lo constituye el relativo a la renta generada en ese espacio. La evolución que ha sufrido la **renta per cápita** en la cuenca del Guadalete-Barbate desde el año 1969 hasta el 1989 oscila entre el 74% del conjunto nacional del primer año y el 68% de 1989 -que en términos monetarios significan 41 000 pts para 1969 y 727 000 pts para 1989-, lo que supone una evolución insatisfactoria a efectos de disminuir el relativo retraso económico de la cuenca.

El **producto interior bruto de** Cádiz asciende al 14,78% del de Andalucía. Por su parte la **tasa de actividad** en la cuenca, 33,86%, es un poco inferior a la de Andalucía y ambas lo son con respecto a la media nacional, hecho que manifiesta un *potencial de desarrollo* no utilizado y sobre el que el **PLAN** puede afectar muy favorablemente.

² Dada su poca relevancia espacial y demográfica en ésta cuenca, no se ha incluido la comarca de la Sierra Sur de Sevilla a la que pertenecen los núcleos de Coripe y Pruna.

Por cuanto a los **sectores productivos** se refiere, el sector agrario aporta el 6,82% del total de la producción; el sector pesquero representa el 2,04%; el sector industrial contribuye con el 20,55%, inferior al conjunto nacional -25,1%- , mientras que el sector terciario lo hace con un 60,92%, similar a la media nacional.

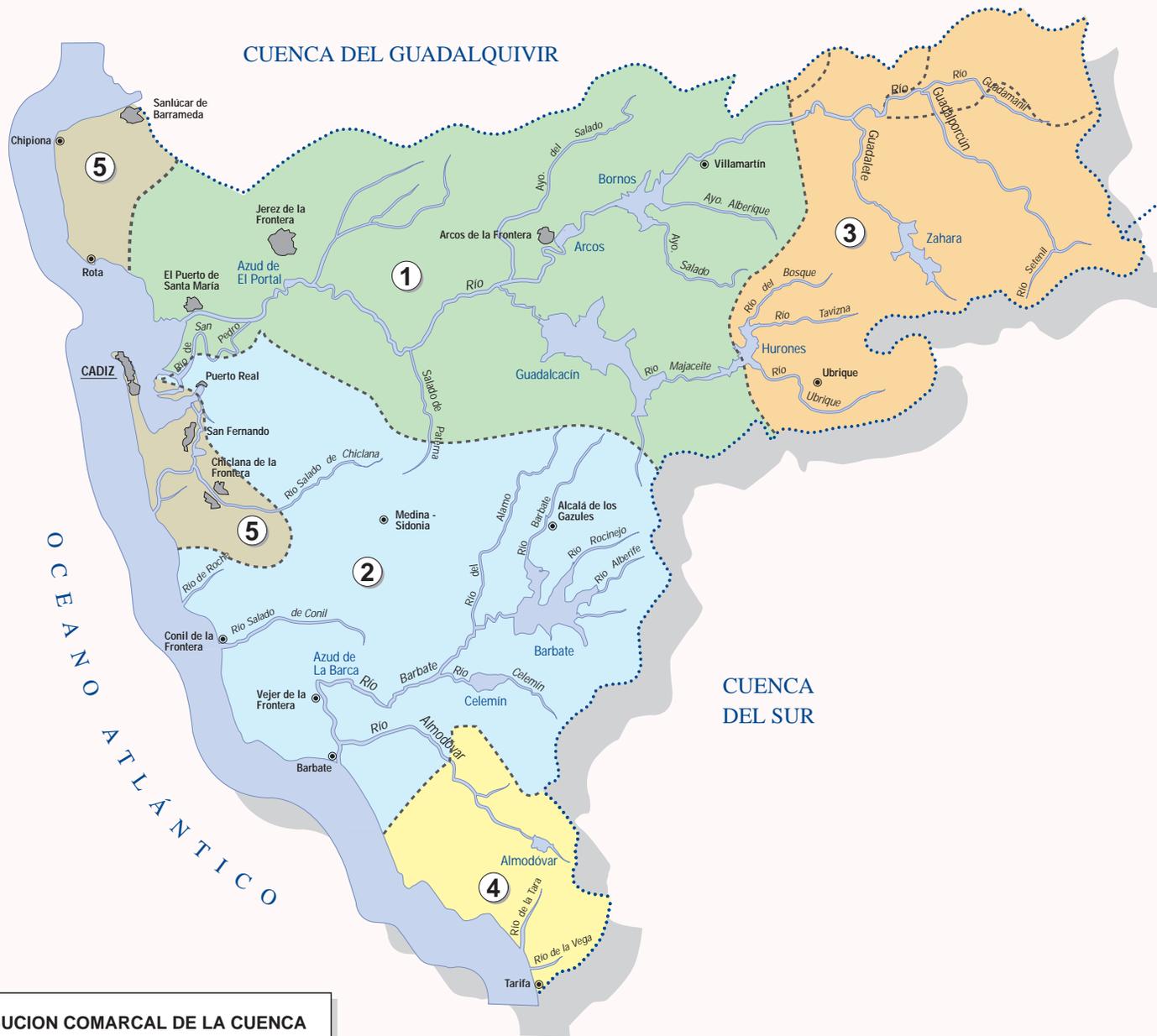
La **distribución sectorial del empleo** se resuelve con el 13,55% de la población activa dedicada al sector primario -13,06% media nacional-; 28,41% en el sector industrial -31,35%- y 58,04% en el sector servicios -55,59%-. Estos valores indican un mayor peso que en el conjunto nacional para el sector primario, una cierta debilidad del secundario y una posición de equilibrio en el terciario.

Desde el punto de vista estructural la consideración del **empleo** en la cuenca es muy relevante, por las connotaciones que el **PLAN** va a tener sobre la evolución de esta variable. En el año 1991 el paro en la provincia de Cádiz ascendía a 128 000 personas, un 27% del total de Andalucía, y un 5,2% con respecto al total nacional.

De la breve descripción realizada de los temas socioeconómicos de la cuenca se pueden establecer unas conclusiones que resumen las características básicas del escenario socioeconómico sobre el que va a incidir el **PLAN** de cuenca:

- El nivel de renta en la cuenca del Guadalete-Barbate está entre las 700 001 y las 880 000 ptas frente a la media nacional (entre 1 100 001 y 1 320 000 ptas) y su evolución histórica no indica la reducción de tal retraso.
- Existe un potencial de fuerzas de trabajo que sigue sin insertarse en las actividades productivas.
- Tanto la estructura de producción como la del empleo siguen caracterizando a la cuenca como una de las áreas españolas en las que la agricultura desarrolla un papel destacado.
- Se acusa un fuerte retraso en el sector industrial desde el punto de vista de la producción, aunque lo sea menos desde el del empleo.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



DISTRIBUCION COMARCAL DE LA CUENCA

- 1 CAMPIÑA
- 2 DE LA JANDA
- 3 SIERRA DE CADIZ
- 4 CAMPO DE GIBRALTAR
- 5 COSTA NOROESTE

4. EXPLOTACION Y GESTION DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS DE LA CUENCA

La distorsión espacial que existe entre las zonas productoras de recursos y las consumidoras del mismo motiva que la gestión del recurso se organice por sistemas de explotación, concepto más eficaz que el de las antiguas zonas y subzonas en las que se dividía la cuenca.

El artículo 73.3 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica define el Sistema de Explotación de Recursos (SER) como *...el que está constituido por elementos naturales, obras e instalaciones de infraestructura hidráulica, normas de utilización del agua derivadas de las características de las demandas y reglas de explotación que, aprovechando los recursos naturales, permiten establecer los suministros de agua que configuran la oferta de recursos disponibles del sistema de explotación...*".

En la cuenca del Guadalete-Barbate la distribución espacial de los recursos naturales los concentra en las cuencas de los ríos Guadalete y Barbate.

Con este condicionante natural, la explotación y gestión de los recursos hidráulicos de la cuenca se ha organizado en dos (2) sistemas de explotación, cuyo ámbito territorial se puede visualizar en la **lámina M-4** adjunta.

El Sistema de explotación del Guadalete se extiende desde Sanlúcar de Barrameda al límite de la cuenca del Barbate, incluyendo el Guadalete y las zonas y poblaciones por el abastecidas; por tanto se incluyen en este SER las comarcas de "Sierra de Cádiz", "Campiña de Cádiz", "Costa Noroeste de Cádiz", y término municipal de Puerto Real.

Respecto al sistema de explotación del Barbate, además de la cuenca hidrográfica del Barbate, se incluye en él la zona de vertiente atlántica no encuadrada en ella y situada en Tarifa; siendo este municipio y la comarca de la Janda (salvo el T.M. de Puerto Real) las áreas englobadas

En el **cuadro II-4** adjunto se enumera, para cada sistema de explotación, los embalses superficiales y las unidades hidrogeológicas que están adscritas a él aunque, en este último caso, hay que resaltar que algunas de ellas sirven a varios SER e, incluso, en ocasiones están compartidas con otras cuencas como la del Guadalquivir y el Sur de España. Por su parte, la **lámina M-5** refleja la distribución espacial de los acuíferos de la cuenca.

CUADRO II.4
DEFINICION DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACION DE RECURSOS

SISTEMA DE EXPLOTACION DE RECURSOS	EMBALSE SUPERFICIAL	UNIDAD HIDROGEOLOGICA
16 Guadalete	Bornos Huronos Guadalquivir Zahara ³	Llanos de Villamartín Arcos-Bornos-Espera Aluvial del Guadalete Jerez de la Frontera Rota-Sanlúcar-Chipiona Puerto de Santa María Sierra de Las Cabras Setenil-Ronda Sierra Grazalema Puerto Real-Conil Menor Sierra Libar
17 Barbate	Celemín Almodovar Barbate ⁴	Aluvial del Barbate Vejer-Barbate Menor Sierra de Ojén

Con esta distribución de la explotación, cada uno de los sistemas posee unos recursos regulados, tanto superficiales como subterráneos, con los que ha de satisfacer las demandas a ellos asignadas.

³ No se ha considerado su regulación en 1992, al no estar finalizado en este horizonte

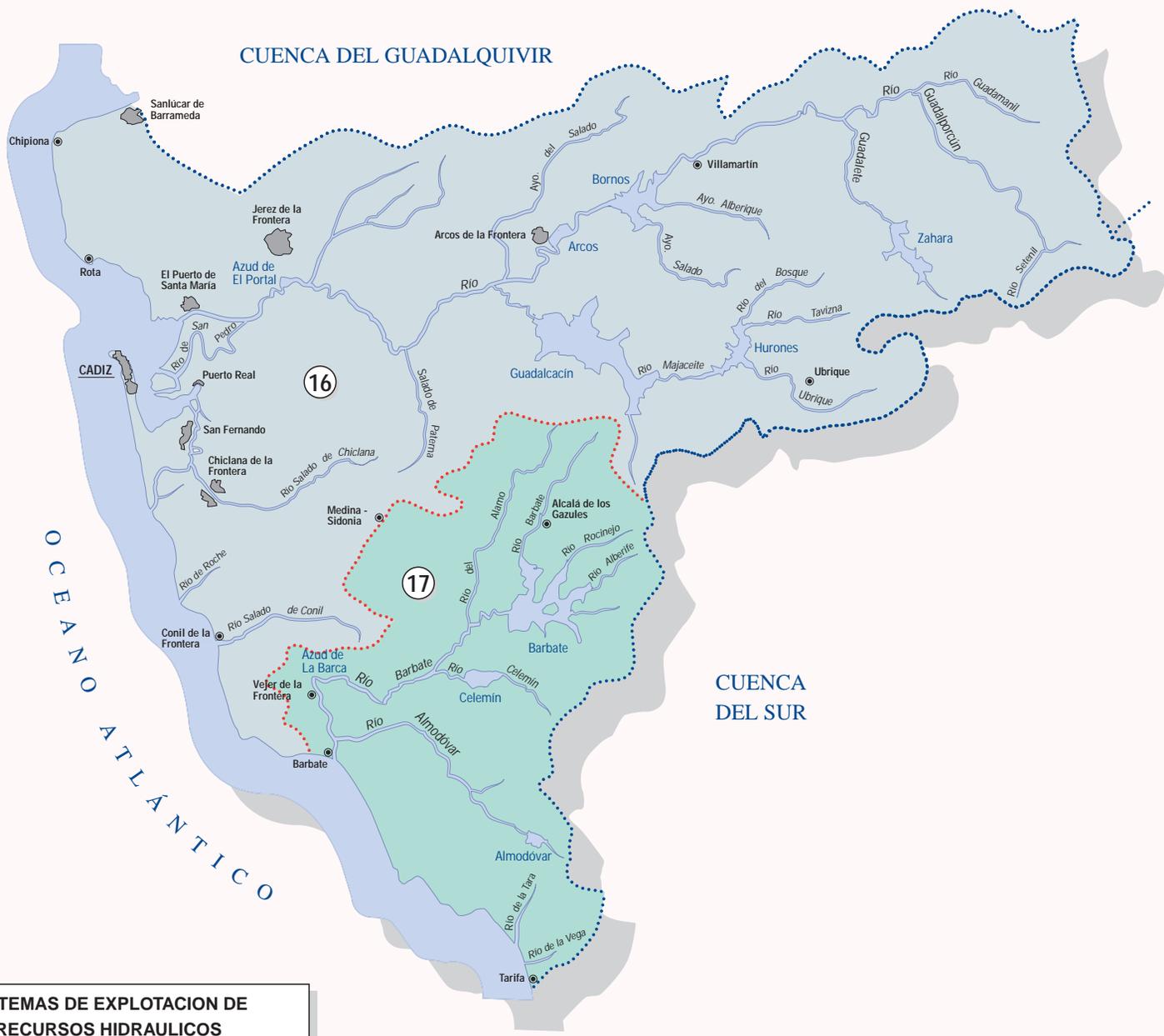
⁴ No se ha considerado su regulación en 1992 al no estar finalizado en este horizonte

En la actualidad los recursos disponibles⁵ ascienden a 306,60 hm³/año, de los cuales 227,80 hm³/año proceden de la regulación superficial- que incluye el drenaje de los acuíferos de cabecera- y del flujo base de los ríos con regulación natural y, los 78,80 hm³/año restantes, se obtienen mediante explotación directa-mamantiales y extracciones por bombeo- de las distintas unidades hidrogeológicas.

⁵

Véase el Anexo I "Inventario de recursos hidráulicos".

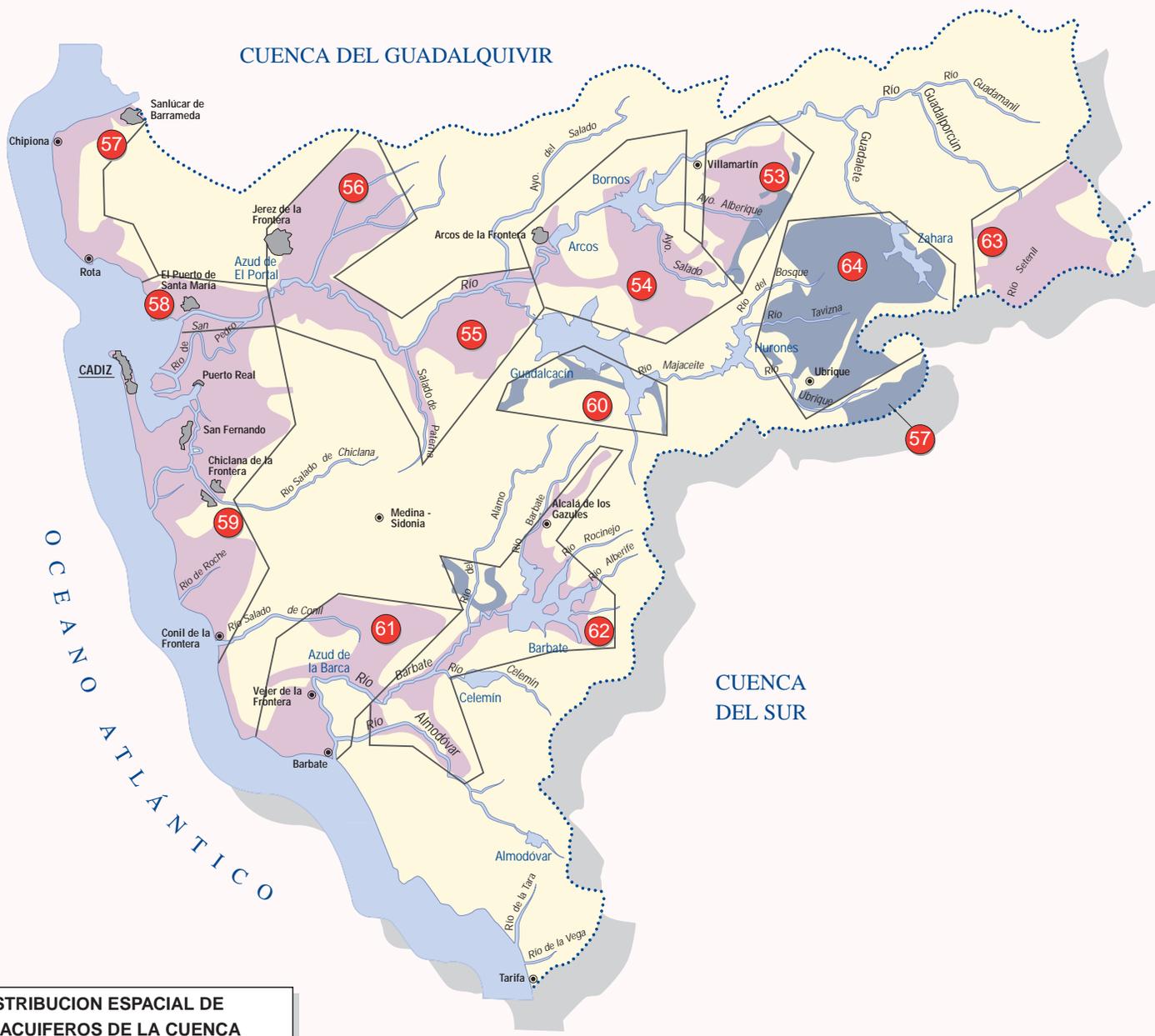
PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



SISTEMAS DE EXPLOTACION DE RECURSOS HIDRAULICOS

- 16 GUADELETE
- 17 BARBATE

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADALETE - BARBATE
MEMORIA



DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS ACUIFEROS DE LA CUENCA

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

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

CAPITULO III. PROBLEMAS, OBJETIVOS Y DIRECTRICES GENERALES DE ACTUACION

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Se pretende con este capítulo exponer de forma ordenada los diversos problemas relacionados con la cantidad y calidad del agua que afectan, en este momento, a la cuenca; también se representa la prognosis realizada teniendo en cuenta la evolución previsible de las variables que condicionan dichos problemas- en los dos horizontes del **PLAN** para, a partir de este conocimiento, definir las medidas correctoras que permitan solucionarlos.

Los problemas relacionados con la **CANTIDAD** se derivan del desequilibrio previsible entre las **DEMANDAS** de agua y los **RECURSOS DISPONIBLES** para su satisfacción. Aunque el crecimiento de las demandas puede estar limitado por los condicionantes que les afectan: dotaciones unitarias máximas para los abastecimientos de población y regadíos, limitación de la superficie puesta en riego, es evidente que ese crecimiento será un hecho y que, si se partiera de un equilibrio recursos-demandas en la actualidad, sería necesario incrementar los primeros para, al menos, conservar el balance hidráulico. Por otra parte, aunque los recursos naturales medios ascienden a 842 hm³/año - de los cuales, 534 hm³/año corresponden a la cuenca del Guadalete y 308 hm³/año a la del Barbate - y los regulados mediante embalses en 1992 a 219 hm³/año, también es un hecho que el incremento de la capacidad de regulación una vez finalizados los embalses de Zahara, Barbate y Guadalquivir II está prácticamente agotada, y ello tanto por condicionantes geomorfológicos y medioambientales, como por agotamiento de las cerradas disponibles; en cualquier caso algunos déficits locales sólo se podrán resolver mediante un mayor aprovechamiento de los recursos subterráneos, o bien mediante transferencias desde cuencas excedentarias.

Por su parte, los relacionados con la **CALIDAD** del recurso provienen de la insuficiencia del tratamiento de los retornos, hecho que se agudiza con la escasez del caudal circulante en muchos cauces de la cuenca. La necesidad de disponer de un agua con la calidad adecuada deriva tanto de los usos que de ella se hace abastecimiento, riego, recreativo, etc., como del mantenimiento de los valores naturales ambientales. La aplicación de la Directiva Comunitaria 91/271, obligatoria para España, fija ciertos plazos y tipo de tratamiento a los vertidos procedentes de aglomeraciones urbanas, antes de devolverlos a los cauces.

A continuación se pasa revista a cada una de estas cuestiones sectoriales estructuradas en el conocimiento de la situación actual, las previsiones de evaluación en los dos horizontes del **PLAN** y las actuaciones que son necesarias acometer para conseguir los objetivos propuestos.

2. LA SATISFACCIÓN DE LAS DEMANDAS

2.1. Introducción

El objetivo de satisfacer las demandas viene especificado en el artículo 38.1 de la **LEY DE AGUAS** que lo encomienda a la planificación hidrológica. El método que se ha seguido en este **PLAN** es el que ya apuntó, en su momento, la Memoria del Plan Hidrológico Nacional, que constituía la siguiente metodología:

- . Determinación de las demandas de agua para usos consuntivos y no consuntivos, en la situación actual y en los dos años horizonte fijados para el PLAN*
- . Estimación de los recursos hidráulicos utilizables en cada uno de esos horizontes que pueden garantizar el sistema hidráulico actual y sus ampliaciones ...*
- . Realización de los balances hidráulicos globales y cuantificación de los déficit locales, y*
- . Selección de los procedimientos e infraestructuras adicionales convenientes para equilibrar los balances y resolver los déficit locales.*

Una vez conocida la situación actual y la prevista en los dos horizontes para cada Sistema de Explotación (SER) de la cuenca, se procede a incrementar los recursos propios mediante el siguiente catálogo de medidas:

- Aumento de la eficiencia del uso del agua, a partir de la modernización de las infraestructuras y la mejora en la gestión del recurso mediante el adecuado control del consumo.
- Regulación de los recursos propios mediante la construcción de nuevos embalses que garanticen su disponibilidad.
- Redistribución de los recursos a través de sistemas de conducción adecuados, tanto dentro de cada **SER** como entre ellos.
- Reordenación de la explotación de las aguas subterráneas mediante el aprovechamiento

de los acuíferos infrautilizados y la limitación, hasta el caudal de recarga, de los sobreexplotados.

- Gestión integrada de los recursos superficiales y subterráneos
- Reutilización de las aguas residuales depuradas en actividades conformes con el nivel de su depuración, y
- Utilización de los retornos, una vez recuperada su calidad, en usos idóneos.

Si con la aplicación de estas medidas no se consiguiera equilibrar los balances, es necesario recurrir a transferencias exógenas que, procedentes de otras cuencas excedentarias, sirvieran para satisfacer las demandas de agua con la garantía preestablecida.

2.2. Situación actual del agua en la cuenca. Visión global

Los datos disponibles sobre los recursos de la cuenca permiten concluir que el total de los recursos disponibles en la cuenca en la situación actual se elevan a 306,60 hm³/año, de los cuales 227,80 hm³/año proceden de la regulación superficial y del flujo base de los cauces - 219 hm³/año regulados en embalses¹ y 8,80 hm³/año de flujo base-, y los 78,80 hm³/año restantes surgen de recursos subterráneos. En el **cuadro III. 1**, se detalla la distribución de la demanda consuntiva, atendiendo a la procedencia de los recursos, según sean éstos superficiales o subterráneos.

CUADRO III.1
DISTRIBUCION DE LA DEMANDA SEGUN PROCEDENCIA DEL RECURSO

Procedencia	D. Urbana ² Vol. sumintr. (Hm ³ /año)	%	D. Agríc. Vol. sumintr. (Hm ³ /año)	%	D. Indust. ³ Vol. sumintr. (Hm ³ /año)	%	Total usos consuntivos (Hm ³ /año)	%
Recursos subterráneos	16,05	15,3	55,72	20,96	1,04	8,4	72,81	18,99
Recursos superficiales	89,37	84,7	210,10	79,04	11,31	91,6	310,78	81,01
Total	105,42	100	265,82	100	12,35	100	383,59	100

¹ Esta regulación no incluye los embalses de Zahara, Barbate y Guadalcaçín II, dado que no se considera efectiva en 1992

² Volumen suministrado a población y a la industria integrada en los municipios.

³ Volumen destinado a la industria singular.

Como puede observarse en el cuadro anterior, la demanda se atiende fundamentalmente con recursos superficiales; 311 hm³, equivalentes al 81,01% del total de usos consumitivos. En el caso de la demanda urbana e industrial, ello es debido básicamente a problemas no solo de disponibilidad, como de calidad de los acuíferos, particularmente en las poblaciones costeras. Similar participación tienen los regadíos con aguas superficiales, con un consumo de 210,10 hm³, que supone el 79,04% de los recursos totales destinados a éste uso.

Los regadíos son los principales consumidores de agua subterránea; 55,72 hm³ con un porcentaje próximo al 77% del total de recursos subterráneos utilizados, y atendiendo la demanda de 10 406 ha, lo que supone el 25,9% de la superficie en riego de la cuenca, magnitud que supone un claro exponente de la importancia de las aguas subterráneas en la cuenca. En lo que respecta al abastecimiento supone el 23% restante, con un volumen de 16 hm³, atendiendo el suministro de 23 municipios que representan el 17,5% de la población total de la cuenca⁴ y el 15,3% de la demanda total actual de abastecimiento urbano.

En el **cuadro III-2** siguiente se puede observar la distribución sectorial de la demanda y el porcentaje que representa cada una de ellas con respecto al total.

CUADRO III.2
DISTRIBUCION SECTORIAL DE LA DEMANDA
AÑO 1992

SECTOR	DEMANDA (hm ³ /año)	PORCENTAJE (%)
URBANO-INDUSTRIAL	105,42	25,74
INDUSTRIAL SINGULAR	12,35	3,01
REGADIOS	265,82	64,89
MEDIOAMBIENTAL	18,00	4,39
• Embalses	10,00	
• Cauces	8,00	
RESGUARDO ANTE AVENIDAS	8,00	1,95
TOTAL DEMANDA BRUTA (hm ³ /año)	409,59	100
RETORNOS (hm ³ /año)	28,13	
TOTAL DEMANDA NETA (hm³/año)	381,46	

⁴ Se considera también la población estacional equivalente; 98 525 abs.

De los datos aportados en el **cuadro III.2** anterior se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- La superficie de riego considerada en este horizonte asciende a 40 146 ha, de las cuales 16 694 ha -es decir el 41,6%- corresponden a Planes Coordinados del Estado y las 23452 ha restantes -58,4%- son de iniciativa de otras administraciones o de carácter privado.
- La demanda medioambiental viene originada por la necesidad de mantener en los cauces unos caudales mínimos que permitan la existencia de vida piscícola y, en los embalses unos volúmenes mínimos necesarios para la conservación del ecosistema.
- El resguardo que deben poseer los embalses para laminar la presentación de eventuales avenidas, se traduce en una reducción de los recursos regulados a demanda equivalente de 8 hm³/año en toda la cuenca, que supone en torno al 2% de la demanda total de 1992.
- El déficit registrado ha afectado de modo desigual a la demanda de abastecimiento urbano y a la de regadíos. En éstos, el acoplamiento recursos-demandas que caracteriza a este sector es muy versátil, puesto que los tipos de cultivo se ajustan a las presiones de existencias de agua para riego. Por el contrario, la demanda de abastecimiento es muy rígida, y cualquier déficit tiene una gran incidencia en las condiciones y regularidad del suministro, como viene ocurriendo en el actual período de sequía, que ha ocasionado crecientes restricciones desde Marzo de 1992, hasta alcanzarse en la actualidad cortes en el suministro al sistema gaditano de diez horas diarias.

El **cuadro III.3** siguiente ofrece una visión comparativa de los recursos empleados en los regadíos de promoción pública y en los de iniciativa privada

CUADRO III.3
SINTESIS DE LOS REGADIOS. AÑO 1992

PROMOCION DEL REGADIO	SUPERFICIE (ha)	CONSUMO (hm ³ /año)	DOTACION MEDIA (m ³ /ha)
Estatual	16 694	132,12	7 914
Otros	23 452	133,70	5 702
TOTAL	40 146	265,82	6 622

En este cuadro, se pone en evidencia la mayor dotación empleada en los regadíos no estatales, frente a los que si lo son; esto es consecuencia de los métodos de riego empleados y del mejor estado de las conducciones, lo que conlleva un aumento de la eficiencia global y permite poder utilizar una dotación menor.

2.3. Evolución de las demandas de agua

Las diferentes características de la demanda de agua que corresponde a cada uso, motiva que se describan y evalúen por separado para, a partir de los valores actuales correspondientes a cada uno y de los procedimientos utilizados en cada caso, se deduzcan los relativos a los dos horizontes del PLAN.

2.3.1. Demanda urbano-industrial

Esta demanda incluye tanto el abastecimiento de población como el de las industrias que están conectadas a las redes de abastecimiento municipales. Su cuantificación se realiza a partir del conocimiento de la población actual y de la prognosis para cada año horizonte, teniendo en cuenta las dotaciones que se marcan en la **strc**⁵ en función del nivel de actividad de cada municipio.

⁵ Instrucciones y Recomendaciones Técnicas Complementarias, promulgadas por Orden Ministerial de Septiembre de 1992.

- La prognosis de la **población fija** se ha realizado a partir de los datos de los censos de 1981 y 1991, elaborados por el Instituto Nacional de Estadística, de la consideración de los factores relativos a la evaluación del crecimiento natural de la población en España y en la U.E., y de la situación relativa de cada Comunidad Autónoma respecto al valor medio nacional del producto interior bruto por habitante. El descenso de la tasa de natalidad en el conjunto nacional a medida que se incrementa el desarrollo económico -11‰ en 1970, 7‰ en 1980 y 2‰ en 1990-, y el emplazamiento de la cuenca en el área epca, -que tiene un crecimiento estabilizado en torno al 2‰ anual-, son factores que evidentemente se han debido tener en cuenta a la hora de establecer la prognosis de población.
- Por su parte para la **población estacional** se han considerado los censos y previsiones para el futuro de la población alojada en hostelería, a la que se le ha adicionado la correspondiente a la vivienda secundaria.

En definitiva, los valores de la demanda urbano-industrial para cada horizonte del PLAN se han obtenido del *Estudio de usos y demandas de aguas urbanas e industriales de la cuenca del Guadalquivir*, elaborado por el Organismo de cuenca en 1992 y son los que se especifican en el **cuadro III.4** adjunto.

**CUADRO III.4
EVALUACION DE LA DEMANDA URBANO-INDUSTRIAL**

HORIZONTE DEL PLAN	POBLACION ⁶ (hab)	DOTACION (l/hab/día)	DEMANDA (hm ³ /año)
1992	993 301	Entre 107 y 383	105,4
2002	1 106 305	Entre 210 y 322	126,9
2012	1 212 728	Entre 220 y 335	145,5

El conocimiento de la adscripción de cada núcleo de población al Sistema de Explotación de Recursos al que está asignado proporciona el valor total de la demanda urbano-industrial para cada SER y cada año horizonte.

⁶ Los datos de población se han obtenido ponderando entre los datos de población permanentes

En el cuadro anterior se puede observar que la estimación del crecimiento de la demanda urbana en veinte años es de un 1,6% anual acumulativo, cifra que está por encima del valor medio -1,25%- fijado en el informe del Consejo Nacional del Agua al Plan Hidrológico Nacional. El ahorro medio considerado en pérdidas en las redes de alta y de distribución se ha estimado en el 6%.

2.3.2. Demanda industrial singular

La demanda industrial singular es la que se deduce de las industrias que no están conectadas a los sistemas de abastecimiento municipales. Se obtiene a partir del censo de industrias contenido en los estudios monográficos que se elaboraron para este documento y supone 12,35 hm³/año; es decir, un 3% de la total para el año 1992. Esta demanda se ha considerado casi constante, en términos absolutos, para los dos horizontes del PLAN, absorbiendo el posible incremento de esta demanda, que se supone pequeño dado el predominio del sector terciario, con medidas de ahorro y reutilización.

2.3.3. Demanda agraria

La demanda de agua destinada a satisfacer necesidades de los regadíos se elevó en 1992, a 265,82 hm³/año lo que supone casi el 65% de la demanda total de la cuenca. Como el consumo de los riegos se concentra en los meses de Julio y Agosto, cuando el caudal circulante por los cauces de la cuenca es mínimo, su satisfacción requiere volúmenes de embalse superiores a los que se necesitarían si se abastecieran a caudal constante.

Los estudios monográficos elaborados para este PLAN permiten concluir que en el año 1992 la superficie puesta en riego ascendía a 40 146 ha, de las cuales 16 694 ha corresponden a Planes Coordinados del Estado y están abastecidos, en su gran mayoría, por recursos superficiales. Por su parte, las 23 452 ha restantes se abastecen en un 56% con recursos superficiales y en un 44% con recursos subterráneos. Se da la circunstancia de que la eficiencia del riego es inferior en los de iniciativa estatal, como es el caso de Guadalcaçín -0,54-, que presentan una dotación media de 8 463 m³/ha, frente a los 5 702 m³/ha -eficiencia 0,82-, de los privados. Este hecho se deriva de las características propias de los privados que gozan de itinerarios cortos en el transporte del agua, frecuencia en conducciones forzadas y con métodos de mayor eficiencia en la distribución del agua. Este hecho influye en los retornos⁷ de riego. En el caso de que la aplicación del riego fuese correcta no se producirían retornos, ya que las dotaciones reales coincidirían con las teóricas. La mejora en la eficiencia del riego mediante las obras de modernización que se prevén en los riegos estatales, que para la Z.R. de Guadalcaçín incrementará la eficiencia de 0,54 a 0,65, puede originar un ahorro bruto de 17,56 hm³.

En el **cuadro III.5** de la página siguiente se adjunta la distribución, para cada sistema de explotación de recursos y recintos en los que se divide la cuenca, de las superficies, consumos y dotaciones empleadas en los regadíos estatales y en los que no existe Plan Coordinado, la procedencia de los recursos y los valores totales de cada sistema para el año 1992,. Por su parte, en el Anexo I *Usos y Demandas* de este PLAN se adjunta la información pormenorizada y el análisis procedente de los regadíos en cada **ASER** y recinto.

En cuanto a la **evolución de la demanda agraria** se refiere, hay que resaltar que se trata de una demanda cuyo crecimiento depende de decisiones político-administrativas y a la que afectan los acuerdos asumidos por España para su ingreso en la Unión Europea.

7

Se entiende por **RETORNO** el volumen de agua que se reintegra al ciclo hidrológico, tanto en forma directa como escorrentía como en forma indirecta mediante recarga de acuíferos con salida posible al flujo de base de los cauces, aguas abajo de la zona regable abastecida.

CUADRO III.5

SUPERFICIES DE REGADIOS Y DEMANDAS POR ZONAS Y SISTEMAS. RESUMEN 1992

SISTEMAS DE EXPLOTACION	DENOMINACION DE LOS RIEGOS	INICIATIVA DEL REGADIO						PROCEDENCIA DEL RECURSO						TOTAL		
		ESTATAL			SIN PLAN COORDINADO			SUPERFICIALES			SUBTERRANEOS			Superficie (ha)	Demanda (hm ³)	Dotación (m ³ /ha)
		Superficie (ha)	Demanda (hm ³)	Dotación (m ³ /ha)	Superficie (ha)	Demanda (hm ³)	Dotación (m ³ /ha)	Superficie (ha)	Demanda (hm ³)	Dotación (m ³ /ha)	Superficie (ha)	Demanda (hm ³)	Dotación (m ³ /ha)			
16	U.H. LLanos de Villamartin				447	2,24	5 000				447	2,24	5 000	447	2,24	5 000
16	U.H. Arcos-Bornos-Espera				833	4,17	5 000				833	4,17	5 000	833	4,17	5 000
16	U.H. Aluvial del Guadalete				968	4,84	5 000				968	4,84	5 000	968	4,84	5 000
16	U.H. Jerez				484	2,42	5 000				484	2,42	5 000	484	2,42	5 000
16	U.H. Rota-Sanlucar-Chipiona				1 032	5,16	5 000				1 032	5,16	5 000	1 032	5,16	5 000
16	U.H. Puerto de Santa María				285	1,43	5 000				285	1,43	5 000	285	1,43	5 000
16	U.H. Setenil-Ronda				66	0,33	5 000				66	0,33	5 000	66	0,33	5 000
16	U.H. Puerto Real Conil				2 546	12,73	5 000				2 546	12,73	5 000	2 546	12,73	5 000
16	A. Arriba Emb. Huro nes				291	1,46	5 000	291	1,46	5 000				291	1,46	5 000
16	Entre Guadalcaçin - Hurones				26	0,13	5 000	26	0,13	5 000				26	0,13	5 000
16	Entre Guadalcaçin - Río Guadalete				8	0,06	7 882	8	0,06	7 882				8	0,06	7 882
16	A. Arriba Bornos				1 265	6,33	5 000	1 265	6,33	5 000				1 265	6,33	5 000
16	A. Abajo E. Bornos				770	6,07	7 882	770	6,07	7 882				770	6,07	7 882
16	A. Abajo confluencia Guadalete-Majacete				3 659	28,84	7 882	3 659	28,84	7 882				3 659	28,84	7 882
16	Z.R. Bornos M.I.	2 089	12,61	6 037				2 089	12,61	6 037				2 089	12,61	6 037
16	Z.R. Guadalcaçin	12 005	101,60	8 463				12 005	101,60	8 463				12 005	101,60	8 463
16	Costa NW	2 600	17,91	6 890				2 600	17,91	6 890				2 600	17,91	6 890
16	Monte-Algaida				1 000	6,89	6 890	1 000	6,89	6 890				1 000	6,89	6 890
16	TOTAL SISTEMA GUADALÈE	16 694	132,12	7 914	13 680	83,10	6 075	23 713	181,90	8 616	6 661	33,32	5 000	30 374	215,22	7 086
17	U.H. Aluvial del Barbate				296	1,39	4 707				296	1,39	4 707	296	1,39	4 707
17	U.H. Vejer-Barbate				3 449	21,01	6 092				3 449	21,01	6 092	3 449	21,01	6 092
17	Embalse Celemin				5 000	23,54	4 707	5 000	23,54	4 707				5 000	23,54	4 707
17	Embalse de Almodovar				800	3,77	4 707	800	3,77	4 707				800	3,77	4 707
17	Arroyos Barbate Tarifa				227	0,89	3 911	227	0,89	3 911				227	0,89	3 911
17	TOTAL SISTEMA BARBATE				9 772	50,60	5 178	6 027	28,20	4 679	3 745	22,40	5 981	9 772	50,60	5 178
	TOTAL GUADALÈE- BARBATE	16 694	132,12	7 914	23 452	133,70	5 701	29 740	210,10	7 065	10 406	55,72	5 355	40 146	265,82	6 621

Esta superficie incluye 2.638 Ha del Canal del Bajo Guadalete, (1.587 Ha Z.R. Bajo Guadalete y 1.051 Ha de elevaciones)

- Para el **horizonte 2002** se ha previsto un incremento sobre la superficie actual de regadío de 16.201 Ha distribuidas tal como se representa en el **cuadro III.6** de la siguiente forma:

**CUADRO III.6
AMPLIACION DE SUPERFICIES REGABLES**

SER	Zona Regable	Superficie ampliada
GUADALETE		
	Costa Noroeste	6 642 Ha
	Guadalcaçín	238 Ha
	Villamartin	3 021 Ha (8)
	Chiclana	300 Ha (9)
	SUBTOTAL GUADALETE	10 201 Ha
BARBATE		
	Barbate	6 000 Ha (10)
	SUBTOTAL BARBATE	6 000 Ha
	TOTAL	16 201 Ha

En el **cuadro III.7** se indican las previsiones para el año 2002 de las superficies de regadíos, sus demandas y dotaciones, según tengan plan coordinado; regadíos estatales; o no lo tengan; regadíos privados o de otras administraciones.

8) La Documentación Básica recoge una superficie de 6400 Ha que se reduce de acuerdo con el Estudio Hidrológico

gic o de Andalucía

9) Estación que tiene un carácter de máximo una vez las aguas depuradas atiendan

prioritariamente los usos existentes.

3) La Documentación Básica recoge una superficie de 10000 Ha que se reduce a 6000 Ha para alcanzar una superficie total en la zona de 11800 Ha

perficie total en la

CUADRO III.7
SUPERFICIES DE REGADIOS Y DEMANDAS POR ZONAS Y SISTEMAS. RESUMEN 2002

SISTEMAS DE EXPLOTACION	DENOMINACION DE LOS RIEGOS	INICIATIVA DEL REGADIO						PROCEDENCIA DEL RECURSO						TOTAL		
		ESTATAL			SIN PLAN COORDINADO			SUPERFICIALES			SUBTERRANEOS			Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha
		Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha			
16	U.H. Llanos de Villamartin				447	2,24	5 000				447	2,24	5 000	447	2,24	5 000
16	U.H. Arcos-Bornos-Espera				833	4,17	5 000				833	4,17	5 000	833	4,17	5 000
16	U.H. Aluvial del Guadalete				968	4,84	5 000				968	4,84	5 000	968	4,84	5 000
16	U.H. Jerez				484	2,42	5 000				484	2,42	5 000	484	2,42	5 000
16	U.H. Rota-Sanlucar-Chipiona				1 032	5,16	5 000				1 032	5,16	5 000	1 032	5,16	5 000
16	U.H. Puerto de Santa María				285	1,43	5 000				285	1,43	5 000	285	1,43	5 000
16	U.H. Setenil-Ronda				66	0,33	5 000				66	0,33	5 000	66	0,33	5 000
16	U.H. Puerto Real Conil				2 546	12,73	5 000				2 546	12,73	5 000	2 546	12,73	5 000
16	A. Arriba Emb. Huro nes				291	1,46	5 000	291	1,46	5 000				291	1,46	5 000
16	Entre Guadalcaçin - Hurones				26	0,13	5 000	26	0,13	5 000				26	0,13	5 000
16	Entre Guadalcaçin -Río Guadalete				8	0,05	6 000	8	0,05	6 000				8	0,05	6 000
16	A. Arriba Bornos				1 265	7,59	6 000	1 265	7,59	6 000				1 265	7,59	6 000
16	A. Abajo E. Bornos				770	4,62	6 000	770	4,62	6 000				770	4,62	6 000
16	A. Abajo confluencia Guadalete-Majaceite				3 659*	21,95	6 000	3 659	21,95	6 000				3 659	21,95	6 000
16	Z.R. Bornos M.I.	2 089	12,61	6 037				2 089	12,61	6 037				2 089	12,61	6 037
16	Z.R. Guadalcaçin	12 243	90,17	7 365				12 243	90,17	7 365				12 243	90,17	7 365
16	Costa NW	9 242	63,68	6 890				9 242	63,68	6 890				9 242	63,68	6 890
16	Llanos de Villamartin E. Zahara				3 021	18,13	6 000	3 021	18,13	6 000				3 021	18,13	6 000
16	Monte-Algaida				1 000	6,89	6 890	1 000	6,89	6 890				1 000	6,89	6 890
16	Chiclana				300	1,80	6 000	300	1,80	6 000				300	1,80	6 000
16	TOTAL SISTEMA GUADALÈE	23 574	166,46	7 061	17 001	95,94	5 643	33 914	229,08	6 755	6 661	33,32	5 000	40 575	262,40	6 467
17	U.H. Aluvial del Barbate				296	1,39	4 707				296	1,39	4 707	296	1,39	4 707
17	U.H. Vejer-Barbate				3 449	21,01	6 092				3 449	21,01	6 092	3 449	21,01	6 092
17	E. Celem. Almod. Barb. y U.H. Vejer-Barbate				11 800	70,80	6 000	11 800	70,80	6 000				11 800	70,80	6 000
17	Arroyos Barbate Tarifa				227	0,89	3 911	227	0,89	3 911				227	0,89	3 911
17	TOTAL SISTEMA BARBATE				15 772	94,09	5 966	12 027	71,69	5 961	3 745	22,40	5 981	15 772	94,09	5 966
	TOTAL GUADALÈE- BARBATE	23 574	166,46	7 061	32 773	190,03	5 798	45 941	300,77	6 547	10 406	55,72	5 355	56 347	356,49	6 327

* Esta superficie incluye 2.638 Ha del Canal del Bajo Guadalete (1.587 Ha Z.R. Bajo Guadalete y 1.051 Ha de elevaciones).

Comparando los **cuadros III.5** y **III.7**, puede observarse que para un aumento neto de la superficie de regadío previsto de 16 201 Ha, se ha evaluado un aumento en la demanda de 90,67 Hm³. En este cálculo se ha tenido en cuenta un 75% del ahorro previsto en la mejora y modernización de la zonas regable de Guadalcaçín, con lo que la dotación media disminuirá de 6.621 m³/Ha/año a 6 327 m³/Ha/año.

Para el **horizonte 2012** no se ha previsto ninguna ampliación de la superficie puesta en regadío, si bien se ha computado el ahorro del 25% restante por la finalización de las actuaciones de mejora y modernización de la Z.R. de Guadalcaçín, lo cual permitirá que las dotaciones disminuyan, bajando la media hasta 6 247 Hm³/Ha/año, y como consecuencia de ello la demanda total disminuirá en 4,47 Hm³. La situación evaluada para el 2012 es la reflejada en el **cuadro III.8**.

En definitiva, las previsiones de crecimiento de la demanda agrícola para cada año y su comparación con las evaluadas en 1992 se reflejan en el **cuadro III.9** adjunto en el que se integran los datos totales de los regadíos de promoción pública y privada.

CUADRO III.8

SUPERFICIES DE REGADIOS Y DEMANDAS POR ZONAS Y SISTEMAS. RESUMEN 2012

SISTEMAS DE EXPLOTACION	DENOMINACION DE LOS RIEGOS	INICIATIVA DEL REGADIO						PROCEDENCIA DEL RECURSO						TOTAL		
		ESTATAL			SIN PLAN COORDINADO			SUPERFICIALES			SUBTERRANEOS			Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha
		Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda ₃ hm ³	Dotación m ³ /ha			
16	U.H. Llanos de Villamartín				447	2,24	5 000				447	2,24	5 000	447	2,24	5 000
16	U.H. Arcos-Bornos-Espera				833	4,17	5 000				833	4,17	5 000	833	4,17	5 000
16	U.H. Aluvial del Guadalete				968	4,84	5 000				968	4,84	5 000	968	4,84	5 000
16	U.H. Jerez				484	2,42	5 000				484	2,42	5 000	484	2,42	5 000
16	U.H. Rota-Sanlúcar-Chipiona				1 032	5,16	5 000				1 032	5,16	5 000	1 032	5,16	5 000
16	U.H. Puerto de Santa María				285	1,43	5 000				285	1,43	5 000	285	1,43	5 000
16	U.H. Setenil-Ronda				66	0,33	5 000				66	0,33	5 000	66	0,33	5 000
16	U.H. Puerto Real Conil				2 546	12,73	5 000				2 546	12,73	5 000	2 546	12,73	5 000
16	A. Arriba Emb. Huro nes				291	1,46	5 000	291	1,46	5 000				291	1,46	5 000
16	Entre Guadalcaçín - Hurones				26	0,13	5 000	26	0,13	5 000				26	0,13	5 000
16	Entre Guadalcaçín-Río Guadalete				8	0,05	6 000	8	0,05	6 000				8	0,05	6 000
16	A. Arriba Bornos				1 265	7,59	6 000	1 265	7,59	6 000				1 265	7,59	6 000
16	A. Abajo E. Bornos				770	4,62	6 000	770	4,62	6 000				770	4,62	6 000
16	A. Abajo confluencia Guadalete-Majaceite				3 659*	21,95	6 000	3 659	21,95	6 000				3 659	21,95	6 000
16	Z.R. Bornos M.I.	2 089	12,61	6 037				2 089	12,61	6 037				2 089	12,61	6 037
16	Z.R. Guadalcaçín	12 243	85,70	7 000				12 243	85,70	7 000				12 243	85,70	7 000
16	Costa NW	9 242	63,68	6 890				9 242	63,68	6 890				9 242	63,68	6 890
16	LLanos de Villamartín E. Zahara.				3 021	18,13	6 000	3 021	18,13	6 000				3 021	18,13	6 000
16	Monte-Algaida				1 000	6,89	6 890	1 000	6,89	6 890				1 000	6,89	6 890
16	Chiclana				300	1,80	6 000	300	1,80	6 000				300	1,80	6 000
16	TOTAL SISTEMA GUADALÈE	23 574	161,99	6 872	17 001	95,94	5 643	33 914	224,61	6 623	6 661	33,32	5 000	40 575	257,93	6 357
17	U.H. Aluvial del Barbate				296	1,39	4 707				296	1,39	4 707	296	1,39	4 707
17	U.H. Vejer-Barbate				3 449	21,01	6 092				3 449	21,01	6 092	3 449	21,01	6 092
17	E. Celem. Almod. Barb. U.H. Vejer-B				11 800	70,80	6 000	11 800	70,80	6 000				11 800	70,80	6 000
17	Arroyos Barbate Tarifa				227	0,89	3 911	227	0,89	3 911				227	0,89	3 911
17	TOTAL SISTEMA BARBATE				15 772	94,04	5 966	12 027	71,69	5 961	3 745	22,40	5 981	15 772	94,09	5 966
	TOTAL GUADALÈE- BARBATE	23 574	161,99	6 872	32 773	190,03	5 798	45 941	296,30	6 450	10 406	55,72	5 355	56 347	352,02	6 247

* Esta superficie incluye 2 638 Ha del Canal del Bajo Guadalete (1 587 Ha. Z.R. Bajo Guadalete y 1 051 Ha de elevaciones)

CUADRO III.9
SUPERFICIES Y DOTACIONES ACTUALES Y FUTURAS

SISTEMAS DE EXPLOTACION	DENOMINACION DE LOS RIEGOS	1992			2002			2012		
		Superficie ha	Demanda hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda hm ³	Dotación m ³ /ha
16	U.H. Llanos de Villamartin	447	2,24	5 000	447	2,24	5 000	447	2,24	5 000
16	U.H. Arcos-Bornos-Espera	833	4,17	5 000	833	4,17	5 000	833	4,17	5 000
16	U.H. Aluvial del Guadalete	968	4,84	5 000	968	4,84	5 000	968	4,84	5 000
16	U.H. Jerez	484	2,42	5 000	484	2,42	5 000	484	2,42	5 000
16	U.H. Rota-Sanlucar-Chipiona	1 032	5,16	5 000	1 032	5,16	5 000	1 032	5,16	5 000
16	U.H. Puerto de Santa María	285	1,43	5 000	285	1,43	5 000	285	1,43	5 000
16	U.H. Setenil-Ronda	66	0,33	5 000	66	0,33	5 000	66	0,33	5 000
16	U.H. Puerto Real Conil	2 546	12,73	5 000	2 546	12,73	5 000	2 546	12,73	5 000
16	A. Arriba Emb. Huro nes	291	1,46	5 000	291	1,46	5 000	291	1,46	5 000
16	Entre Guadalcaçin - Huro nes	26	0,13	5 000	26	0,13	5 000	26	0,13	5 000
16	Entre Guadalcaçin -Río Guadalete	8	0,06	7 882	8	0,05	6 000	8	0,05	6 000
16	A. Arriba Bornos	1 265	6,33	5 000	1 265	7,59	6 000	1 265	7,59	6 000
16	A. Abajo E. Bornos	770	6,07	7 882	770	4,62	6 000	770	4,62	6 000
16	A. Abajo Bornos confluencia Guadalete-Majaceite	3 659	28,84	7 882	3 659	21,95	6 000	3 659	21,95	6 000
16	Z.R. Bornos M.I.	2 089	12,61	6 037	2 089	12,61	6 037	2 089	12,61	6 037
16	Z.R. Guadalcaçin	12 005	101,60	8 463	12 243	90,17	7 365	12 243	85,70	7 000
16	Costa NW	2 600	17,91	6 890	9 242	63,68	6 890	9 242	63,68	6 890
16	Llanos de Villamartin E. Zahara				3 021	18,13	6 000	3 021	18,13	6 000
16	Monte-Algaida	1 000	6,89	6 890	1 000	6,89	6 890	1 000	6,89	6 890
16	Chiclana				300	1,80	6 000	300	1,80	6 000
16	TOTAL SISTEMA GUADALETE	30 374	215,22	7 086	40 575	262,40	6 467	40 575	257,93	6 357
17	U.H. Aluvial del Barbate	296	1,39	4 707	296	1,39	4 707	296	1,39	4 707
17	U.H. Vejer-Barbate	3 449	21,01	6 092	3 449	21,01	6 092	3 449	21,01	6 092
17	E. Celem, Barbate y U.H. Vejer-B.	5 000	23,54	4 707	11 800	70,80	6 000	11 800	70,80	6 000
17	Embalse de Almodovar	800	3,77	4 707						
17	Arroyos Barbate Tarifa	227	0,89	3 911	227	0,89	3 911	227	0,89	3 911
17	TOTAL SISTEMA BARBATE	9 772	50,60	5 178	15 772	94,09	5 966	15 772	94,09	6 341
	TOTAL GUADALETE- BARBATE	40 146	265,82	6 621	56 347	356,49	6 327	56 347	352,02	6 247

2.3.4. Otras demandas

Se refieren estas demandas a aquéllas que, aunque no son consuntivas, deben ser atendidas con recursos garantizados. En la cuenca del Guadalete-Barbate y dado que los usos hidroeléctricos no son prioritarios y dependen de los usos agrícolas, la demanda mayor es la medioambiental, motivada por la necesidad de mantener un volumen mínimo en los embalses y un caudal en los cauces para asegurar la pervivencia de los ecosistemas fluviales.

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

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

También se engloba en este apartado la que se deriva de la necesidad de mantener los resguardos en los embalses ante la eventual presentación de una avenida repentina para así poder laminarla; estos resguardos se traducen en una pérdida en la regulación que es necesario cuantificar como demanda.

Como para cada horizonte se han considerado diferentes alternativas en cuanto a la implantación de nuevas estructuras de regulación, el valor de estas demandas dependen de la alternativa considerada.

En el Anexo II *Usos y demandas* se han evaluado estas demandas y su evolución previsible en los horizontes del PLAN; en el **cuadro III.10** se sintetiza su distribución y evolución temporal.

CUADRO III.10

EVOLUCION DE LAS OTRAS DEMANDAS

CONCEPTO	(1)	(2)	?(2)/(1)		(3)	?(3)/(2)	
	AÑO 1992 (hm ³)	AÑO 2002 (hm ³)	(hm ³)	(%)	AÑO 2012 (hm ³)	(hm ³)	(%)
MEDIOAMBIENTAL							
Embalses	10	9	- 1	- 10	9	0	0
Cauces	8	8	0	0	8	0	0
PROTECCION DE AVENIDAS	8	7	- 1	- 12,5	7	0	0
OTROS	-	37*	37	0	46	9	24,3
TOTAL	26	61	35	134,6	70	9	14,8

2.3.5. Demandas totales

Las demandas totales se obtienen mediante la agregación de las diferentes demandas para cada uso analizado anteriormente. En el **cuadro III.11** y en el **gráfico 3.1** de la página siguiente que lo acompaña se representan los valores redondeados de las mismas y su evolución para los dos horizontes del PLAN.

CUADRO III.11

DISTRIBUCION Y EVOLUCION DE LA DEMANDA BRUTA.

CONCEPTO	(1)	(2)	?(2)/(1)		(3)	?(3)/(2)		?(3)/(1)	
	AÑO 1992 (hm ³)	AÑO 2002 (hm ³)	(hm ³)	(%)	AÑO 2012 (hm ³)	(hm ³)	(%)	(hm ³)	(%)
URBANO-INDUSTRIAL	105,42	126,87	21,46	20,95	145,53	18,66	14,96	40,12	39,05
INDUSTRIAL SINGULAR	12,35	12,34	-	-	12,34	-	-	-	-
AGRARIA	265,82	356,47	90,68	33,83	352,00	-4,47	1,12	86,21	32,33
MEDIOAMBIENTAL	18,00	17,00	- 1,00	- 5,55	17	-	-	- 1	- 5,55
PROTECCION DE AVENDAS	8,00	7,00	- 1,00	- 12,50	7	-	-	- 1	- 12,50
OTROS USOS	--	37,00	37,00	--	46	9	24,32	46	-
TOTAL DEMANDA BRUTA	409,59	556,68	147,14	35,94	579,87	23,19	4,32	170,33	41,81
RETORNOS (hm³)	28,13	46,04	17,91		67,86	21,82		39,73	
TOTAL DEMANDA NETA (hm³)	381,46	510,64	129,23	33,86	512,01	1,37	0,39	130,60	34,38

*Reserva para el abastecimiento de Zona Gaditana (27hm³/año en 2002 y 31hm³

/año en 2012)

Del cuadro y gráfico indicados anteriormente pueden establecerse las siguientes conclusiones:

- Para el primer horizonte del **PLAN** el incremento total de la demanda neta es del 33,86% y procede, en términos absolutos, del crecimiento de la demanda urbana- 22 hm³ con un incremento del 20,95%- y agrícola -90,68 hm³ con el 33,83%- así como de "otros usos"; derivada de la asignación de 27 hm³/año a la reserva de recursos para el abastecimiento a la zona gaditana, 5 hm³/año a la reserva de recursos para abastecimiento en el sistema Barbate y 5 hm³/año para recarga de acuíferos para combatir la intrusión salina.
- Por su parte, para el horizonte **2012**, tal crecimiento es del 4,32% con respecto al 2002, siendo de mayor entidad respecto a la situación actual, 41,81%. En el primer caso, éste crecimiento viene originado prácticamente por la demanda urbano-industrial y un ligero incremento de la reserva; 4 hm³ ; para atender la mayor demanda de abastecimiento de la zona gaditana y 5 hm³ en recarga de acuíferos para combatir la intrusión salina.

2.4. Recursos hidráulicos

2.4.1. Introducción

Andalucía en su conjunto y la cuenca de Guadalete-Barbate en particular, padecen desde hace varios años un ciclo de sequía severo que ha acentuado el desajuste entre los usos y las demandas del agua y las disponibilidades efectivas del recurso. Dado que la sequía es un fenómeno recurrente, caso crónico en la cuenca, este **PLAN** trata de prever un conjunto de medidas de carácter preventivo y funcional.

Desde esta perspectiva, se es consciente que los objetivos generales en este **PLAN** son aplicables en un escenario de normalización climatológica una vez que se hayan puesto en marcha las actuaciones previstas para la superación de los déficit existentes. Mientras tanto, es previsible que al menos hasta el primer horizonte de **PLAN**, sea necesario administrar una situación de insuficiente reserva de recursos, ya que la sequía y la estructura de la demanda han desencadenado el agotamiento de las reservas hídricas.

Por todo ello, la recuperación paulatina de las reservas, acompañada de una satisfacción razonable de las demandas existentes, son objetivos prioritarios del **PLAN**. Esta recuperación de las reservas hace necesaria, en la gestión anual, la disminución de las dotaciones medias previstas y la ejecución, con carácter de urgencia, de las medidas de optimización de los usos del recurso y de la interconexión de los sistemas de explotación. De otro modo, en tanto no se subsane el déficit estructural existente, se volverá a situaciones de años con dotación prácticamente nula.

En este apartado se describen las actuaciones, metodología y conclusiones que se han obtenido mediante el procedimiento empleado para determinar los recursos utilizables en la situación actual y los disponibles en los dos horizontes del **PLAN**. La comparación entre los valores de los recursos y los de las demandas previstas proporciona los correspondientes a los balances hídricos que permiten identificar las medidas necesarias para corregir los desequilibrios que se producen.

En las Directrices aprobadas para la elaboración de este **PLAN** se especificaba que *...para mejorar y actualizar el conocimiento de los recursos se desarrollará un proceso de obtención de series naturales largas ... tomando como base los datos depurados y restituidos de las estaciones de aforo ...* En lo que sigue se describe el grado de conocimiento que proporcionan, en relación con los recursos, los estudios disponibles que cubren el ámbito territorial del **PLAN**; posteriormente se describen las actividades que se han abordado para determinar dichos recursos.

2.4.2. Recursos naturales

Los recursos naturales son los que discurrirían a lo largo de todo el año por los cauces de la cuenca si no existieran las estructuras de regulación que posibilitan la satisfacción espacio-temporal de las demandas. Hasta la fecha no se ha realizado un estudio específico destinado a determinar los recursos hidráulicos en las cuencas del Guadalete y Barbate; es pues, éste un aspecto que se debe superar a corto plazo ya que el conocimiento de los recursos es un aspecto determinante en la planificación hidrológica.

A fin de avanzar en la concreción de PLAN, ha sido necesario restituir al régimen natural las series de aportaciones disponibles en las estaciones de aforo y en las infraestructuras de regulación existentes; los aspectos más relevantes, por lo que respecta a la restitución al régimen natural en los emplazamientos más significativos de las cuencas de PLAN, son los siguientes:

- Embalse de Guadalcaçín. La restitución se ha realizado a partir de la serie observada en el periodo 1944/45 a 1989/90, completándola mediante un ajuste de curva de Arráz para los años 1942 a 1944.
- Embalse de Los Hurones. Se ha obtenido a partir de la serie del embalse de Guadalcaçín, utilizando procedimientos de correlación, manteniendo una distribución mensual semejante.
- Embalse de Bornos. La serie de este emplazamiento se ha conseguido de forma análoga a la de Los Hurones.
- Embalse de Zahara. El periodo correspondiente a 1942/72 se ha obtenido como promedio de las series obtenidas, en primer lugar, como resultado de simular el proceso de precipitación-escorrentía con la que se deduce del ajuste de la curva de Arráz. La extensión hasta 1989/90 se consiguió por correlación hidrológica con la serie del embalse de Bornos y por observación directa de los dos últimos años.
- Las series de los emplazamientos ubicados en la cuenca del río Barbate se han obtenido a partir de las observadas.

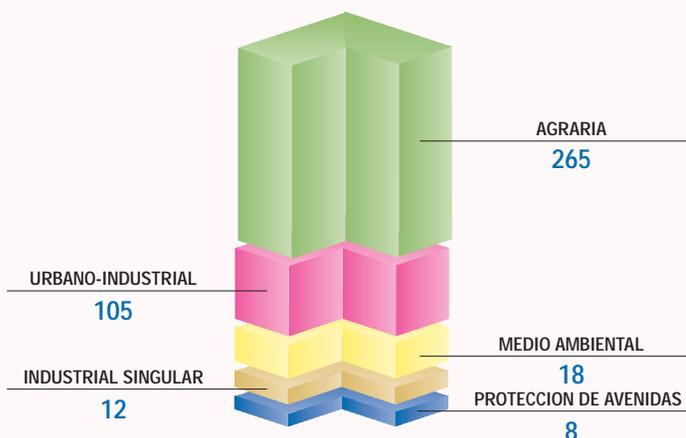
El resultado del proceso de restitución al régimen natural se expresa, en términos de aportaciones medias, en el **cuadro III.12** y gráficamente en la **lámina M-7**. Por su parte, en la **lámina M-6** se ha representado la variación espacial en ámbito de PLAN, de la temperatura, precipitación y evapotranspiración potencial, variables climáticas, todas ellas, que son fundamentales en la producción de la escorrentía superficial.

CUADRO III.12
APORTACIONES NATURALES (h³/h)

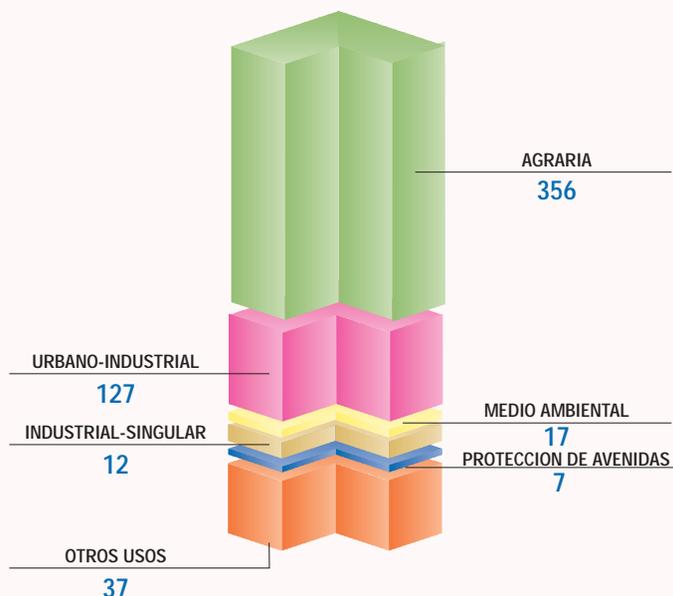
EMPLAZAMIENTO	RIO	APORTACION NATURAL MEDIA (h ³ /h)						
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
Embalse de Zahara	Guadalete	1,62	3,89	8,41	12,32	13,47	11,47	4,57
Embalse de Bornos	Guadalete	5,50	13,30	30,26	41,00	43,49	37,99	15,46
Embalse de los Hurones	Majaceite	2,82	7,79	17,51	23,84	22,30	21,28	8,96
Embalse de Guadalcaçín	Majaceite	5,00	13,30	30,75	43,10	49,26	41,41	14,75
Desembocadura	Guadalete	13,52	34,17	76,63	103,84	105,37	95,33	39,44
Embalse de Barbate	Barbate	6,51	13,76	20,30	18,45	23,07	13,62	9,53
Embalse de Celemín	Celemín	1,14	2,60	4,30	4,06	3,95	2,80	1,85
Embalse de Almodóvar	Almodóvar	0,37	0,72	1,21	1,09	1,08	0,88	0,59

DISTRIBUCION Y EVOLUCION DE LA DEMANDA.
(Valores en hm³/año)

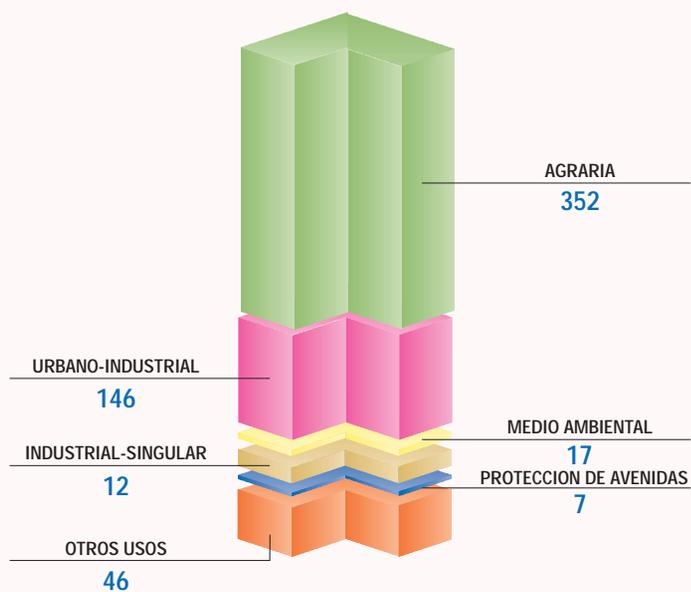
AÑO 1992

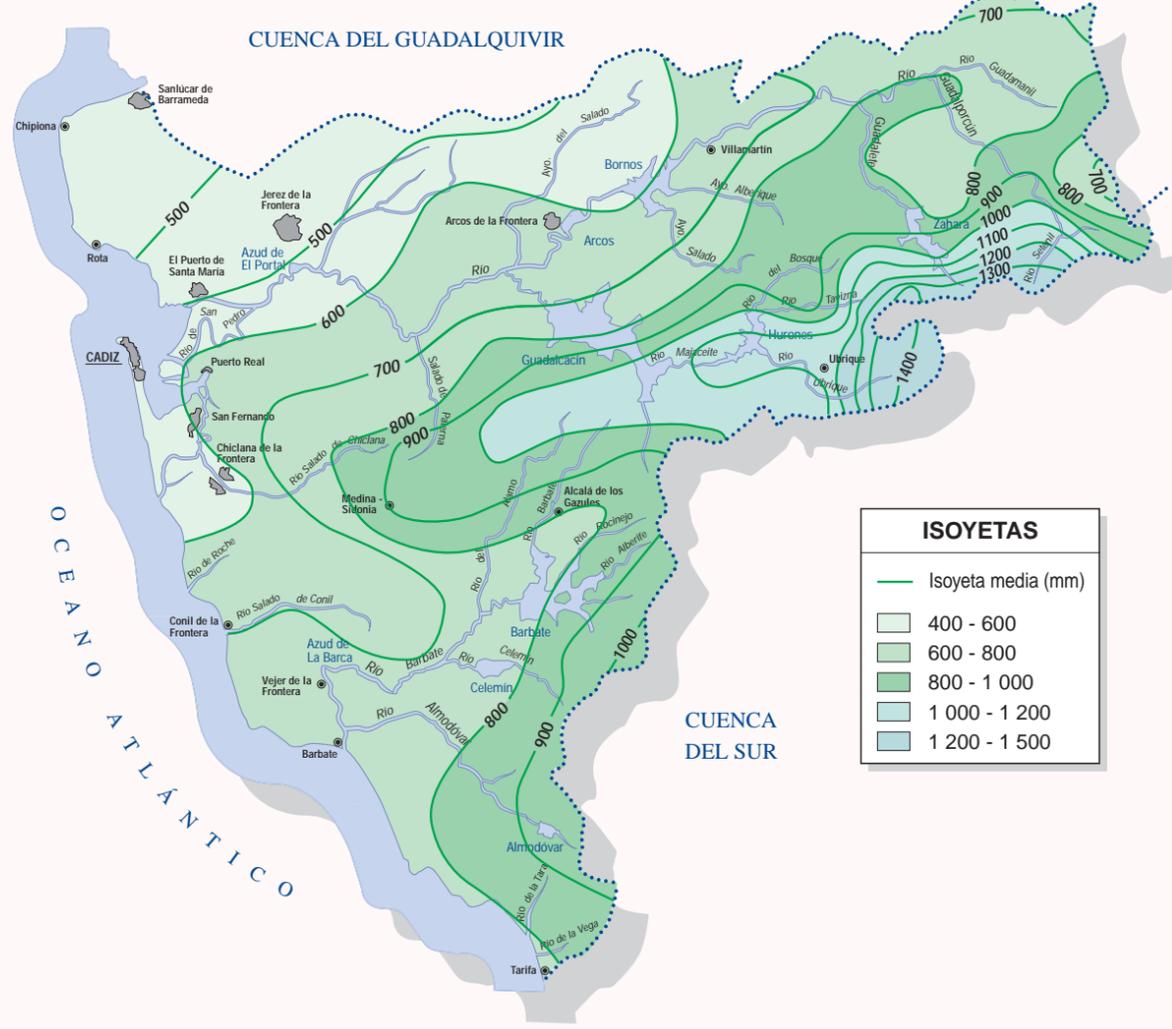
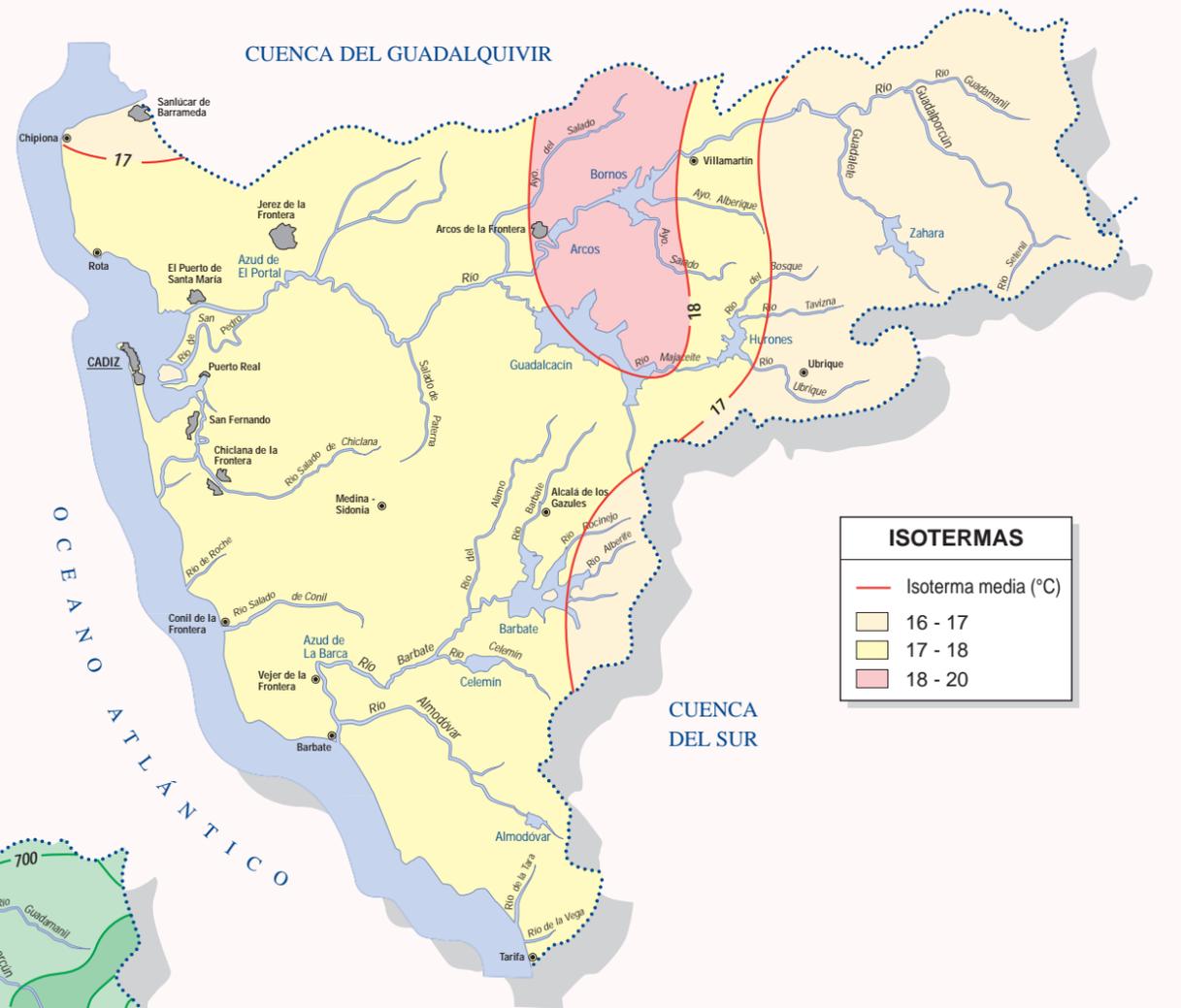
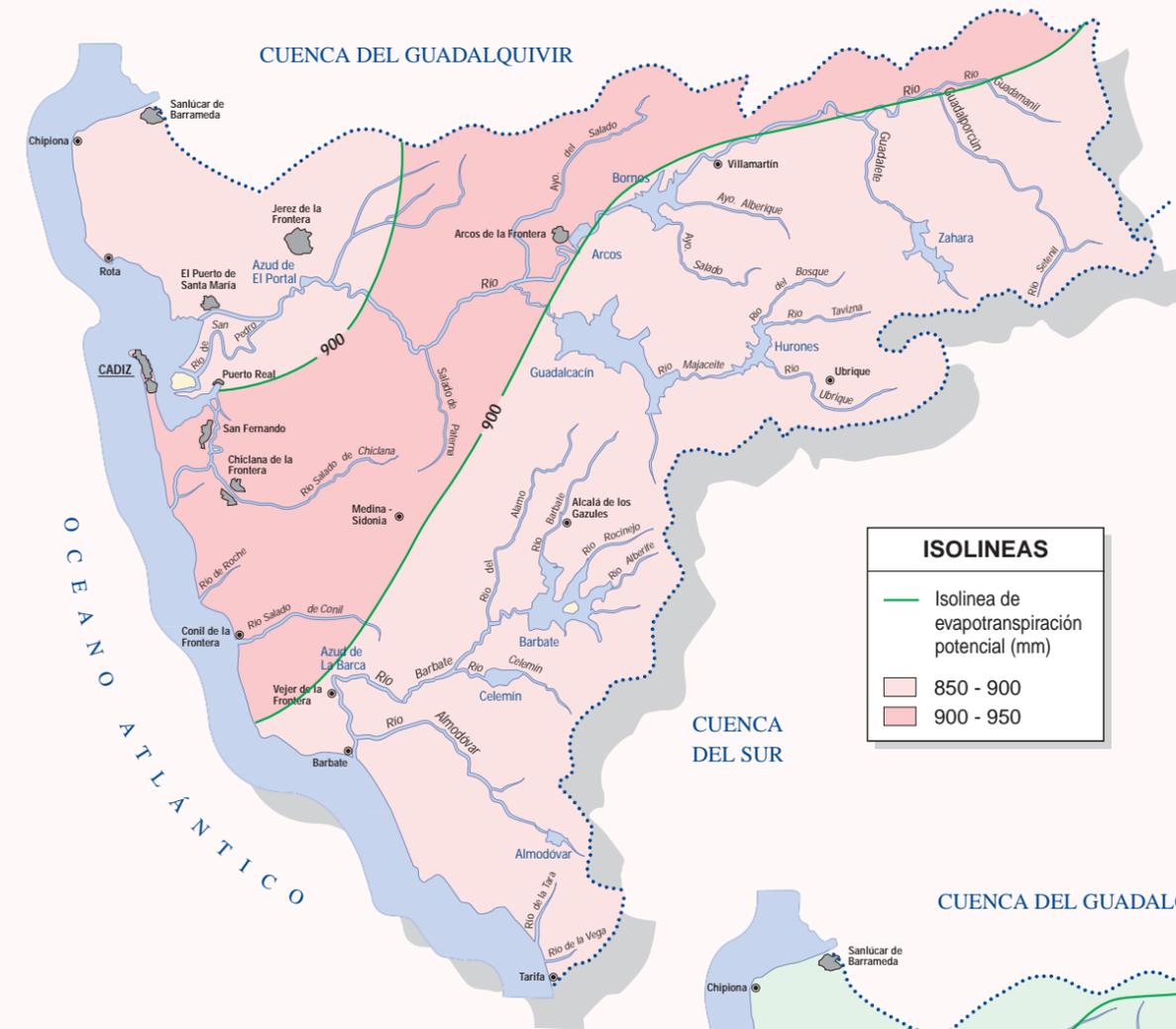


AÑO 2002



AÑO 2012





PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



VALORES DE LA APORTACION MEDIA ANUAL

63 APORTACION ANUAL (hm³)

**CUADRO III.12 (Continuación)³
APORTACIONES NATURALES (h³/m)**

EMPLAZAMIENTO	RIO	APORTACION NATURAL MEDIA (h ³ /m)					TOTAL ANUAL
		MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
Embalse de Zahara	Guadalete	4,20	1,37	0,65	0,42	0,63	63,02
Embalse de Bornos	Guadalete	13,73	4,64	2,22	1,42	2,17	211,19
Embalse de los Hurnes	Majaceite	8,40	2,50	1,58	2,96	0,82	120,75
Embalse de Guadalcacín	Majaceite	13,03	4,03	2,70	4,95	1,68	223,96
Desembocadura	Guadalete	35,82	11,53	6,16	7,07	4,86	533,74
Embalse de Barbate	Barbate	6,67	3,19	1,19	0,92	2,88	120,09
Embalse de Celemín	Celemín	1,18	0,46	0,09	0,06	0,40	22,88
Embalse de Almodóvar	Almodóvar	0,38	0,17	0,05	0,05	0,13	6,73

2.4.3. Recursos superficiales disponibles

Una vez determinados los recursos naturales, se han evaluado, en primer lugar, los recursos superficiales disponibles en los embalses de la cuenca mediante la utilización de un modelo de simulación que integra los siguientes aspectos: aportaciones las del periodo 1942-90-, características de las infraestructuras existentes, criterios de garantía los que marcan las ITC para identificar un fallo en el suministro de las demandas de riego abastecimiento-, normas de explotación de los embalses y demandas servidas por cada embalse.

La aplicación del modelo a los dos sistemas de explotación en los que se divide el ámbito territorial del PLAN, ha permitido obtener los volúmenes regulados en los embalses en cada uno de los tres horizontes temporales de PLAN; en el cuadro III.13 se reflejan dichos resultados.

**CUADRO III.13
VOLUMENES REGULADOS EN EMBALSES**

SER	INFRAESTRUCTURA DE REGULACION	CAPACIDAD (hm ³)	VOLUMEN REGULADO ANUAL (hm ³)		
			1992	2002	2012
GUADALETE	Los Hurones	135	63	63	63
	Guadalcaçín	77	38	--	--
	Bornos	204	100	75	75
	Zahara	223	--	47	47
	Guadalcaçín II	800	--	89	89
	TOTAL		201	274	274
BARBATE	Celemín	43	15	15	15
	Almodóvar*	5	3	4	4
	Barbate	228	--	65	65
	TOTAL		18	84	84
TOTAL			219	358	358

Las conclusiones más significativas del cuadro anterior son:

- De los 842 hm³ que suponen la aportación media anual en el ámbito del PLAN -534 hm³ del Guadalete y 308 hm³ del Barbate-, tan sólo el 26% -219 hm³- son regulados por las presas existentes en la situación actual.
- La puesta en servicio en el horizonte 2002 de las presas de Zahara y Guadalcaçín II, en el Guadalete, y la de Barbate, en el río del mismo nombre, supondrá un incremento de regulación del 63% con respecto a la actualidad.
- A partir del segundo horizonte, no se prevé la construcción de nuevas infraestructuras que incrementen la regulación.

* Esta capacidad ha aumentado a 6 hm³ debido al recrecimiento del embalse

2.4.4. Recursos hídricos subterráneos

Un acuífero es simultáneamente almacén de agua y vehículo de transporte de la misma en la forma de flujo subterráneo hacia un río o punto de drenaje natural. Las **reservas** del acuífero están constituidas por el volumen de agua que almacena y son función de los límites del acuífero, de su porosidad y de la posición del nivel piezométrico. Unas lluvias intensas elevan la posición de este nivel, incrementando las reservas e intensificando el flujo subterráneo instantáneo. El valor medio a largo plazo de este flujo, que recorre el acuífero y sale del mismo, procedente de la alimentación externa que recibe, es conocido como **recarga media anual** o recurso renovable. El término **recurso** cuando se refiere a aguas subterráneas debe entenderse en este sentido, es decir, como **recarga media anual** del acuífero o de la unidad hidrogeológica. Los estudios realizados hasta la fecha han permitido determinar en 200 hm³/año la recarga media anual para el conjunto de los acuíferos de la cuenca. En **cuadro III. 13 bis** se puede observar la distribución de éste valor para cada una de las doce unidades hidrogeológicas existentes en la cuenca.

Los recursos subterráneos de la cuenca del GuadaleteBarbate permiten atender parcialmente las demandas de abastecimiento urbano y del regadío; en menor medida la demanda industrial singular. Aseguran además un flujo de base en las cabeceras de los ríos que permiten y son parte de sus valores medioambientales. En **cuadro III 13 bis** se indica, junto al valor de la recarga media anual, el total de los usos actuales que de cada acuífero se realizan y el porcentaje de los usos frente a la recarga.

Si a la cifra de usos consuntivos reflejada en el cuadro, se le añaden 9 hm³/año del flujo de base, que es el caudal garantizado en los ríos por el drenaje, que, de forma natural procede de las aguas subterráneas - y así se ha incluido en los balances-, se alcanza una cifra de utilización, directa o indirecta, de éstos recursos de 81 hm³/año. Por otra parte, si se considera que de la cifra de recursos renovables, tan sólo el 60% puede ser considerado como recurso disponible por los problemas de regulación natural, es decir, 120 hm³/año, resulta que el **grado global de utilización real de las aguas subterráneas en la cuenca supera el 67%**, porcentaje que expresa un razonable grado de utilización de estas aguas.

No se puede olvidar, además, que en esta cuenca existen unidades hidrogeológicas aguas arriba de los embalses que recogen sus descargas excedentes, las cuales están incluidas en los volúmenes regulados obtenidos para dichos embalses, lo que aumenta, de forma indirecta, la cifra del 67% citada anteriormente como utilización actual de los recursos o flujos subterráneos. El *Plan de Ordenación de Extracciones* incluido en las **NORMAS**, persigue regular y optimizar el uso futuro de estos recursos, cuya **importancia estratégica** es evidente.

CUADRO III.13.bis. RECURSOS NATURALES SUBTERRANEOS Y USOS ACTUALES

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	TOTAL USOS CONSUNTIVOS (hm³/año)	RECARGA ANUAL (hm³/año)	RATIO USO/RECARGA (%)
05.53 Llanos de Villamartín	3,50	5,50	63,6
05.54 Arcos-Bornos-Espera	7,00	7,00	100,0
05.55 Aluvial de Guadalete	5,00	15,00	33,3
05.56 Jerez	3,00	14,00	21,4
05.57 Rota-Sanlúcar-Chipiona	10,00	13,00	76,9
05.58 Puerto de Santa María	1,50	6,00	25,0
05.59 Puerto Real-Conil	13,00	29,50	44,1
06.60 Sierra de las Cabras	2,20	5,50	40,0
05.61 Vejer-Barbate	25,00	33,00	75,8
05.62 Aluvial de Barbate(*)	2,00	20,00	10,0
05.63 Setenil-Ronda	2,00	6,00	33,3
05.64 Sierra de Grazalema	2,50	46,00	5,4
05.67 Menor Sierra de Líbar(*)	0,60	-	-
- Menor Sierra de Ojén (*)	1,50	-	-
TOTAL	78,80	200,50	39,3

(*) Compartida con la cuenca Sur

2.4.5 Recursos totales disponibles. Evolución de los recursos

Los recursos totales disponibles se obtienen mediante la agregación de los recursos superficiales regulados, de los recursos subterráneos y de los caudales fluyentes garantizados en régimen natural. De los 306,60 hm³/año que suman estos recursos, 219 hm³/año proceden de la regulación superficial, 8,8 hm³/año del flujo de base de los ríos no regulados procedentes de las descargas de los acuíferos de cabecera y 78,8 hm³/año se extraen directamente de los acuíferos. En el **cuadro III.14** se reflejan los valores que se han tenido en cuenta, así como su evolución en cada horizonte del **PLAN**, los cuales están justificados en el **Anexo IV**.

CUADRO III.14
RECURSOS DISPONIBLES (hm³/año)

HORIZONTE	RECURSO	SISTEMA DE EXPLOTACION		
		GUADALETE	BARBATE	TOTAL
1992	Superficial	201,0	18,0	219,0
	Subterránea	50,3	28,5	78,8
	Flujo base	8,0	0,8	8,8
	TOTAL	259,3	47,3	306,6
2002	Superficial	274,0	84,0	358,0
	Subterránea	57,6	28,7	86,3
	Flujo base	3,5	0,8	4,3
	TOTAL	335,1	113,5	448,6
2012	Superficial	274,0	84,0	358,0
	Subterránea	58,5	28,6	87,1
	Flujo base	3,5	0,8	4,3
	TOTAL	336,0	113,4	449,4

La preservación del recurso subterráneo para usos prioritarios y el mantenimiento de sus características naturales es un objetivo prioritario de este **PLAN**. Por todo ello, más que aumentar de forma sensible la cifra del volumen extraído, a incluir en los balances, se trata de que estas extracciones estén garantizadas en cantidad y calidad en los sucesivos horizontes, habiéndose aplicado las diferentes figuras de protección establecidas en los Artículos 171, 172 y 173 del **R.D.P.H.**, junto a las reglas de operación desarrolladas con amplio detalle en el Apéndice a las **NORMAS**.

El papel **estratégico** que los **recursos subterráneos** pueden hacer en momentos de sequía como la actual, ponen en evidencia la necesidad de preservar estos recursos. El **Plan de Recuperación de Reservas** previsto en la Norma 20.3, y las Normas de Explotación por Sistemas (Norma 17.6), deben incidir en las reglas oportunas de utilización conjunta embalses-acuíferos subterráneos, completando las ya establecidas en el citado **Plan de Ordenación de Extracciones** incluido en las **NORMAS** y sus Apéndices.

2.4.6. Retornos

Otro aspecto que es necesario dilucidar ya que interviene en el balance hidráulico de cada **SER**, es el relativo al de los retornos, puesto que forman parte de la **escorrentía superficial**. Los retornos considerados son los que proceden tanto de la actividad agrícola como de la urbano-industrial y son utilizables aguas abajo del punto de suministro. Su **cuantificación** se evalúa como un porcentaje de los recursos suministrados; riego entre el 0%-20% y abastecimiento o uso industrial 80%; que se han estimado siguiendo los criterios de carácter general que se indican en la **I.T.C.** y que suponen los volúmenes que se recogen en el **cuadro III.15**.

CUADRO III.15
ESTIMACION DE LOS RETORNOS

HORIZONTE	REGADIOS	URBANO E INDUSTRIAL	RETORNOS TOTALES (hm ³ /año)
	DEMANDA (hm ³ /año)	DEMANDA (hm ³ /año)	
1992	266	105	28
2002	356	127	46
2012	352	146	68

Como en el caso de los recursos superficiales, tanto los subterráneos como el flujo de base de los cauces no experimentarán incrementos en el volumen disponible a partir del segundo horizonte del **PLAN**. En términos relativos, la distribución de los recursos entre la situación actual y las futuras permanece sensiblemente constante, si bien los superficiales aumentan ocho puntos porcentuales, mientras que los subterráneos y flujos de base decrecen siete y dos puntos porcentuales, respectivamente.

2.4.7. Asignación de recursos

Con los recursos hidráulicos naturales conocidos en el ámbito de **PLAN**, así como los disponibles en sus distintas procedencias y horizontes temporales, es necesario, como paso previo a realizar los balances en las cuencas consideradas, asignar estos recursos a satisfacer las demandas identificadas.

En consecuencia, en lo que sigue se explicitan, para cada horizonte, las **demandas** asociadas a cada estructura de regulación disponible y fuente de recursos, mientras que en el **Anexo IV** están plenamente desagregadas y justificadas.

A. SITUACION ACTUAL En el **cuadro III.16** siguiente se refleja la asignación de recursos en los **SER** del Guadalete y Barbate.

CUADRO III.16. ASIGNACION DE RECURSOS. SITUACION ACTUAL

SER	FUENTE DEL RECURSO	DEMANDA		OBSERVACIONES	
		TIPO (A)	VALOR (hm ³ /año)		
Guadalete	1. Recursos superficiales	Bornos	1	91,19	Corresponde al abastecimiento de la Zona Gaditana y Pruna Zona Gaditana y Pruna Superficie de la ZR: 23 713 ha.
		Guadalcazín	2	11,53	
		Los Hurones	3	181,95	
			4	24,00	
	2. Recursos subterráneos		1	9,04	Superficie regada 6661 Ha
			2	0,71	
			3	33,32	
Barbate	1. Recursos superficiales	Celemín	3	27,30	ZR de Barbate. 5800 Ha
		Almodovar	4	2,00	
	2. Flujos de base		3	0,89	Superficie regada 227 Ha
	3. Recursos subterráneos		1	5,19	Superficie regada 3745 Ha
			2	0,10	
			3	22,40	

(A) Los tipos de demanda que se distinguen son: (1) Urbana industrial, (2) Industrial singular (3) Agrícola, (4) Otras demandas: Medioambiental y resguardos

B. HORIZONTE 2002. La asignación de los recursos a las demandas previstas en el 2002 se reflejan en el **cuadro III.17.**

CUADRO III.17. ASIGNACIÓN DE RECURSOS. HORIZONTE 2002

SER	FUENTE DEL RECURSO	DEMANDA		OBSERVACIONES
		TIPO (A)	VALOR (hm ³ /año)	
Guadalete	1. Recursos superficiales			
	Zahara	1	108,71	Abasto a la Zona Gaditana y Pruna
	Bornos	2	11,53	Abarca la Zona Gaditana y Pruna
	Guadalcaçín	1	27,00	Reserva para la Zona Gaditana y Pruna
	Los Hurones	3	229,08	Superficie regada 33.914 Ha
		4	25,00	
	1. Recursos subterráneos	1	9,96	
	2	0,71		
	3	33,32	Superficie regada 6.661 Ha	
Barbate	1. Recursos superficiales			
	Barbate	1	8,20	Abasto a Tarifa
	Celemín	2	0,10	Abasto a Tarifa
		4	4,00	
	Almodóvar	1	5,00	Reserva Abastecimiento
		3	70,79	ZR Barbate 11.800 Ha
	2. Flujos de base	3	0,89	Superficie regada 227 Ha
3. Recursos subterráneos	3	22,40	Superficie regada 3.745 Ha	

(A) Los tipos de demanda que se distinguen son:

(1) Urbana e Industrial, (2) Industrial singular, (3) Agrícola, (4) Otras demandas: Medioambiental y resguardos

C. HORIZONTE 2012 Como ya se ha señalado, en este horizonte no se prevé obtener incrementos de recursos; por contra, en el **SER** del Guadalete se espera disminuir la demanda de riego en 4 hm³/año -aún cuando se mantienen constantes las zonas regables-, como consecuencia de la finalización de las obras de modernización de la ZR del Guadalcaçín. Por su parte, la demanda urbana e industrial se incrementará en 17 hm³/año.

En relación con el **SER** del Barbate, solo se espera un ligero incremento de la demanda urbana e industrial como resultado del aumento de la población y de la dotación asignada; con tal motivo, se deberán, pues, estudiar fuentes alternativas de recursos que garanticen este incremento.

2.5. Balances hidráulicos

El método del balance hidráulico permite conseguir una primera aproximación del estado hídrico de una determinada cuenca, o de un **SER**, en un instante determinado. Consiste en sustraer a los recursos totales disponibles las demandas totales que se han de satisfacer en ese sistema. El saldo, positivo o negativo, indica su situación excedentaria o deficitaria, respectivamente. Como es evidente, cuanto mayor sea la desagregación y discretización de la cuenca, mejor se podrá analizar el conjunto del sistema.

En el **cuadro III.18** se reflejan los balances hidráulicos de los dos **SER** en cada uno de los tres horizontes temporales contemplados en el **PLAN**; a partir del mismo cabe plasmar las siguientes conclusiones:

HORIZONTE 1992

- Los recursos disponibles en la situación actual ascenderá 307 hm^3 , mientras que la demanda bruta supone un volumen de $410 \text{ hm}^3/\text{año}$ -la demanda neta, descortando los retornos, es de 382 hm^3 -. La diferencia entre recursos disponibles y demanda neta representa un **déficit de 75 hm^3** .
- En términos de **SER**, el Guadalete tiene un déficit global de $64,26 \text{ hm}^3/\text{año}$ y el del Barbate asciende a $10,59 \text{ hm}^3$.

HORIZONTE 2002

- A pesar de que los recursos disponibles experimentan un incremento substancial, alcanzando los $449 \text{ hm}^3/\text{año}$, el escenario global es deficitario ya que las demandas brutas también crecen hasta los $557 \text{ hm}^3/\text{año}$; el déficit global es, pues, de 62 hm^3 .
- Los balances a nivel de **SER** son :
 - Guadalete. Presenta un déficit de $64,12 \text{ hm}^3$
 - Barbate. Tiene un superávit de $2,07 \text{ hm}^3$

- La puesta en servicio de la presa de Barbate incide determinadamente en la desaparición del déficit en ese SER; por contra, las presas de Guadalquivir II y Zahara no compensan el fuerte incremento de las demandas que se prevé en el SER del Guadalete.

HORIZONTE 2012

- Dado que no se espera disponer de nuevas infraestructuras de regulación que pongan, con respecto al horizonte anterior, un incremento de los recursos disponibles y que las demandas sí que experimentan un aumento, el déficit del conjunto asciende a 63 hm³
- El SER del Guadalete tiene un déficit de 63,05 hm³. Por su parte, el Barbate disminuye ligeramente su superávit en 1,67 hm³, de forma que en el horizonte 2012 el superávit es de 0,40 hm³.

CUADRO III.18. BALANCE ENTRE RECURSOS HIDRAULICOS Y DEMANDAS

SISTEMA DE EXPLOTACION DE RECURSOS	DEMANDA (hm ³ /año)					RECURSOS (hm ³ /año)						BALANCE (hm ³ /año)	
	ABASTECIMIENTO	INDUSTRIAL SINGULAR	AGRARIA*	OTRAS	TOTAL	EMBALSES	FLUJO BASE	ACUIFEROS	TOTAL DISPONIBLES	RETORNOS	TOTAL PROPIOS	GLOBAL	DEICIT
SITUACION ACTUAL													
GUADALETE	100,23	12,25	215,22	24,00	351,67	201,00	8,00	50,30	259,30	28,13	287,43	-64,26	-70,79
BARBATE	5,19	0,10	50,60	2,00	57,88	18,00	0,80	28,50	47,30	0,00	47,30	-10,59	-11,43
TOTAL (hm³/año)	105,42	12,35	265,82	26,00	409,55	219,00	78,80	78,80	306,60	28,13	334,73		
HORIZONTE 2.002													
GUADALETE	118,67	12,24	262,38	52,00 ⁽¹⁾	445,29	274,00	3,50	57,63	335,13	46,04 ⁽³⁾	381,17	-64,12	-76,86
BARBATE	8,20	0,10	94,09	9,00 ⁽²⁾	111,39	84,00	0,80	28,66	113,46	0,00	113,46	2,07	-3,85
TOTAL (hm³/año)	126,87	12,34	356,47	61,00	556,68	358,00	4,30	86,29	448,59	46,04	494,63		
HORIZONTE 2.012													
GUADALETE	135,74	12,24	257,91	61,000 ⁽³⁾	466,89	274,00	3,50	58,48	335,98	67,86 ⁽⁴⁾	403,84	-63,05	-76,71
BARBATE	9,79	0,10	94,09	9,008 ⁽⁴⁾	112,98	84,00	0,80	28,58	113,38	0,00	113,38	0,40	-5,30
TOTAL (hm³/año)	145,53	12,34	352,00	70,00	579,87	358,00	4,30	87,06	449,36	67,86	517,22		

(1) Incluye: - Reserva para el Abastecimiento de la Zona Gaditana 2.002: 27 Hm³ y 2.012: 31 Hm³.

- Demanda medioambiental en embalse y río 14 Hm³ Demanda para protección de avenidas 6 Hm³

- Demanda medioambiental para la corrección de la intrusión marina en acuíferos 2.002: 5 Hm³ y 2.012: 10 Hm³.

(2) Incluye: - Reserva para el Abastecimiento 5 Hm³.

- Demanda medioambiental 3 Hm³ Demanda para protección de avenidas 1 Hm³

(3) Incluye la reutilización directa de aguas residuales urbanas para riego, lucha contra la intrusión marina en acuíferos y uso industrial de las poblaciones de : El Puerto de Santa María,,Rozas, Sanlúcar, Chipiona, Puerto Real y Chiclana.

(4) Incluye la reutilización directa de aguas residuales urbanas para riego y lucha contra la intrusión marina en acuíferos de las poblaciones de : Cádiz y San Fernando.

3. LA CALIDAD DEL AGUA

3.1. Introducción

La integración de los aspectos de la calidad del agua en los planes de cuenca es un hecho novedoso en la historia de la planificación hidrológica española. Su inclusión en términos igualitarios con los temas de cantidad del recurso, valora la importancia real que este asunto posee y liga al binomio **CANTIDAD-CALIDAD** a un destino común, en función de sus características interactivas. En una cuenca donde las posibilidades objetivas de regulación están limitadas a ciertas actuaciones concretas, una parte importante del aumento de los recursos propios tendrá que proceder, necesariamente, de los **RETORNOS** y de la **REUTILIZACION** del agua residual, lo que implica que para que se puedan utilizar, los vertidos deben tener la calidad suficiente para los usos a los que se han destinado en la planificación. La adecuación dependerá en cada caso del uso más restrictivo que se precise en cada tramo de río o para los distintos usos potenciales que posee: abastecimiento de poblaciones, baño, recreativos, paisajísticos, medioambientales, etc.

Atendiendo a estas consideraciones la Ley de Aguas, ordena en su artículo 40 la inclusión en el **PLAN** 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 comunitarias específicas sobre la calidad del agua y los vertidos, en especial, con la Directiva 91/271/CEE, de Mayo de 1991, de amplia incidencia en este asunto.

En el ámbito de este **PLAN** se han abordado los aspectos que afectan a esta materia por lo que se han definido los objetivos de calidad por tramos de río, se ha analizado la existencia de zonas sensibles y vulnerables en la cuenca, se ha definido el catálogo de medidas para la corrección de vertidos, con la cuantificación de los caudales ambientales de los cauces y, por último, se establecen unas propuestas para la reutilización de aguas residuales y estado actual y programas de actuación en el seguimiento particular de la calidad del agua para el abastecimiento; todo ello después de diagnosticar el estado de calidad de las aguas de la cuenca en la situación de partida, de detectar las peculiaridades de la contaminación existente y de proponer un programa de acción para la definición de una Red Integral de vigilancia y control de la calidad del agua.

En el **gráfico** de la página 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.

3.2. Diagnóstico de la calidad actual de las aguas de la Cuenca

3.2.1. Aguas superficiales fluyentes

Para determinar la calidad actual de las aguas superficiales fluyentes de la cuenca se ha partido de la base de datos que aporta la **Red de Control de Calidad (COCA)**, que cuenta con 2 estaciones de vigilancia fija y con mediciones que se remontan hasta el año 1972. Dado que, por una parte, los puntos de control de esta red están distribuidos en aquéllos tramos donde la contaminación -originada por vertidos urbanos o industriales- es mayor y, por otra, la red no cubre todo el ámbito espacial de la cuenca, se ha considerado conveniente, a fin de diagnosticar la calidad del agua, completar esos datos con los resultados recogidos en el estudio **Valoración de la contaminación en la cuenca del río Guadalete** realizado en 1994 por la Comisaría de Aguas de la CHG. El grado de contaminación de la cuenca se ha obtenido del análisis de los parámetros físico-químicos* del agua y del cumplimiento de la normativa** vigente. Como resultado de este proceso se han determinado los tramos que no cumplen con la normativa y que, por lo tanto, están más fuertemente afectados por la contaminación.

Para cada objetivo de calidad se ha utilizado la siguiente normativa:

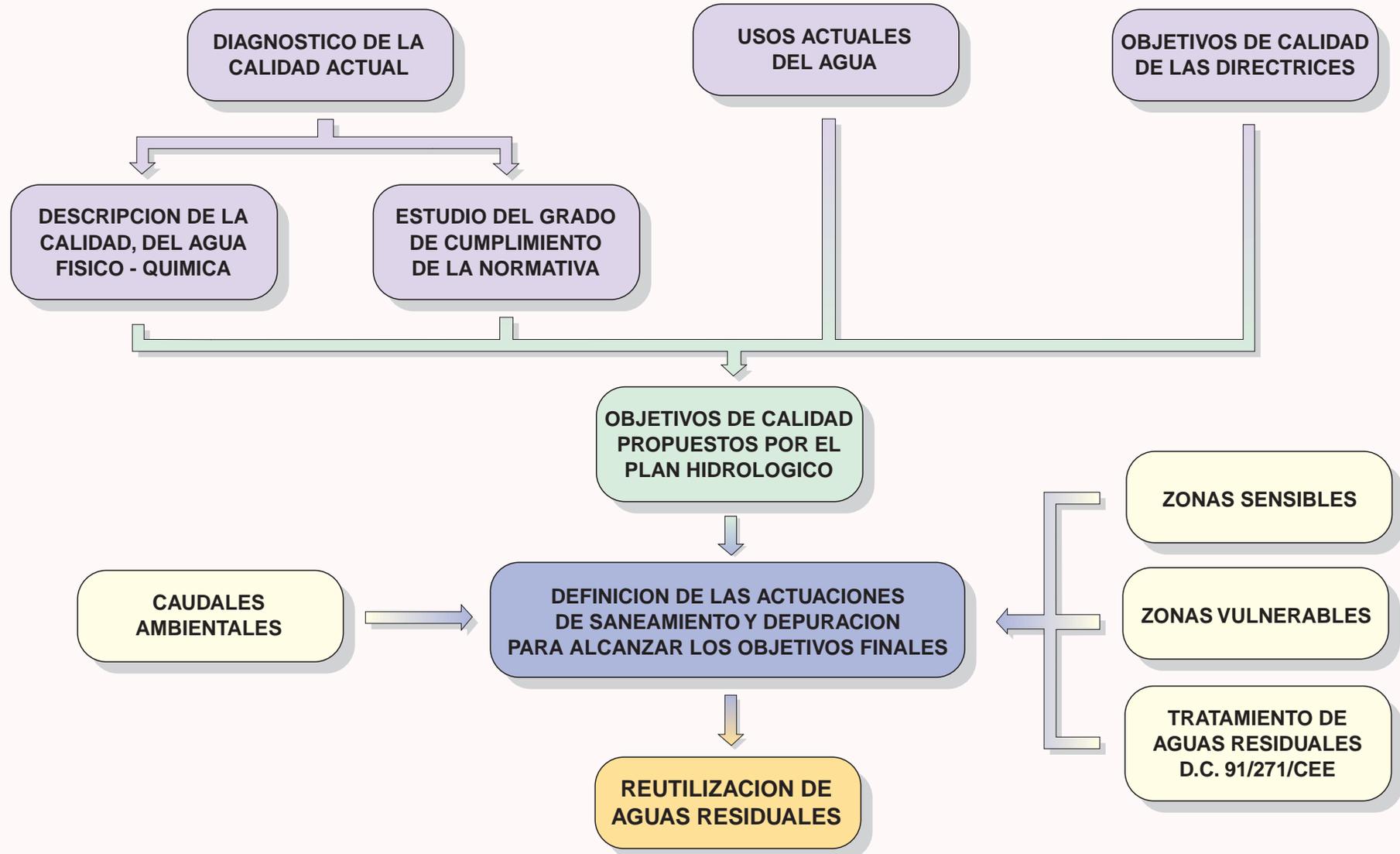
- Para la calidad del agua destinada al abastecimiento de agua potable se han aplicado los criterios contenidos en la **Directiva 75/440/CEE** y se han comparado los datos obtenidos en la cuenca con los **límites imperativos** y con los **valores guía** que fija la **Directiva 75/440/CEE**, que desarrolla el sistema de control analítico y establece la frecuencia y los métodos de análisis, tal y como señala la O.M. de 4 de Mayo de 1988.

* Se ha puesto especial énfasis en los valores correspondientes a cada tramo de oxígeno disuelto (O_2); demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5); fosfatos (PO_4) y nitratos (NO_3)

** Mediante la comparación con los límites que fija la **NORMATIVA** para las calidades de: Prepotable (A_1 , A_2 y A_3), Baño y Vida piscícola (Salmonícola y ciprinícola). Concretamente, por cuanto a la influencia de los pesticidas y microcontaminantes se refiere, el **PLAN** se adaptará a lo que dicen, en cada momento las directrices de los organismos competentes.

CALIDAD DE LAS AGUAS Y CORRECCION DE VERTIDOS

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADALETE - BARBATE
MEMORIA



PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



TRAMOS AFECTADOS DONDE NO SE
CUMPLEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD

— TRAMO AFECTADO POR VERTIDOS QUE
NO CUMPLE CON LA NORMATIVA DE
OBJETIVOS DE CALIDAD

- La aptitud del agua para el baño se ha diagnosticado comparando los mismos límites y valores que en el caso anterior, pero teniendo como referencia la **Directiva 76/160/CEE**.
- Por último, la calidad del agua para la vida piscícola se ha analizado comparando los datos de la cuenca con los parámetros que fija la **Directiva 78/659/CEE** que define dos tipos de objetivos de calidad en función de que en el agua vivan especies salmonícolas -salmones, truchas, timalos, etc- o ciprínidos -carpa, boga, gobio, etc- u otras especies tales como lucios, percas o anguilas.

Como resultado del análisis del cumplimiento de la normativa, se han determinado aquellos tramos afectados por la contaminación, donde la calidad está alterada y se incumplen los objetivos de calidad necesarios para los usos previstos. En la **lámina M-8** se reflejan esos tramos y en el Anexo VIII de este **PLAN** se detallan los análisis realizados para determinarlos. El tramo afectado es el que se indica a continuación:

- Río Guadalete, aguas abajo del embalse de Arcos, por vertidos urbanos.

3.2.2. 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 resultados 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 el **gráfico** de la página siguiente se aporta un esquema del funcionamiento ideal de un embalse bajo esta perspectiva.

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 **cuadro III.20** siguiente en el que se han indicado los embalses que tienen un grado trófico igual o superior al oligomesotrófico.

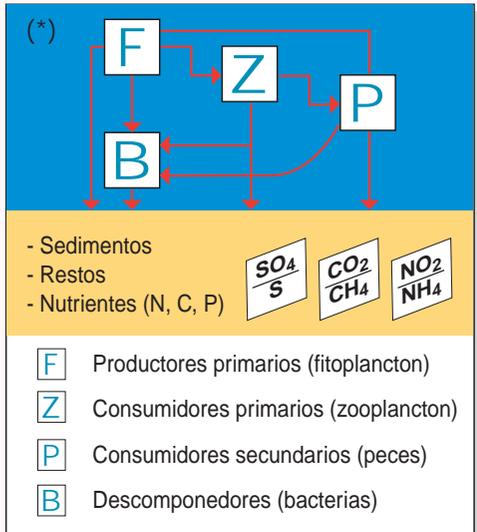
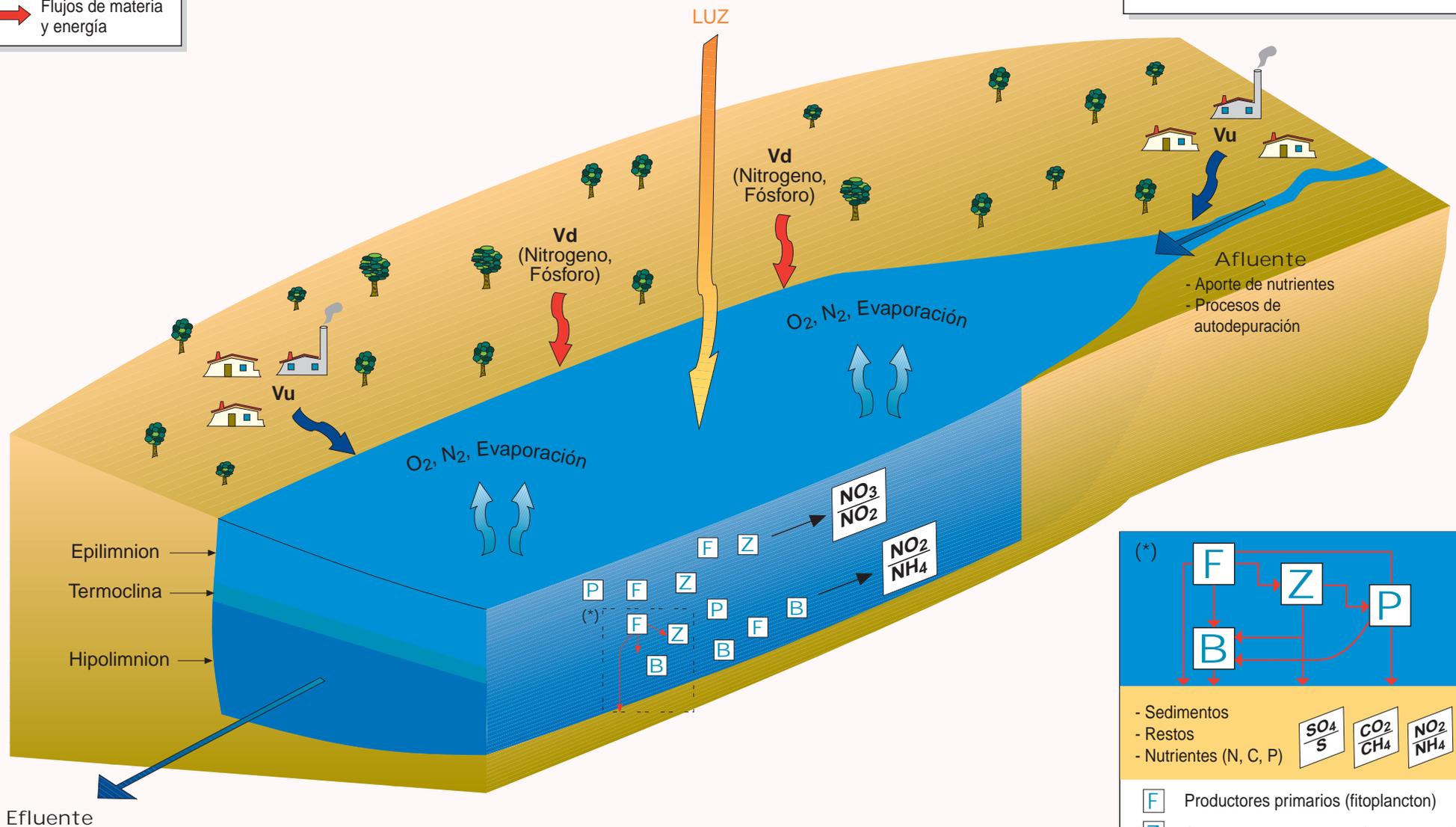
CUADRO III.20
CLASIFICACION POR EL GRADO TROFICO DE
LOS EMBALSES DE LA CUENCA

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

3.2.3. Aguas subterráneas

La calidad natural de las aguas de un acuífero depende de la naturaleza geológica del sustrato que lo contiene. El proceso geológico de formación de la cuenca ha determinado que se produzcan tres tipos diferentes de acuíferos, ligados a las unidades estructurales, y con distintas características litológicas: carbonatados, detríticos y aluviales. Los cuales se han detallado en el apartado dedicado al Medio Físico del Capítulo II. A continuación se especifican los resultados del análisis realizado para diagnosticar la calidad de las aguas subterráneas en cuyo detalle se puede profundizar en el **Anexo XII** de esta **MEMORIA**.

Vd: Vertidos difusos
Vu: Vertidos puntuales
→ Flujos de materia y energía



REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL
FUNCIONAMIENTO IDEAL DE UN EMBALSE

En los acuíferos carbonatados predominan las facies bicarbonatadas cálcicas o magnésicas con mineralización y dureza ligera o media (4° a 35° F). Para el diagnóstico de la calidad de los acuíferos se han analizado las concentraciones de una serie de parámetros cuyos valores se han comparado con los niveles guía y con la concentración máxima tolerable que se establecieron en el R.D. 1138/1990 de 14 de Septiembre sobre la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el **abastecimiento** y control de calidad de las aguas potables de consumo público. **En valores medios las aguas pueden considerarse potables.** La concentración de sulfatos se sitúa por encima de los valores guía pero son valores admisibles y la de los cloruros la exceden pero sólo ligeramente. El calcio, sodio, magnesio y los nitritos están por debajo de los valores guía, aunque la conductividad media es ligeramente alta. Estos resultados son coherentes con las características litológicas de los materiales acuíferos cuando no contactan con el sustrato, en general, muy salino.

Si se consideran las concentraciones totales de sales solubles, expresadas mediante la conductividad eléctrica y la concentración relativa de sodio respecto al calcio y magnesio, las aguas se clasifican en dos tipos por cuanto a los usos agrarios se refiere: a) **baja salinidad y aptas para todos los cultivos** y b) **salinidad media y aptas para la mayoría de los cultivos.**

Cuando, de forma natural o provocada por la sobreexplotación de los acuíferos, el agua discurre en contacto con el sustrato impermeable -materiales arcillo-yesíferos y evaporíticos-, adquiere mayor mineralización, aumenta su dureza y se puede producir un cambio de facies.

En los acuíferos detríticos las facies son diversas y aparece contaminación por nitratos ocasionada por la filtración de los excedentes producidos por las actividades agropecuarias y urbanas. **En general, las aguas** procedentes de estos acuíferos **no son aptas para consumo humano**; en relación con la actividad agrícola su empleo está condicionado a que los terrenos de cultivo tengan buen drenaje y a que los cultivos seleccionados sean tolerables a un alto contenido en sales.

En el **cuadro III.21** se presenta, junto con la calidad hidroquímica, la situación general sobre la contaminación de las aguas subterráneas de la cuenca por los diversos factores enunciados.

**CUADRO III.21
ESTADO DE LA CONTAMINACION EN LOS ACUIFEROS DE LA CUENCA**

UNIDAD HIDROGEOLOGICA	CALIDAD				CONTAMINACIÓN						
	FACIES	PARÁMETROS (mg/l) (mhos/cm)	CLASIFICACIÓN		RIESGO	AGRÍCOLA/GANADERA U.F.N./año-DBO ₅ (t/año)	URBANA				INDUSTRIAL
			USOS URBANOS	USOS AGRÍCOLAS			RESIDUO LIQUIDO hm ³ /año	TRATAMIENTO	R.S.U. t/año	TRATAMIENTO	
05.53 Llanos de Villamartín	Sulfatada cálcica-Clorurada sódica	-	Tolerables	C ³ S ³	Alto	43.750	1,4	No	6.651	Vert. incontrol.	-
05.54 Arcos-Bornos-Espera	Bicarbonatada cálcica	-	Potables	C ² S ¹	Alto	112.875	0,9	No	11.446	Vert. incontrol.	-
05.55 Aluvial del Guadalete	Clorurada sódica y mág- nésica	-	No Potables	C ³ S ³ -C ⁴ S ⁵	Alto	1.050.000	-	-	-	-	-
05.57 Rota-Sanlúcar-Chipiona	Clorurada sódica	Conductividad, 2.500- 8.000	No Potables	Sólo terrenos con buen drenaje	Medio	Nitratos	-	-	-	-	-
05.58 Puerto de Santa María	Clorurada sódica	-	No Potables	C ³ S ² -C ⁴ S ⁴	Medio	175.000	-	Sí	20.341	Vert. control.	Sí
05.59 Puerto Real-Conil	Bicarb.-clorurada sódica	-	Potables	C ² S ² -C ⁶ S ⁶	Medio	693.750	-	Sí	120.656	Vert. control., salvo Conil	-
05.61 Vejer-Barbate	Bicarbonatada cálcica	R.S.< 800	Potables	C ² S ¹ -C ³ S ¹	Alto	775.000	0,9	No	11.078	-	-
05.62 Aluvial del Barbate	Bicarbonatada cálcica	-	Potables	Aptas	Alto	-	-	No	3.481	Alcalá, vert. incontrol. Benalup, a planta de compost de Puerto Real	-
05.63 Setenil-Ronda	Bicarbonatada/clorurada	-	Potables, salvo en ciertas zonas	-	Medio	-	-	-	-	-	-
05.64 Sierra de Grazalema	Bicarbonatada cálcica y magnésica	Sales < 600	Potables en general. No potables en Subun. de Silla.	-	Alto	-	-	Grazalema y Ubrique, EDAR Resto, no	11.000	Incineradora de Ubrique	-

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

- 1) En las unidades con un riesgo alto de contaminación, las aguas residuales no son sometidas, en general, a tratamiento alguno, vertiéndose directamente a los cauces. Afirmación similar cabe hacer con relación a los residuos sólidos urbanos, que suelen ser depositados en vertederos incontrolados, con grave riesgo para el acuífero cuando el emplazamiento tiene lugar sobre los afloramientos permeables de la unidad.
- 2) Es preciso prevenir la contaminación de los acuíferos, especialmente en aquellos casos en que con sus aguas se atiende el abastecimiento de núcleos urbanos. En este estado se encuentran:
 - UH 05.53 Llanos de Villamartín, que atiende el abastecimiento de Villamartín, con 6.680 habitantes.
 - UH 05.54 Arcos-Bornos-Espera, en el que los tres núcleos de los que toma su nombre la unidad se abastecen de sus aguas.
 - UH 05.61 Vejer-Barbate, en la que los municipios de Benalup, Vejer y Barbate se abastecen de sus aguas.
 - UH 05.62 Aluvial del Barbate, de donde se abastecen Alcalá de los Gazules, Benalup de Sidonia y San José de Malcocinado.
 - UH 05.63 Setenil-Ronda, de donde se abastecen los municipios de Setenil, Alcalá del Valle y Torre Alhaquime.
 - UH 05.64 Sierra de Grazalema, con cuyas aguas se abastecen Ubrique, Grazalema, El Bosque y Zahara de la Sierra. Por ejemplo, en Ubrique existe contaminación bacteriológica en los manantiales de El Saltadero, Cornicabra y Benafeliz (en este último, de carácter temporal).
- 3) La contaminación agrícola es importante en algunas unidades, lógicamente aquéllas en las que la actividad de este tipo es mayor. Es el caso, por ejemplo de la UH 57 Rota-Sanlúcar-Chipiona, en la que la actividad agrícola intensiva existente en el acuífero, así como las especiales características de los cultivos en invernaderos, por otra parte muy numerosos y de gran importancia dentro de la economía de la zona, han provocado un gran deterioro en la calidad del agua, debido a los productos nitrogenados, plaguicidas, herbicidas, etc., empleados en este tipo de agricultura intensiva.

- 4) El propio río Guadalete, con su importante contaminación, ha sido el foco más importante del deterioro de la UH 05.56 Jerez en los sectores del aluvial, si bien ésta situación se ha corregido en los últimos años debido al Plan de recuperación del río.

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

Por lo que respecta a las unidades situadas en la cuenca media del río Guadalete (UH 54, 55, 56), la situación es variable. Así, por ejemplo, la UH 54 Arcos-Bornos-Espera, situada más en cabecera no presenta problemas especiales, siendo sus aguas aptas para el consumo y riego. Por el contrario, en la UH 55 Aluvial del Guadalete, existen problemas debido a la influencia del río, cuya contaminación química y bacteriológica es notable y, en ciertas zonas, a prácticas agrícolas. Respecto al riego, la mayoría son aguas de tipo C_3S_3 , C_3S_4 y C_4S_5 (índice SAR del U.S. Salinity Laboratory Staff, que se basa en la concentración total de sales solubles expresada mediante la conductividad eléctrica en ms/cm a $25^\circ C$ y la concentración relativa de sodio respecto al calcio y magnesio -índice SAR-), presentando peligro medio a alto de alcalinización y salinización del suelo. En tales circunstancias, sólo el 15 % de las aguas son potables y aptas para el riego. Por lo que se refiere a la UH 56 Jerez, las aguas no son potables.

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

3.3. Usos del agua actuales y previstos

Una vez diagnosticada la calidad del agua que discurre por la cuenca procede definir los usos a los que se destina actualmente y se prevén en el futuro para cada tramo a fin de establecer las medidas correctoras pertinentes para lograr conseguir los objetivos de calidad necesarios en cada uno de dichos tramos.

Los usos principales a los que actualmente se destina el recurso -y para los que únicamente la normativa fija objetivos de calidad- son el abastecimiento de poblaciones, la vida piscícola y el baño como uso recreativo. En la **lámina M-9** se han identificado los tramos de río dedicados a cada uno de estos tres usos, a partir de las siguientes fuentes documentales:

- Abastecimiento. Inventario de puntos de abastecimiento de aguas superficiales, elaborado por la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

- Vida piscícola. La Junta de Andalucía ha realizado un inventario de cotos trucheros en los que se puede observar la vida salmonícola.
- Baño. El inventario del Servicio Andaluz de Salud recoge los tramos donde esta actividad se vigila y controla de forma periódica.

**CUADRO III.22
OBJETIVOS DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES. PROPUESTA**

TRAMO	USOS ACTUALES	DIAGNOSTICO: SITUACION ACTUAL Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE	OBJETIVO DIRECTRICES	PROPUESTA OBJETIVOS PLAN
Ríos Guadamanil, Guadalporcún y Alto Guadalete			A1, S	A1, S
Tronco del Río Guadalete entre los embalses de Zahara y Arcos	PA, B		A2, C, B	A2, C, B
Aguas abajo del embalse de Arcos hasta confluencia con el río Majaceite	B, R	Tramo afectado. No cumple ningún objetivo	B, R	B, R
Embalses de Barbate y Almodóvar				A3
Rio Ubrique	B, R		B, R	B, R, A3
Río Bosque	CT		S, A1	S, A1
Resto cabecera del río Majaceite hasta embalse de los Hurones	B, PA		A3, C, B	A3, C, B
Tramo entre embalse de los Hurones y Guadalcaçín	B, R		B, R	B, R, A3
Tramo del río Majaceite comprendido entre embalses de Guadalcaçín y su confluencia con el río Guadalete	B, R		B, R	B, R
Cauces inferiores de los rios Majaceite y Guadalete desde la confluencia	R		R	R
Interfluvios entre los ríos Guadalete y Barbate y entre el río Barbate y Cuenca Sur de España.*	B, CM		B, CM	B, CM
Rios de cabecera de embalses de Almodóvar y Barbate incluso embalses			-	A3
Rios Alamo, Barbate, Celemín y Almodóvar			C	C

* Sin perjuicio de lo que establezca la Ley de Costas en el ámbito de sus competencias

3.4. Definición de los objetivos de la calidad

Una vez que se ha diagnosticado la calidad actual del agua que discurre por diferentes tramos de río y que se conoce la tramificación de los usos de la misma, procede definir los objetivos de calidad para los diversos tramos de río que se consideraron en las Directrices previas a la elaboración de este **PLAN**.

En el **cuadro III.22** se resume para cada tramo de río, la siguiente información:

- Uso actual del tramo, en donde la nomenclatura tiene el siguiente significado:
 - PA = Punto de abastecimiento
 - CT = Coto truchero
 - B = Zona de baños
 - CM = Cultivo de moluscos
 - R = Riego
- Diagnóstico de la situación actual en función del grado de cumplimiento de la normativa vigente.
- Objetivo de calidad que fijaron, en su momento, las Directrices, y
- Objetivo de calidad que propone este **PLAN** de cuenca.

Por su parte, en la **lámina M-10** se han representado los tramos con objetivos de calidad para **abastecimiento** de poblaciones (A1, A2 ó A3), la **lámina M-11** indica los tramos con objetivo de **vida piscícola** (S ó C), en la **lámina M-12** figuran los tramos con objetivo **baño** para calidad del agua y en la **lámina M-13** los tramos con objetivos de calidad para **cultivo de moluscos y riego**.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD.
ABASTECIMIENTO

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

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD.
VIDA PISCICOLA

— SALMONICOLA
— CIPRINICOLA

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD
BAÑO

— BAÑO

En el caso de las aguas subterráneas, y en base a los criterios establecidos en los puntos 3.2 y 3.4, se proponen los objetivos de calidad que se reflejan en el **cuadro III.23** adjunto.

CUADRO III.23
OBJETIVOS DE CALIDAD EN LAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

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

3.5. Vigilancia y control de la calidad del agua

La **Ley de Aguas** y sus **Reglamentos** establecen que la vigilancia y control de calidad de las aguas superficiales y subterráneas continentales la ejercerá los Organismos de cuenca, así como la autorización y el control de los vertidos contaminantes en los cauces. Las redes de vigilancia existentes en la cuenca del Guadalete-Barbate (Red COCA), instaladas con anterioridad a la promulgación de las directrices, realizan este cometido de forma dispersa y sin ajustarse a esas prescripciones que, sobre la calidad del agua, fijan las Directivas comunitarias y la propia **Ley de Aguas** en esta materia y que se basan en los distintos usos, por tramos de ríos, cuya calidad específica se tiene que controlar.

Para mejorar la eficacia en la gestión de los recursos hidráulicos, en la que un elemento fundamental lo constituye la vigilancia y control de la calidad del agua, se establecerá un **programa de acción** que deberá definir, antes de cuatro años, una nueva red, integrada y única, basada en los siguientes criterios:

- Establecer un nuevo diseño que considere, integre y complemente las redes existentes.
- Implantar nuevas estaciones de control en las que la ubicación, los parámetros a controlar, la frecuencia de muestreo, la gestión de los datos, etc, sean uniformes en todas las cuencas españolas, de tal forma, que se pueda integrar en un sistema automático de información de calidad de aguas* a nivel nacional.

La nueva Red incorporará, sintetizará y ampliará los objetivos de las redes que actualmente están en funcionamiento en la cuenca, al mismo tiempo que debe cubrir las tres facetas básicas incluidas en todo programa de vigilancia ambiental: a) control continuo de los diferentes tramos de la cuenca, para comprobar el grado de cumplimiento de la normativa y de las condiciones ambientales; b) seguimiento de tendencias; y c) estudios intensivos de reconocimiento con carácter periódico.

* En el Sistema Automático de Información de la Calidad de las Aguas (S.A.I.C.A.) se dimensionará, definirá e implantará el equipo y el software de análisis y explotación de datos y diagnóstico en cada Centro de Cuenca y en la Unidad Central de la DGCA, así como todas las conexiones y protocolos de comunicación necesarios.

En función de estos objetivos, las **estaciones de vigilancia fija** y los **estudios e investigaciones intensivas** se configuran como los principales elementos y características de la Red.

ESTACIONES DE VIGILANCIA FIJA

- Constituyen el elemento básico de la Red, en las que los parámetros que controlan, la frecuencia de muestreo y los criterios de localización se definirán atendiendo a la normativa comunitaria y estatal vigente y al objetivo último de realizar la vigilancia y control ambiental de la calidad del agua en toda la cuenca.
- En estas estaciones se realizarán muestreos periódicos para determinar la calidad del agua superficial destinada al **baño, abastecimiento, mantenimiento de la vida piscícola** y otros usos.
Asimismo, en un número significativo de estaciones y en aquellas coincidentes con las antiguas estaciones de la red COCA, se realizarán muestreos mensuales para el seguimiento y vigilancia de las **condiciones ambientales** del medio acuático. Todo ello se encuadra en el Plan de Explotación de la Red Integrada de Control de Calidad (Red ICA) del Sistema SAICA.
- En algunas de las estaciones de vigilancia fija se situarán, igualmente, diferentes tipos de estaciones automáticas de control de calidad que servirán para la **detección de situaciones de alarma** y para la determinación de las tendencias de calidad en continuo y de forma desasistida en áreas de **usos intensos**, en áreas con **problemas ambientales** y en áreas donde futuros desarrollos pueden impactar la calidad del agua y, por tanto, son necesarios **niveles de base o de referencia**.
- Los tramos afectados por los principales vertidos dentro de la cuenca del Guadalete-Barbate se controlarán mediante estaciones automáticas, situadas en puntos estratégicos dentro de la cuenca y cuya localización y período de funcionamiento se podrá variar en función de los distintos requerimientos.

PROGRAMAS DE VIGILANCIA Y CONTROL

- La elaboración de los **programas de vigilancia y control** es el método principal que posee la Administración para el conocimiento de temas específicos tales como la **eutrofización de embalses o lagunas** consideradas como **zonas sensibles**, el **estudio de contaminantes tóxicos**, la **calibración y verificación de modelos de simulación**, la **autorización de actividades** o la **explicación de la variación espacial** de la información facilitada por las estaciones fijas. Se establece como básica la realización de **estudios e investigaciones intensivas**, al menos una vez cada tres años, en aquellos tramos (ríos, embalses, lagunas, etc) donde se hayan identificado o se consideren probables cambios apreciables en la calidad del agua.
- Como parte esencial de los **programas de vigilancia y control** y con el objeto de definir las relaciones entre los resultados del programa de vigilancia físico-química y la respuesta ecológica en los tramos, se definirá un **Programa de Vigilancia Biológica (PVB)** en áreas correspondientes a puntos especiales de la red de estaciones fijas.
- Para suministrar información sobre la evolución y el resto de la calidad del agua en la cuenca del Guadalete-Barbate, se definirá finalmente un **Programa de Gestión de Datos (PGD)** con el que, al mismo tiempo, desarrollará un mecanismo de difusión y preparación de informes de los datos obtenidos por la Red, que sea inteligible para el público y los estamentos decisorios de la Administración. Dentro de este programa se incluirá, igualmente, un **Subprograma de Control de Calidad (PCC)** de los datos generados por la Red.

3.6. Zonas sensibles

3.6.1. Introducción

La Directiva Comunitaria 91/271/CEE, de 21 de Mayo de 1991, prescribe el tipo de tratamiento con el que se deben depurar las aguas residuales urbanas antes de su vertido a una *zona sensible*. Este concepto lo recoge el Anteproyecto de Ley del PHN que especifica "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".

Para la determinación de zonas sensibles, la citada Directiva establece:

- 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 establecidas por la Directiva 75/440/CEE del Consejo, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, y
- Otras zonas que precisen un tratamiento adicional para cumplir las Directivas del Consejo.

3.6.2. Determinación de las zonas sensibles

La aplicación de los criterios de la Directiva Comunitaria -interpretados por la Dirección General de Calidad de las Aguas (D.G.C.A)- para la determinación de las zonas sensibles de la cuenca del Guadalete-Barbate se reduce a las del primer grupo puesto que, por una parte, en el ámbito geográfico de la cuenca no existen sistemas de aguas superficiales que incumplan el criterio de contaminación por nitratos y, por otra, el tercer criterio de la normativa se considera ya tratado en otras normativas que exigen cumplir los objetivos de calidad impuestos para un tramo determinado.

El método seguido para la identificación de las zonas sensibles se ha basado en los siguientes criterios:

- Identificación de los embalses y zonas húmedas que tienen un grado trófico superior a la mesotrofia.
- Aplicación a aquéllos embalses que están destinados al abastecimiento humano y/o a baños.
- Incidencia sobre esos embalses y humedales de los vertidos de aguas residuales urbanas y de los vertidos no difusos sobre su grado trófico y, selección de aquéllos que presentan una población vertiente mayor de 10 000 habitantes-equivalentes y en los que se demuestre que existe una relación causal entre los aportes por vertidos urbanos y el grado trófico.

En el **cuadro III.24** siguiente se especifican los principales embalses que podrían calificarse como zona sensible y las conclusiones de la aplicación del conjunto de criterios.

CUADRO III.24
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 el cuadro anterior, en la cuenca del Guadalete-Barbate solo se ha detectado **el embalse de los Hurones** como zona sensible. Adicionalmente, el **Plan Nacional de Saneamiento y Depuración** elaborado por la **D.G.C.A** en Febrero de 1995 ha incorporado al catálogo de zonas sensibles de la cuenca, el Parque Natural de la Sierra de Grazalema, como espacio natural de especial relevancia.

3.7. Zonas vulnerables

3.7.1. Introducción

El concepto de zona vulnerable se refiere a aquella masa de agua, tanto superficial como subterránea, que está o puede estar afectada por la contaminación nitrogenada que, procedente de la actividad agraria, puede poner en peligro la salud humana y perjudicar el ecosistema acuático. El término *contaminación* se refiere en este caso a las aguas afectadas que tienen contenidos superiores a 50 mg/l de ión nitrato para aguas de abastecimiento y a las masas de agua con grado trófico igual o superior a la eutrofia, o con riesgo de serlo.

Con estas consideraciones, una **ZONA VULNERABLE** es aquella área que alimenta una masa de agua, superficial o subterránea, afectada por contaminación, es decir, su cuenca de recarga.

La Directiva Comunitaria 91/676/CEE establece el método para identificar estas zonas y prescribe que la relación inicial de zonas vulnerables se revise cada cuatro años y que se incorporen los conocimientos que se hayan adquirido con la experiencia de la puesta en marcha de programas de control.

3.7.2. Determinación de zonas vulnerables

En el ámbito espacial de la cuenca del Guadalete-Barbate no se han detectado masas de agua superficial con una concentración de nitratos sistemáticamente superior a 50 mg/l.

Por cuanto a las masas de agua eutróficas se refiere hay que distinguir que su grado trófico esté condicionado por la actividad del fósforo o la del nitrógeno. La Directiva especifica que, para que una zona se pueda catalogar como VULNERABLE es necesario conocer el comportamiento del nitrógeno en el medio. De los embalses eutróficos que se dan en la cuenca, ninguno soporta vertidos nitrogenados de origen agrario por lo que habrá que analizar su incidencia en el grado de contaminación.

Además de su contenido en términos absolutos, resulta determinante el tiempo de retención en el suelo puesto que, cuanto mayor sea, la probabilidad de que se desencadenen los procesos de oxidación-reducción, adsorción y absorción y dilución, es más elevada.

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.

3.7.3. Programas a aplicar en las zonas vulnerables

En la zona piloto propuesta se establecerán **programas de acción** que se aplicarán antes de que transcurran cuatro años y que deberán emanar de una valoración cuantitativa de las aportaciones de nitrógeno y de los tiempos de retención y su evolución estacional -que depende de las condiciones meteorológicas y del sustrato-. Se incluirán en estos programas las medidas necesarias para disminuir o eliminar los problemas de contaminación que genera la aplicación inadecuada de fertilizantes y estiércol en las zonas vulnerables.

Por otra parte, la delimitación correcta de las zonas de recarga permitirá redefinir los ámbitos

de aplicación de los programas de acción.

Por último, y como estrategia complementaria, se elaborarán **programas de control** como instrumento para evaluar la eficacia de los programas de acción.

3.8. Caudales ambientales

3.8.1. Consideraciones iniciales

La circulación de unos caudales mínimos por los cauces de la cuenca es necesaria para preservar la vida existente y asegurar los ciclos reproductores de la misma, así como para conservar el carácter paisajístico tradicional de los ríos.

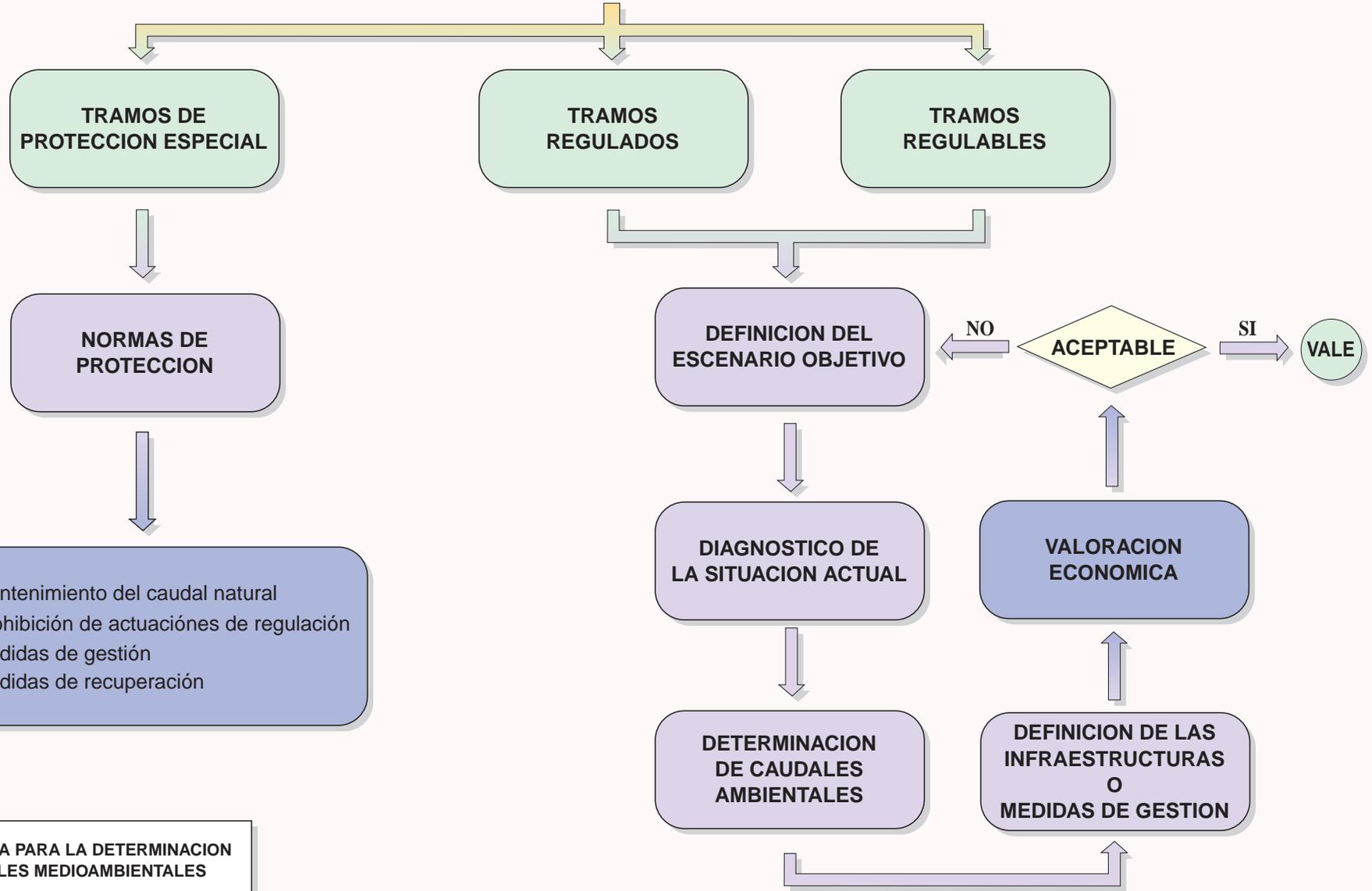
El caudal ambiental se configura como la **segunda prioridad del uso del agua** en la cuenca -tras el abastecimiento- lo que conlleva a que, por una parte, las obras de regulación y derivación garanticen un caudal remanente en el río y, por otra, que parte de este remanente no tenga otra utilización y constituya una demanda de agua.

Para la definición del caudal ambiental es necesario conocer 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 ha considerado estos cambios y ha definido para cada tramo de río un uso distinto, relacionado con el mantenimiento de una cierta cantidad y calidad del recurso, que asegura las condiciones ambientales y ecológicas para el propio tramo.

La red hidrológica se puede dividir, tal y como se muestra en el **gráfico** de la página siguiente, 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

RED HIDROLOGICA



METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE CAUDALES MEDIOAMBIENTALES

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 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.

3.8.2. Determinación de los caudales ambientales. Programa de acción

La necesidad de profundizar en el conocimiento de algunos datos básicos necesarios para evaluar los caudales ambientales en un elevado número de tramos, hace inviable en el marco de este **PLAN**, la determinación de los mismos en todos los cauces de la cuenca.

Por este motivo, se establecerá un **programa de acción** que se aplicará antes de que transcurran cuatro años y del que se deberá obtener -tras la aplicación de los correspondientes estudios por tramos de río- una valoración cuantitativa de los caudales ambientales y de sus regímenes a lo largo del año.

Mientras no se completan los mencionados estudios, el caudal ecológico se establecerá:

"El caudal ecológico mínimo se fija 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 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 aprobación de las Directrices del Plan Hidrológico. Los aprovechamientos consuntivos, excluido el abastecimiento a poblaciones, estarán supeditados al mantenimiento del citado caudal ecológico".

3.9. Corrección, control y ordenación de vertidos

3.9.1. Introducción

Los vertidos indiscriminados de sustancias contaminantes derivadas de las prácticas agrícolas y en el uso urbano e industrial del agua, originan la pérdida de diversidad ecológica en los sistemas acuáticos, alteran las cadenas tróficas, provocan una sustitución de especies y, en definitiva, incapacitan a los caudales fluviales para los usos más restrictivos y a su vez más básicos. Por este motivo, el artículo 89.a de la Ley de Aguas prohíbe con carácter general ... *efectuar vertidos directos o indirectos que contaminen las aguas...*

La necesidad de mejorar y recuperar la calidad de las aguas está motivada por dos causas fundamentales:

- 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 tratamiento y vertido de aguas residuales, así como por otras Directivas y, en especial las de control de sustancias de las listas I y II, Directiva 76/464/CEE.

Los plazos máximos que fija la Directiva 91/271/CEE son los siguientes:

- Implantación de sistemas de colectores antes del año 2000 para aquellos núcleos de población de mas de 15 000 habitantes-equivalentes. La forma de tratamiento del que gozaran los vertidos será de tipo secundario.
- Extender el horizonte hasta el año 2005 si el núcleo urbano se encuentra situado entre 2 000 y 15 000 habitantes-equivalentes. Para el intervalo de población equivalente entre 10 000 y 15 000 habitantes el tipo de tratamiento también será el secundario.
- 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 1998.

En el marco de este **PLAN** se ha analizado la situación actual de la cuenca, que se describe en el epígrafe siguiente, y se han propuesto las medidas oportunas para que, mediante la corrección y ordenación de vertidos, se cumplan los objetivos de calidad que se han fijado para los distintos cauces que la drenan.

3.9.2. Descripción de la situación actual de la cuenca

La contaminación del agua por actividades antrópicas es uno de los mayores problemas medioambientales que ha tenido la cuenca del Guadalete-Barbate hasta fechas muy recientes, en que se completa prácticamente la depuración de los núcleos urbanos que vierten al Guadalete. Aunque los vertidos urbanos poseen una menor carga contaminante que los industriales, en términos cuantitativos, representan un mayor volumen. Así, en el documento **Bases para la Política Hidráulica en Andalucía**, Junta de Andalucía 1993, indicaba que de la totalidad de aguas residuales que se vierten diariamente en Andalucía, el 77% corresponde a los efluentes del alcantarillado urbano y el 23% restante se reparte entre la industria singular y las instalaciones agropecuarias, ambas independientemente de las redes urbanas.

La calidad de las aguas de la cuenca del Guadalete-Barbate presenta diversos problemas ligados a determinados factores:

- 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.

En el epígrafe 3.2 ya se indicó cuales son los tramos más afectados por la contaminación y en la **Lamina M-8** se representa su distribución espacial. Como se observa, la localización de los tramos afectados por la contaminación está ligada a la presencia de grandes núcleos de población y a zonas de creciente industrialización.

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 urbanos 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.

La actual situación en materia de saneamiento y depuración en la cuenca del Guadalete representa la culminación de las políticas de recuperación hidrológica llevadas a cabo en la cuenca, desencadenadas a partir de la redacción del **Programa Coordinado de Mejora y Recuperación del Cauce y Márgenes del río Guadalete**, encomendada a la Dirección General de Obras Publicas del ente autónomo.

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

Por otra parte, la cuenca 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.

Asimismo, tal como se indica en el epígrafe **6.6** de **Anexo XII**, la ubicación de los tramos afectados está ligada a la desigual incidencia de los vertidos en los cauces receptores, según su capacidad de autodepuración, y a la tipología de los vertidos, según el origen de los efluentes. A continuación se caracteriza brevemente la situación para cada tipología de vertido.

LOS VERTIDOS URBANOS

El análisis del inventario del estado de depuración en la cuenca, elaborado en 1992 a raíz de la aparición de la Directiva Comunitaria 91/271/CEE, puso de manifiesto la escasez -en aquella fecha- de estaciones depuradoras. No obstante, el notable esfuerzo llevado a cabo hasta la fecha, ofrece un panorama radicalmente diferente en el estado de depuración de la cuenca, hecho que puede observarse en el **gráfico** de la página siguiente, en el que se indica la tasa de depuración para la población total y su distribución para los tres grandes grupos de población considerados, de los que se indican, en términos porcentuales, los habitantes que no disponen de **EDAR** (separando los que se encuentran en fase de proyecto o construcción, de los que aún no han alcanzado estas fases), y los que disponen de tratamiento.

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 aún aceptable, supera la media general del país, situada en el 42,7%. Sin embargo, destaca el elevado porcentaje (96%) de población que se encuentra en fase de resolver totalmente su ciclo de saneamiento del agua, lo que refleja la prometedora situación en el que se encuentra el estado de depuración en cada una de las provincias de la cuenca.

La política seguida en materia de inversión y de gestión supondrá que, en el bienio 1995/96 se produzca un cambio sustancial en las condiciones de calidad de los efluentes. En el gráfico de la página siguiente se representa la situación de depuración a finales de 1996, en el que en términos globales toda la población, independientemente del segmento de población considerado, podría disponer de un sistema de tratamiento.

En el apéndice de depuración del **Anexo VIII**, se ha recopilado el estado actual en que se encuentran las depuradoras en la cuenca. En las actuaciones que se detallan, se verifica que los grandes núcleos urbanos casi han completado su ciclo integral del agua, a excepción de Cádiz que depurará conjuntamente con San Fernando. La finalización de la depuradora de San Fernando completará el ciclo de depuración en el bajo Guadalete, permitiendo contemplar con optimismo los horizontes fijados por la Directiva 91/271/CEE.

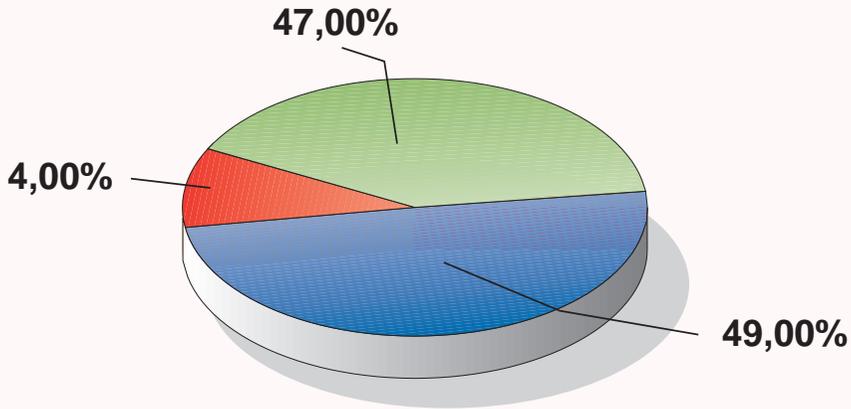
En esta semblanza no están recogidas actuaciones que aún deben llevarse a cabo, como es el caso de Ubrique. A consecuencia de la declaración de zona sensible del Embalse de los Hurones, tal como se recoge en el epígrafe **3.6** de este capítulo, es necesario ampliar el tratamiento con un sistema terciario o bien reutilizar los efluentes de la misma para riego.

LOS VERTIDOS INDUSTRIALES

Los vertidos industriales se caracterizan por la desproporción entre el alto grado de contaminación que producen y el escaso valor añadido que la industria aporta a la cuenca. Esto es debido a la industria alimentaria, y en particular, a los sectores del aceite y sus derivados, y al fuerte contingente de azucareras, alcoholeras y mataderos.

Según la Memoria del **Plan de Regularización de Vertidos Industriales**, actualizada al 31/12/93, en la cuenca no existe ninguna industria con autorización definitiva.

CUENCA DEL GUADALETE - BARBATE
Situación actual.

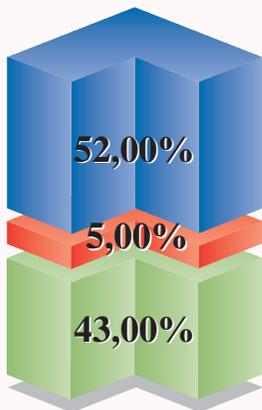


 Sin EDAR
  Proy. o Const.
  Con EDAR

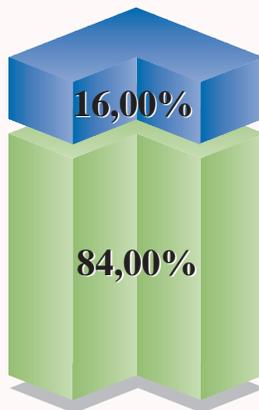
Los porcentajes se refieren a la población total de la cuenca.

CUENCA DEL GUADALETE - BARBATE
Estado de la depuración.

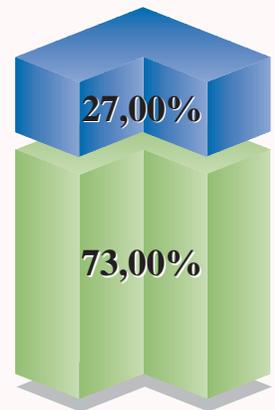
Municipios mayores de 10 000 habitantes
(40,00%)



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



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

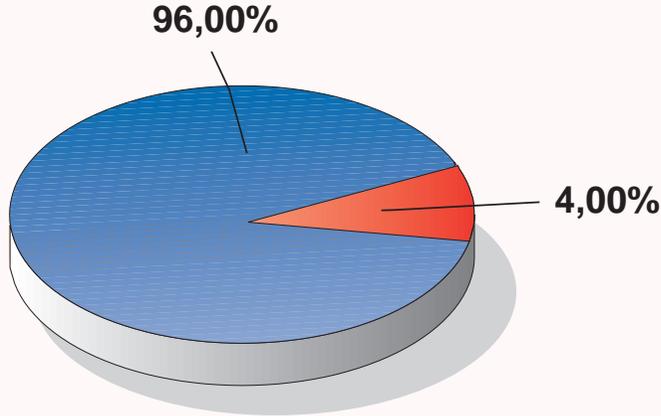


 Con EDAR
  Sin EDAR
  Proy. o Const.

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.

CUENCA DEL GUADALETE - BARBATE
Estado futuro finales 1996

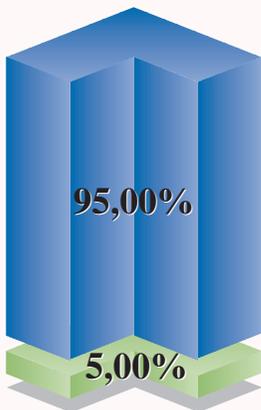


 Sin EDAR
  Proy. o Const.
  Con EDAR

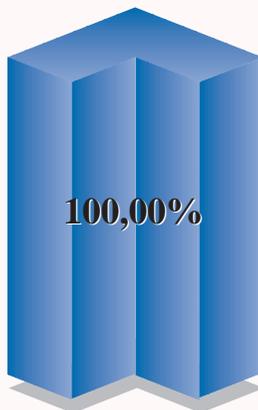
Los porcentajes se refieren a la población total de la cuenca.

CUENCA DEL GUADALETE - BARBATE
Estado de la depuración.

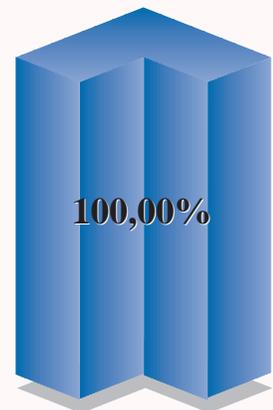
Municipios mayores de
10 000 habitantes
(40,00%)



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



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



 Con EDAR
  Sin EDAR
  Proy. o Const.

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.

LA CONTAMINACION 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, como se indicó anteriormente en el epígrafe **3.2**.

En el apéndice 6 del anexo XII, se recogen algunas de las zonas más afectadas por esta forma de contaminación, entre las que destaca la UH 57 Rota-Sanlúcar-Chipiona.

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.

3.9.3. Corrección y Control de vertidos

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, por otra, se universalice el cobro del canon de vertido. Para ello se articularán las medidas y ayudas necesarias para la corrección de los vertidos industriales en el marco del nuevo procedimiento de regularización de Vertidos Industriales.
- 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 éstas tienen un papel cada vez 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.

3.9.4. 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 ORDENACION de los VERTIDOS potencialmente contaminantes. La ordenación racional de los vertidos requiere una GESTION 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 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.

Hasta fechas recientes, el problema más acuciantes de la actual política de planificación hidráulica fue la debilidad de la gestión de las pequeñas y medianas poblaciones. La economía de los municipios adolecía, y adolece, 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 garantes, 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 supramunicipales 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 en proceso de constitución la Mancomunidad de la Janda (74.346 habitantes de población equivalente).

La zona gaditana litoral engloba sus actuaciones en el marco del Consorcio de la Zona gaditana, englobando una población equivalente de 496.907 habitantes. Aunque en el Guadalete bajo, la gestión del ciclo integral del agua se realiza directamente a través de las empresas municipales de abastecimiento.

En el **cuadro III.25** y **lámina M-14**, 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, como la 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, a fin de incrementar su calidad de vida.

Las líneas básicas de actuación promovidas desde la Administración Autonómica en materia de ordenación de vertidos y que asume este **PLAN** 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.

CUADRO III.25

ORGANIZACION PARA LA CORRECCION DE VERTIDOS

ACTUACION		SISTEMA DE EXPLOTACION	NUCLEOS AFECTADOS	FINALIDAD
Nº	SANEAMIENTO Y DEPURACION			
1	Mancomunidad Sierra de Cádiz	Guadalete	Espera, Alcalá del Valle, El Gastor, Villamartín, Puerto Serrano, Grazalema, Algodonales, Olvera, Torre Alhàquime, Setenil, Bornos, Prado del Rey, El Bosque, Algar, Ubrique, Benaocaz, Villaluenga del Rosario, Zahara de la Sierra y Arcos de la Frontera	•Construcción de instalaciones depuradoras de bajo coste.
2	Zona Gaditana	Guadalete	Chipiona, Rota, San Fernando, Conil de la Frontera, Cádiz, Sanlúcar de Barrameda, Pº de Sta María, Ptº Real, Jerez de la Frontera, Medina Sidonia y Chiclana.	•Saneamiento y depuración del área litoral gaditano, mediante la concentración de vertidos y construcción de depuradoras.
3	Mancomunidad de la Janda	Barbate	Paterna de Rivera, Alcalá de los Gazules, Vejer de la Frontera, Barbate, Benalup y Tarifa	•Mejora de la calidad de las aguas de la cuenca del Barbate, mediante la construcción de depuradoras y la concentración de vertidos.

3.10. Reutilización directa de aguas residuales

3.10.1. Introducción

El Reglamento del Dominio Público Hidráulico en su artículo 272.2 define la reutilización directa de aguas residuales "*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.***

En el marco legal del articulado que se acaba de exponer se encuadra la propuesta que, sobre la reutilización directa de aguas residuales en la cuenca del Guadalete-Barbate, se incluye en este PLAN. En el apartado siguiente se describe el estado actual en la cuenca, se enuncian las posibilidades concretas de reutilización en la misma y por último, se proponen una serie de actuaciones para su desarrollo.

La utilización de las aguas depuradas como RECURSO para satisfacer las demandas es necesaria, tanto desde el punto de vista cuantitativo, como cualitativo. En una cuenca donde la capacidad de regulación de las aguas superficiales está prácticamente agotada, y donde las demandas suponen un volumen superior a los recursos propios de la cuenca, cualquier actuación encaminada a AUMENTAR los RECURSOS PROPIOS rebajará el nivel del déficit estimado. Por otra parte, mediante el uso de agua depurada se mejora la calidad de los vertidos a los cauces receptores y, por lo tanto, la calidad medioambiental de la cuenca.

3.10.2. 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 de 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. 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.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



ACTUACIONES DE REUTILIZACION DE AGUA RESIDUAL

ORIGEN DEL AGUA RESIDUAL Y ZONA DE REUTILIZACION

3.10.3. 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.

3.10.4. 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 los retornos agrícolas, y el destino, su utilización para el riego de zonas públicas y deportivas, el riego de determinados cultivos agrícolas o la recarga de acuíferos. Con la materialización de esta propuesta, el ahorro en la demanda total de agua se cifra en 46 hm³/año en el primer horizonte y en 68 hm³ en el segundo horizonte del **PLAN**.

En el **cuadro III.26** siguiente se resume el cálculo de retornos útiles, a fin de formular actuaciones de reutilización directa de aguas residuales urbanas depuradas - con mención de los núcleos origen del agua - y de retornos agrícolas, obteniéndose unos recursos en el segundo horizonte del **PLAN** de 68 hm³

En la **lámina M-15** "Reutilización directa de aguas residuales. Propuesta de actuación", se puede observar asimismo la distribución geográfica de las actuaciones propuestas en esta materia.

CUADRO III.26

CALCULO DE RETORNOS UTILES 2.012

A)	DEMANDA URBANA	- Zona Gaditana. Se consideran reutilizables los retornos de Jerez de la Frontera, Puerto de Santa María, Chipiona, Sanlúcar de Barrameda, Paterna, Cádiz, San Fernando, Chiclana.	$112 \text{ Hm}^3 \times 0,8 \times 7/12 = 52 \text{ Hm}^3$
		- Municipios de cabecera en embalses	$8 \text{ Hm}^3 \times 0,8 = (6 \text{ Hm}^3)^1$
B)	DEMANDA INDUSTRIAL + SINGULAR ²		$11 \text{ Hm}^3 \times 0,8 \times 7/12 = 5 \text{ Hm}^3$
C)	REGADIOS	Z. R. Guadalcazín (dot-7.000 m ³ /ha)	$85 \text{ Hm}^3 \times 0,10 = 8 \text{ Hm}^3$
		Z. R. Bornos (dot-6.037 m ³ /ha)	
		Z. R. Villamartín (dot-6.000 m ³ /ha)	
		4.409 ha Otras	$57 \text{ Hm}^3 \times 0,05 = 3 \text{ Hm}^3$
		Regadíos (6.000 m ³ /ha)	
		VOLUMEN TOTAL	68 Hm³

¹Ya incluidas en el cálculo de la regulación de los embalses que se realiza con series observadas.

² Se refiere a la Zona Gaditana.

3.11. Calidad sanitaria de las aguas destinadas al consumo

En la **Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público** -R.D. 1138/1990 de 14 septiembre de 1990, traspuesto de la **Directiva 80/778/CEE**- se fijan las directrices generales para establecer un sistema de información relativo al control de calidad de este tipo de aguas. A este respecto, las competencias para realizar este cometido recaen en los órganos sanitarios competentes de las Comunidades Autónomas, que establecerán los programas de Control y Seguimiento adecuados.

En el ámbito de la cuenca del Guadalete-Barbate, el **Servicio Andaluz de Salud**, la CHG y los Ayuntamientos tienen las competencias para realizar el control y seguimiento de la calidad del agua para consumo humano. A través de las Delegaciones Provinciales de Salud, se llevan a cabo controles de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, controles que están incluidos dentro de la **Red de Vigilancia Sanitaria de la Calidad del Agua Potable**. Para cada abastecimiento y según los criterios que fija el mencionado Reglamento, se toman muestras y se estudia el cumplimiento de las normas de calidad. Los datos obtenidos a nivel local y provincial, se envían al Servicio Central para su incorporación a la **Base de Datos de Saneamiento Ambiental (BDSA)**, donde se almacena la información sobre cantidad y calidad del agua suministrada a cada núcleo de población y las características y posibles deficiencias en las instalaciones y tratamientos.

Tal y como señala el **Anteproyecto de Ley PHN**, una de las **actuaciones prioritarias** en relación a este tema es la incorporación de un programa de soporte y refuerzo del sistema de información sobre la calidad de las aguas, que venga a complementar el que actualmente realiza el SAS de la Junta de Andalucía en coordinación con el Ministerio de Sanidad y Consumo.

En este sentido, en el **PLAN** se definen las características generales del nuevo **Sistema Automático de Información de la Calidad del Agua (SAICA)**, dentro del cual se contempla la implantación de una serie de casetas automáticas para el seguimiento de la calidad del agua en aquellos puntos de captación de agua para el consumo humano de especial importancia y riesgo frente a la contaminación. La incorporación de este sistema automático -que a su vez estará complementado con la red de muestreo manual en los puntos de abastecimiento- supone un soporte y refuerzo de indudable importancia que viene a complementar el que actualmente desarrolla el SAS. Asimismo la DGOH de la Junta de Andalucía establece dentro de sus objetivos prioritarios la construcción, mejora y modernización de las captaciones, conducciones e instalaciones de tratamiento de agua potable en Andalucía.

El **Cuadro III.27** recoge y resume las actuaciones propuestas y los agentes del **PLAN** implicados en su ejecución.

CUADRO III.27
ACTUACIONES EN RELACION CON LA CALIDAD SANITARIA
DEL AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO

ACTUACION	AGENTE DEL PLAN
• Red de Vigilancia Sanitaria de la Calidad del Agua Potable	Servicio Andaluz de Salud (SAS), CHG y Ayuntamientos
• Sistema automático de información de calidad de abastecimiento (SAICA)	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
• Definición del perímetro de protección	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
• Construcción y mejora de instalación de abastecimiento	D.G.O.H, (Junta de Andalucía)

4. REGIMENES HIDROLOGICOS EXTREMOS

4.1. Introducción

Las avenidas son fenómenos hidrológicos extremos que secularmente han afectado a las cuencas incluidas en el ámbito territorial del **PLAN**, ocasionando, en numerosas ocasiones, inundaciones y daños de carácter catastrófico. Sin embargo, esta circunstancia no es permanente en el tiempo, sino que es susceptible de modificarse debido, entre otras, a la acción antrópica, que puede cambiar sustancialmente las características del territorio, de forma que, daños potenciales identificados históricamente en extensas zonas de la cuenca se han reducido e, incluso, desaparecido; por el contrario, han surgido otros emplazamientos que tienen asociados daños potenciales de importancia debido a la ocupación casi sistemática de parte de los cauces -sus llanuras de inundación-, por infraestructuras y edificaciones de todo tipo.

Resulta obvia, pues, la conveniencia de abordar el análisis de las avenidas e inundaciones desde una perspectiva amplia y sistémica que contemple la problemática anterior; en consecuencia, en el marco de este **PLAN**, se han distinguido tres fases que permiten actualizar los estudios y trabajos realizados en el pasado y prever el desarrollo de otros acorde con la realidad y necesidades actuales.

En concreto, se distinguen las fases siguientes: i) Caracterización hidrometeorológica de las crecidas; ii) Identificación de las zonas con riesgo potencial de inundación; iii) Definición de las acciones necesarias para paliar o, en lo posible, eliminar los daños de inundación. Las dos primeras incluyen actividades destinadas a obtener la información que haga posible un *diagnóstico* de la situación en la cuenca tanto en lo relativo a la génesis y propagación de las avenidas como en lo que respecta a sus efectos. Por su parte, en la última fase se concretarán las actuaciones que resulta conveniente abordar a la luz del diagnóstico anterior.

4.2 Sequías

La situación de sequía está determinada, en lo fundamental, por dos escenarios diferentes aunque interrelacionados entre sí; en primer lugar se distingue la denominada sequía agrícola, caracterizada por un clima anormalmente seco acusado por la falta de precipitación natural frente a las necesidades hídricas de las plantas¹. Por otra parte, la sequía hidrológica es una situación en la cual la capacidad de regulación de las infraestructuras disponibles no es suficiente para satisfacer las demandas existentes.

Es indudable, pues, la relación existente entre los dos conceptos de sequía antes mencionados aunque, en el Guadalete/Barbate, es posible que no sean coincidentes en el tiempo, atendiendo al carácter interanual de la regulación en esta cuenca, particularmente desde la entrada en servicio de Guadalcacín II en 1994. En consecuencia, una sequía de carácter anual no debe, en principio, producir efectos negativos, ya que, aún cuando la demanda agrícola se incremente, existirán reservas suficientes para satisfacerla; de persistir la sequía durante un período mayor, al no recuperarse los embalses, podrá presentarse una situación en la que los recursos almacenados no sean suficientes para atender a las demandas.

La demanda hidrológica puede presentarse, en el marco anterior, si se dá un crecimiento substancial de las demandas, bien sean de abastecimiento -urbano e industrial-, riegos u otras, sin que se acompañe esta circunstancia de una acción planificadora que las adecúe a la oferta disponible.

En la cuenca del Guadalete/Barbate se han presentado dos situaciones de sequía durante los últimos quince años, que han generado una amplia experiencia en la gestión de los recursos hidráulicos; la primera se desarrolló durante los años de 1981 a 1983, mientras que la segunda afecta a la cuenca desde el año 1992, sin que en la actualidad se vislumbre un cambio drástico en el clima que haga previsible su superación. En el **cuadro 28.1** se reflejan, respectivamente, los volúmenes almacenados en los embalses durante la década de los ochenta y a partir de 1992, cuando la actual sequía caracteriza, definitivamente, la realidad de la cuenca.

¹ Se estima que existe sequía cuando el valor anual de la lluvia es inferior la promedio estimado como normal, por ejemplo, la mediana de la serie.

Un análisis del cuadro permite deducir las conclusiones siguientes:

- Durante la sequía de la década de los ochenta, el volumen almacenado mínimo del mes de Mayo en los embalses se presentó en 1981, con un volumen de 201 hm³- apenas el 22% de la capacidad de la cuenca- mientras que en Mayo de 1995 el volumen de agua almacenada apenas alcanza el 34% de esa cifra -68 hm³- y el 4% de la nueva capacidad de la cuenca².
- Tal como se refleja en el **cuadro III. 28 (2)**, el año hidrológico 1992/1993 el volumen en los embalses de uso consuntivo de la cuenca alcanzan un nivel históricamente bajo, con volúmenes almacenados en Mayo inferiores a los del comienzo del año hidrológico, fruto, sin duda, de la prácticamente nula precipitación.
- En Mayo de 1995, los volúmenes almacenados en los embalses de uso consuntivo en la cuenca son los mismos que al comienzo del año hidrológico, reflejo de lo escaso de las aportaciones naturales que, en ese período, se han generado.
- La situación actual en la cuenca es crítica, por cuanto a los recursos almacenados se refiere. Las expectativas de mejora a corto plazo son escasas.

Como se ha dicho, la gestión de los recursos hidráulicos durante las últimas sequías ha permitido establecer unos criterios de actuación, que deberán perfeccionarse en el inmediato futuro en caso de persistir la actual sequía; los aspectos que, al respecto, cabe destacar son:

- Es necesario fijar las reservas mínimas necesarias para garantizar los abastecimientos como usos preferentes.
- Deben establecerse los objetivos de ahorro de agua o reducción del consumo en los abastecimientos, así como los sistemas de control oportunos.

² Este porcentaje corresponde a la nueva capacidad de la cuenca; 1638 hm³ desde la entrada en servicio de Guadalcaén II en 1994.

- Las disponibilidades para usos agrícolas se deben fijar una vez deducidas las reservas de abastecimiento y de los otros usos prioritarios.
- Se debe tender a que los riegos sufran equitativamente las consecuencias de la escasez; para ello es deseable la mayor interconexión posible entre los sistemas de riego.
- Los cultivos plurianuales, en los que la no aplicación de agua mediante riego suponga daños irreparables para las plantas, deben recibir una atención preferente en la asignación del agua del riego con el fin de garantizar su supervivencia.
- Es necesario establecer normas de control y de sanción y garantizar su cumplimiento.
- Realización de un **PLAN DE RECUPERACION DE RESERVAS** tal y como se establece en la **NORMA** 20.3 y en sintonía con lo indicado en el epígrafe 4.2. de esta **MEMORIA**.

CUADRO III.28.1
VOLUMENES EMBALSADOS (hm³) AL 1 DE MAYO. PERIODO 1979-1995

EMBALSE	CAPACIDAD (hm ³)	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Zahara	223	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	12	26	15
Bornos	204	183	102	51	117	114	134	152	152	127	160	60	182	195	118	26	22	18
Hurones	135	135	108	82	96	71	98	125	126	111	117	65	118	117	68	40	48	18
Guadalcacín ³	77	76	48	41	36	38	53	76	76	60	51	16	56	58	12	10	24	9
Barbate	228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	20	5
Celemin	43	41	39	24	22	9	17	32	31	14	23	13	43	43	23	5	7	2
Almodovar	5	4	5	3	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	2	4	1
Total	915	439	302	201	276	237	306	390	390	316	355	159	404	418	232	100	153	68

CUADRO III.28.2
VOLUMEN EMBALSADO (hm³) EN LOS EMBALSES DE USO CONSUNTIVO. PERIODO 1991-1995

EMBALSE	CAPACIDAD (hm ³)	1991/1992		1992/1993		1993/1994		1994/1995	
		Octubre	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre	Mayo
Bornos	204	117	118	30	26	10	22	12	18
Hurones	135	82	68	48	40	25	48	24	18
Guadalcacín	77	9	12	9	10	8	24	9	9
Total	416	208	198	87	76	43	94	45	45

³ La capacidad de éste embalse asciende, a partir de la entrada en servicio en 1994 de Guadalcacín II, a 800 hm³.

4.3. Caracterización hidrometeorológica de las avenidas

En las cuencas del Guadalete y Barbate no se ha abordado un estudio general de regímenes extremos representando esta circunstancia un déficit importante en el conocimiento de la génesis de las avenidas, cosa que, por otra parte, ya fue puesta de manifiesto en las Directrices del PLAN. Resulta conveniente, pues, abordar en breve plazo un **ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE REGIMENES EXTREMOS** en las cuencas consideradas, toda vez que, además del necesario conocimiento que proporcionará de su hidrología, servirá como elemento de referencia para la determinación de los caudales a considerar en los proyectos de las obras hidráulicas cuya ejecución se aborde en el futuro.

Con objeto de aportar una idea general sobre las avenidas en el ámbito territorial del PLAN, en la **lámina M-16** se reflejan las isóneas de precipitaciones máximas en 24 horas, donde se puede apreciar que el núcleo de mayor intensidad -entre 200 y 250 mm en un día- se ubica en la cabecera del río Celemín y va disminuyendo progresivamente hacia el noroeste, hacia la divisoria con la cuenca hidrográfica del Guadalquivir.

Por cuanto a los caudales extremos se refiere, en el **cuadro III.28.2** se reflejan los caudales asociados a los aliviaderos de las presas existentes en las cuencas del Guadalete y Barbate que, en principio, deben ser los asociados a un período de retorno de 500 años, de acuerdo con la vigente Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas.

CUADRO III.28.2
CAUDALES ASOCIADOS A ALIVIADEROS

PRESA	RIO	CAUDAL (m³/s)
Zahara	Guadalete	515
Bornos	Guadalete	1 750
Arcos	Guadalete	1 200
Los Hurones	Majaceite	950
Guadalcaçín	Majaceite	915
Barbate	Barbate	850
Celemín	Celemín	600
Almodóvar	Almodóvar	340

4.4. Identificación de las zonas con riesgo potencial de inundación

Como consecuencia de las trágicas inundaciones que en 1982 y 1983 tuvieron lugar, tanto en la vertiente mediterránea -principalmente en las cuencas del Segura y Júcar-, como en la Cantábrica, la Comisión Nacional de Protección Civil abordó conjuntamente con la Dirección General de Obras Hidráulicas los estudios necesarios para caracterizar las inundaciones históricas en la cuenca y definir un mapa de riesgos potenciales.

Con tal motivo, se identificaron en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir -incluyendo, por tanto, las cuencas del Guadalete y Barbate-, un total de 524 inundaciones entre 1483 y 1983, a partir de las cuales, junto con la información del inventario de puntos conflictivos de la Confederación Hidrográfica y los tramos situados aguas abajo de los embalses, fue posible definir un total de 93 zonas con riesgo potencial de inundación, de las cuales 11 están en el ámbito del **PLAN**. Estas zonas se clasificaron en:

- **Zonas de máxima prioridad.** No se identificó zona alguna con tal catalogación.

- **Zonas de prioridad intermedia.** En esta categoría se incluyen un total de tres zonas, donde los daños de inundación, aunque no son importantes, afectan con cierta frecuencia a infraestructuras. En concreto, se trata de:
 - . Valle del río Guadalporcún en Setenil
 - . Río Guadalete entre Zahara y el embalse de Bornos
 - . Río Guadalete entre el embalse de Bornos y su confluencia con el Majaceite

- **Zonas de mínima prioridad.** En total se identificaron las zonas siguientes:
 - . Aguas abajo del embalse de Los Hurones
 - . Río Majaceite entre el embalse de Guadalcacín y su confluencia con el río Guadalete
 - . Río Guadalete, desde su confluencia con el Majaceite hasta su desembocadura.
 - . Río Barbate hasta su confluencia con el Celemín
 - . Aguas abajo del embalse de Celemín hasta el río Barbate
 - . Río Barbate hasta su desembocadura
 - . Ambas márgenes del río de La Jara
 - . Río Iro a su paso por Chiclana de la Frontera

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



ISOMAXIMAS DE PRECIPITACION EN 24 HORAS

— 200 — ISOMAXIMAS (mm)

En la **lámina M-17** estan reflejadas las zonas con riesgo potencial de inundación anteriores, debidamente diferenciadas por cuanto se refiere a la gravedad del riesgo.

Como se indicó anteriormente, la realidad de la cuenca es cambiante y dado que el documento sobre **INUNDACIONES HISTORICAS Y MAPAS DE RIESGOS POTENCIALES** cuenta con más de diez años de antigüedad, es conveniente **actualizarlo** teniendo en cuenta las nuevas obras y actuaciones que, en el *interin*, se hubieran realizado.

En concreto, se considerarán los resultados del **PROYECTO LINDE** -tanto prácticos como metodológicos-, que actualmente está siendo desarrollado por la Dirección General de Calidad de las Aguas, y cuyo objetivo fundamental es el de posibilitar la delimitación y deslinde del Dominio Público Hidráulico superficial en zonas sometidas a presiones de cualquier tipo. La primera fase del **PROYECTO LINDE** está dedicado precisamente a identificar los tramos de cauce sometidos a presión

En todo caso, en la actualización del estudio de zonas de riesgo potencial se tendrán en cuenta la relación de puntos negros de la comisaría de Aguas, así como los datos de las zonas aguas abajo de los embalses; en este sentido, la Dirección General de Obras Hidráulicas tiene en fase de avanzado desarrollo el **PROGRAMA DE SEGURIDAD DE PRESAS** que, en el ámbito territorial del **PLAN**, incluye el estudio de las siguientes presas:

PRESA	RIO
Zahara	Guadalete
Bornos	Guadalete
Arcos	Guadalete
Los Hurones	Majaceite
El Portal	Guadalete
Celemín	Celemín
Almodóvar	Almodóvar

En el marco del **PROGRAMA DE SEGURIDAD DE PRESAS** se han detectado los tramos aguas abajo de las presas que tienen problemas graves de inundación, incluso para cuadales muy inferiores a los de la capacidad de los respectivos aliviaderos.

4.5. Acciones para reducir los daños de inundación

De acuerdo con los documentos metodológicos de la **DGOH**, las acciones tendentes a disminuir los daños potenciales de inundación se pueden clasificar en dos grandes grupos, cuales son:

METODOS ESTRUCTURALES

Embalses de laminación
 Corrección y regularización de cauces
 Protecciones de cauces
 Acciones de emergencia y trasvases
 Obras de drenaje

ACTIVIDADES DE GESTION

Conservación de suelos y reforestación
 Zonificación y regulaciones legales
 Implantación de un sistema de seguros
 Instalación de sistemas de alarma y previsión
 Gestión integrada del sistema hidráulico

En el documento denominado **ACCIONES PARA PREVENIR Y REDUCIR LOS DAÑOS DE INUNDACION EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR**, editado por la **DGOH** en 1985, se consideraron todas las actuaciones anteriores en cada una de las zonas con riesgo potencial de inundación, proponiéndose, como resultado, un conjunto de acciones jerarquizadas por su urgencia en realizarse. Este proceso debería repetirse con las zonas de riesgo potencial que se detecten en el estudio actualizado de identificación de daños potenciales.

No obstante, en la cuenca se están desarrollando programas de largo y medio alcance, y se han ejecutado obras significativas, que enmarcan una línea de actuación que, desde la perspectiva del planificador, deberán potenciarse.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



ZONAS DE RIESGO INTERMEDIO

- 94 VALLE DEL RIO GUADALPORCUN EN SETENIL
- 95 RIO GUADELETE ENTRE ZAHARA Y BORNOS
- 96 RIO GUADELETE ENTRE BORNOS Y LA CONFLUENCIA CON EL MAJACEITE

ZONAS DE RIESGO MINIMO

- 97 AGUAS ABAJO DEL EMBALSE DE LOS HURONES
- 98 RIO MAJACEITE ENTRE GUADALCACIN Y SU CONFLUENCIA CON EL GUADELETE
- 99 RIO GUADELETE DESDE EL MAJACEITE HASTA SU DESEMBOCADURA
- 100 RIO BARBATE HASTA SU CONFLUENCIA CON EL CELEMIN
- 101 AGUAS ABAJO DEL EMBALSE DE CELEMIN HASTA EL RIO BARBATE
- 102 RIO BARBATE HASTA SU DESEMBOCADURA
- 103 AMBAS MARGENES DE RIO DE LA JARA
- 104 RIO IRO A SU PASO POR CHICLANA DE LA FRONTERA

INUNDACIONES. ZONAS DE RIESGO POTENCIAL

METODOS ESTRUCTURALES

Durante la última década se han construido en el ámbito territorial del **PLAN** algunos embalses que, junto con los ya existentes, colaborarán de forma significativa en la laminación de las avenidas, sobre todo atendiendo a la política de resguardos estacionales que, a tal fin, propugna la Confederación Hidrográfica. En consecuencia, a falta de que se detecte y justifique la necesidad de presas, exclusivamente laminadoras, las actuaciones estructurales, se basarán en los objetivos siguientes:

- Todos los cauces deberán poder evacuar sin daños la avenida de 50 años de periodo de retorno, como mínimo.
- A su paso por las ciudades, en sus tramos urbanos, los cauces tendrán una capacidad de desagüe tal que admitan, sin daños, la avenida de 500 años de periodo de recurrencia.
- Cuando, en los tramos urbanos de poblaciones de más de 50 000 habitantes, la zona de inundación de 500 años exceda la zona de policía, se procederá a ampliar ésta hacia los límites alcanzados por aquélla.
- En tramos urbanos de poblaciones de menos de 50 000 habitantes, se mantendrá la zona de policía y se determinará la avenida que admite.
- Las obras de terceros que afecten a los cauces o sus márgenes se dimensionarán para evacuar sin daños la avenida de 500 años de recurrencia sin empeorar las condiciones preexistentes de desagüe.
- Los caudales de referencia para el dimensionamiento de las acciones de tipo estructural serán los que se deduzcan del **ESTUDIO DE REGIMENES EXTREMOS** que debe abordar el Organismo de Cuenca a corto plazo.

Una vez que se disponga del estudio actualizado donde se marquen las acciones a realizar para reducir los daños de inundación, se elaborará un **PROGRAMA DE ENCAUZAMIENTOS Y DEFENSAS**, que tendrá en cuenta las zonas a proteger y los caudales afluentes de las presas, tanto en situación ordinaria como durante avenidas; los caudales de referencia para estas obras serán las del citado **ESTUDIO DE REGIMENES EXTREMOS**.

ACTIVIDADES DE GESTION

En la actualidad, están en marcha una serie de programas y actuaciones generales que afectan al ámbito de la cuenca que se deben terminar ya que proporcionarán información para poder acometer adecuadamente las actividades de gestión; entre las más significativas cabe citar:

- **Conservación de suelos y reforestación.** La importancia que este aspecto tiene en la

cuencia es suficiente justificación para que sea tratado monográficamente en un apartado posterior.

- **Zonificaciones y regulaciones legales.** Tanto los aspectos legales -la vigente Ley de Aguas y su Reglamento del Dominio Público Hidráulico-, como metodológicos - instrumentos informáticos y cartográficos-, permiten abordar la zonificación sistematizada de los cauces de forma que se delimiten las áreas inundables, asociadas a distintos caudales -como el de la máxima crecida ordinaria del artículo 4 el Reglamento del Dominio Público Hidráulico-, y periodos de retorno.

Con objeto de priorizar esta ingente tarea, los tramos que se deslindarán en primer lugar serán:

- Aquellos sometidos a algún tipo de presión exterior, que se cumplimentarán en el marco del **PROYECTO LINDE**.
- Los de aguas abajo de las presas que, de acuerdo con el **PROGRAMA DE SEGURIDAD DE PRESAS** del Guadalquivir, presenten una capacidad de desagüe insuficiente en relación con la de los órganos de desagüe, y los que sean necesarios para definir las normas de explotación de las presas en avenidas.

En las actividades anteriores se tendrá en cuenta, a efectos metodológicos, el estudio que la Confederación Hidrográfica ha realizado recientemente relativo a la **REALIZACION DE DESLINDES EN LA CUENCA DEL RIO GUADALETE** (Provincias de Sevilla y Cádiz).

Tanto en la **NORMA DE SEGURIDAD DE PRESAS** preparada por la **DGOH**, de inminente aprobación, como en la **DIRECTRIZ BASICA DE PLANIFICACION DE PROTECCION CIVIL ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES** aprobada en Consejo de Ministros el 9 de Diciembre de 1994, se prevé la realización de estudios de la onda de rotura en determinadas categorías de presas, que deberán abordarse también en la cuenca. Con tal motivo, se deberá elaborar un estudio metodológico sobre la rotura de presas y el análisis de la onda subsiguiente.

En todo caso, se deberá proceder a uniformizar la metodología a seguir en la zonificación, tanto en cuanto a los modelos matemáticos de simulación hidráulica y las escalas de la cartografía, como en lo que se refiere a los criterios puramente hidráulicos del problema.

- **Implantación de un sistema de seguros.** Con objeto de avanzar en la implantación de un

programa general de seguros, se preparará una metodología destinada a evaluar los daños ocasionados por las inundaciones que contemple los aspectos parcelarios e hidráulicos, calados y velocidades, principalmente. A tal fin, se estudiará la conveniencia de aplicarlo en una zona tipo, suficientemente representativa de daños y condiciones hidráulicas.

- **Instalación de sistemas de alarma y previsión.** El Sistema Automático de Información Hidrológica (**SAIH**) está siendo implantado actualmente en la cuenca, constituyéndose en una potente herramienta que aportará datos hidrológicos e hidráulicos de las cuencas que coadyuvarán tanto a caracterizar los episodios lluviosos, como a gestionar las avenidas. Los puntos de control de la red del **SAIH** que se encuentran implantados en el ámbito territorial del **PLAN** son:

- EMBALSES:** Zahara (E69), Bornos (E70), Arcos (E71), Los Hurones (E72), Guadalcaçín (E73), El Portal (E74), Barbate (E75), Celemín (E76) y Almodóvar (E77).
- AFOROS EN RIO:** Aforo en el arroyo del Almódovar, en el río Barbate (A17), aforo en el arroyo del Aciscal, en el Barbate (A18).
- PLUVIOMETROS:** Pruna (P34), Grazalema (N08).
- ELEVACIONES:** Impulsión de abastecimiento a la zona Gaditana (I21).

En el marco de esta actividad general, se concretarán, en la medida que la disponibilidad de datos lo permita, los **Planes de Emergencia** de presas previstos tanto en la **NORMA DE SEGURIDAD DE PRESAS** como en la **DIRECTRIZ BASICA** citadas antes. Con tal objeto, se abordará de forma sistematizada la redacción de normas de explotación de presas en avenidas ya que los resultados son determinantes para la elaboración de los planes en cuestión. Hasta tanto no se disponga de las normas de explotación en avenidas se adoptarán los criterios de laminación siguientes, por cuanto a periodos de retorno se refiere:

AVENIDA AFLUENTE	AVENIDA LAMINADA
50	10
100	20
500	100

5. PROTECCION Y RECUPERACION DEL MEDIO AMBIENTE HIDRAULICO

5.1. Introducción

El agua es un recurso natural renovable y escaso, imprescindible para el desarrollo de la vida y soporte de los sistemas ecológicos. Desde tiempo inmemorial el hombre se ha asentado junto a las riberas de los ríos y las grandes civilizaciones de la Antigüedad se han desarrollado en íntima relación con los cauces de agua: Egipto y el Nilo, Mesopotamia y el Tigris y el Eufrates. Pero al igual que el hombre se ha aprovechado del recurso para cubrir sus necesidades más inmediatas, lo ha ido degradando a través de su actividad. Cuando una gota de agua cae sobre la tierra, se escurre hacia los cauces fluyentes o se infiltra en el terreno formando parte de los acuíferos, se almacena en embalses de regulación, discurre por las conducciones hasta los puntos de consumo y, una vez satisfecho éste, vuelve -en menor cuantía- a los cauces fluyentes, donde se puede volver a utilizar, o es vertida al mar. A lo largo de todo este proceso, el agua se va contaminando y su calidad se va degradando hasta que se hace inservible para los usos más restrictivos. Paralelamente su cuantía va disminuyendo, lo que afecta a la calidad ambiental de los tramos de aguas abajo.

La repetición a través de los años del mismo proceso provoca, además de la pérdida de calidad del agua, el deterioro de los cauces naturales y de la infraestructura por la que discurre, por lo que se hace necesaria no sólo la protección de los mismos, sino también su recuperación.

En esta línea de pensamiento, el artículo 13^o.3^o de la Ley de Aguas establece, como uno de los principios generales a seguir por la Administración Pública del Agua, *...la conservación y protección del medio ambiente y la restauración de la naturaleza ...* y obliga a que los planes de cuenca incluyan *...las medidas para la conservación y recuperación del recurso y entorno afectados...*

Para hacer frente a estas realidades, algunas de las cuales están más agudizadas en la Cuenca del Guadalete-Barbate este **PLAN** ha incorporado una serie de medidas y propuestas que se describen a continuación.

5.2. Zonas húmedas

5.2.1. Consideraciones iniciales

Se denomina **zona húmeda** o **humedal** a cualquier unidad funcional del paisaje que sin ser un río o un embalse, constituye, tanto espacial como temporalmente, una anomalía hídrica positiva en relación con un territorio adyacente más seco.

Se incluye dentro de esta denominación toda una serie de territorios que va desde los *cripto-humedales*⁴ hasta las *formaciones palustres* o tipos limnológicos de masas de agua no fluyentes y poco profundas -lagunas, charcas, marismas, turberas, llanuras de inundación, deltas, etc-. En el **gráfico** de la página siguiente se ha representado un corte esquemático de algunos de estos territorios, que ponen de manifiesto los distintos tipos de ambientes que quedan englobados dentro del concepto ecológico de humedal.

La delimitación y protección de estos espacios está contemplada en la legislación española en la Ley de Aguas de 1985 (Artículo 103), así como en la Ley 4/1989 de Conservación de Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre, y en la Ley 2/1989 de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

En el marco de este **PLAN** de cuenca se ha elaborado un estudio monográfico que se incluye en el **Anexo X** a esta **MEMORIA** y que se centra en definir los criterios y normas para la recuperación y protección de los humedales en el ámbito de la cuenca del Guadalete-Barbate, a partir de los inventarios previos y del diagnóstico de su situación actual.

5.2.2. Inventario y diagnóstico de la situación actual

INVENTARIO

El inventario de las zonas húmedas de la cuenca se ha elaborado como integración de los tres siguientes, realizados por los distintos Organismos con competencias en la materia.

⁴ Areas de evaporación a partir de aguas subterráneas a las que sólo acceden a la capa saturada las raíces de plantas freatofíticas (praderas húmedas, juncales, etc).

- El **Plan de Protección del Medio Físico y Catálogo de Espacios y Bienes Protegidos** de la provincia de Cádiz recoge la relación de zonas húmedas sujetas a la normativa urbanística especial, con la que se asegura -amparadas en la ley del Suelo de 1975- el mantenimiento sustancial de los usos actuales, fijando diferentes niveles de protección según la fragilidad de cada espacio y los impactos previsibles.
- La Ley 2/1989 de la Comunidad Autónoma de Andalucía, de 18 de julio, por la que se aprueba el **Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía**, formaliza el Inventario elaborado por la Agencia de Medio Ambiente (AMA), al mismo tiempo que establece medidas adicionales para su protección. Para el caso concreto de los humedales incluidos en la cuenca, el Inventario recoge 18 espacios que incluye dentro de las figuras de protección de **Reserva Natural, Paraje Natural y Parque Natural**⁵.
- La DGOH completó en **1990** el primer inventario nacional, con **carácter extensivo**, de los humedales de la España peninsular. En este estudio, además de presentar una relación de los humedales españoles más importantes⁶, se recopila, analiza y organiza toda la información disponible sobre estos ecosistemas al objeto de que pueda ser utilizada por los gestores de la administración hidráulica y medioambiental.

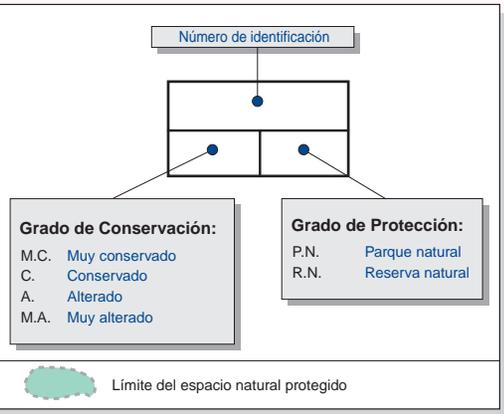
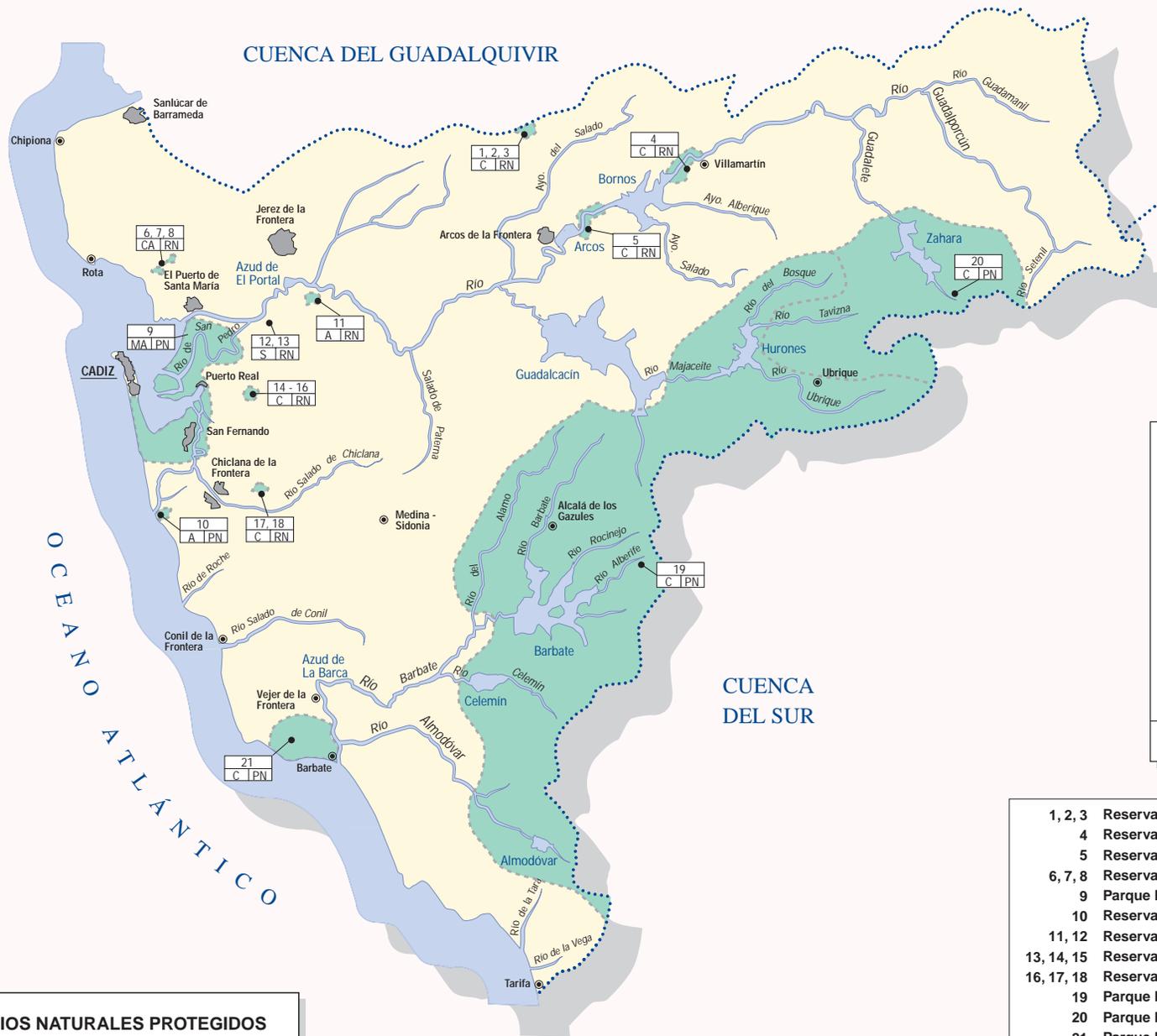
En el **Anexo X** de esta **MEMORIA** se recoge una tabla con las características fundamentales de los humedales inventariados y, en su **Apéndice 2** una ficha descriptiva de cada uno de ellos. Por su parte en la **Lámina M-18** adjunta se puede observar la situación de las zonas húmedas con una referencia para cada una de ellas en la que se indica el número de identificación, el grado de conservación actual y la figura de protección propuesta por la A.M.A. En la **lámina M-19** se localizan los Espacios Naturales Protegidos, indicándose el grado de conservación y de protección de los mismos.

DIAGNOSTICO

⁵ Las **Parajes Naturales** son espacios que se declaran como tales por Ley del Parlamento Andaluz, en atención a las excepcionales exigencias calificadoras de sus singulares valores y con la finalidad de atender a la conservación de su flora y fauna, constitución geomorfológica, especial belleza y otros componentes de muy destacado rango natural. Por su parte, las figuras de **Reserva Natural** y **Parque Natural** son las que recoge la Ley 4/1989.

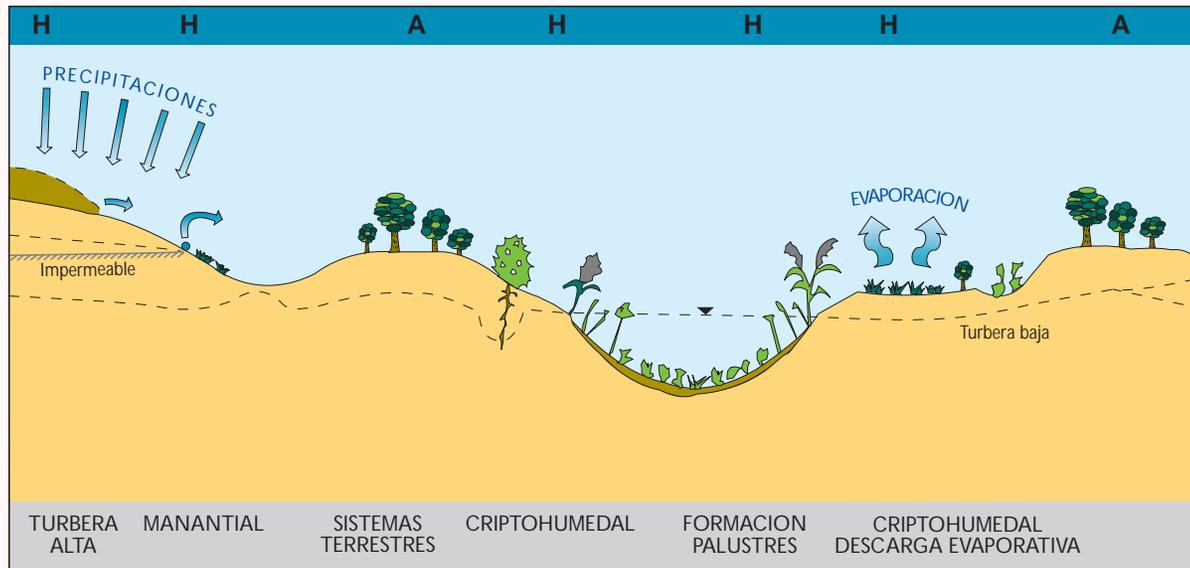
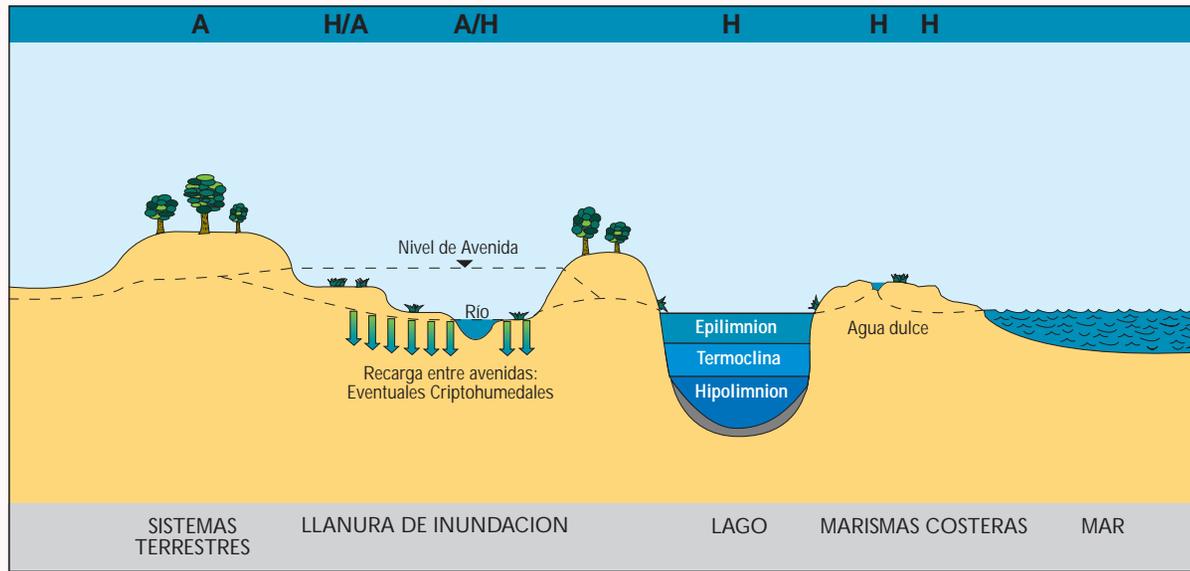
⁶ Dentro de este inventario se han recogido las masas de agua naturales no fluyentes o formaciones palustres cuya extensión es igual o superior a 0,5 ha. También se han inventariado los humedales artificiales de creación relativamente antigua.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

- 1, 2, 3 Reserva natural del complejo endorréico de Espera
- 4 Reserva Natural del Embalse de Bornos
- 5 Reserva Natural del Embalse de Arcos
- 6, 7, 8 Reserva Natural del complejo endorréico de El Puerto de Santa María
- 9 Parque Natural de la Bahía de Cádiz
- 10 Reserva Natural de la Laguna de Medina
- 11, 12 Reserva Natural de las Lagunas de la Cantera y El Tejón
- 13, 14, 15 Reserva Natural del complejo endorréico de Puerto Real
- 16, 17, 18 Reserva Natural del complejo endorréico de Chiclana
- 19 Parque Natural de los Alcornocales
- 20 Parque Natural de las Sierras de Grazalema
- 21 Parque Natural del acantilado y pinar de Barbate



TIPOS DE AMBIENTE INTEGRADOS EN EL CONCEPTO ECOLOGICO "HUMEDAL"

- H HUMEDAL
- A SISTEMAS TERRESTRES
- H/A INTERACCION DE HUMEDALES CON SISTEMAS ACUATICOS
- - - - Nivel superior de la superficie saturada

FUENTE: BERNALDEZ Y MONTES (1990)

- En la cuenca del Guadalete-Barbate se han inventariado **34 humedales** con una extensión superior a los 0,5 ha. La mayor parte de ellos tienen superficies superiores a las 20 ha (81,2%).
- Se han distinguido un total de **8 tipos básicos de humedales**, siendo los "humedales en área plana de interfluvio de origen eólico (deflacción)" los más frecuentes dentro de la cuenca (20%), seguido del tipo "humedal en área plana de origen tectónico (erosión eólica) y estepario salino" (17%), y los "humedal en Keuper (karst en evaporitas) de tipo estepario salino (11%).
- El resto de los humedales se caracterizan, de forma general, por situarse en áreas planas, sobre sustratos formados por elementos impermeables del Terciario (arcillas y margas) y por presentar pequeñas extensiones, ciclo de desecación interanual y compleja organización ecológica.
- En cuanto a su **estado de conservación**, un número importante de las zonas húmedas inventariadas se han clasificado como "desaparecidas" (23,5%), mientras que un 17,6% y un 20,5% están "muy alteradas" o "alteradas" respectivamente. Por su parte, un 38,2% están clasificadas como "conservados".
- Dentro de las causas del mal estado de conservación de los humedales destaca su desecación para actividades agrícolas, vertidos difusos y puntuales, colmatación acelerada, sobreexplotación de acuíferos y caza incontrolada.
- En la gran mayoría de los humedales se desconoce la influencia de las aguas subterráneas en el nivel de la lámina de agua, así como los mecanismos ambientales claves que regulan su funcionamiento y que son imprescindibles para una adecuada gestión y conservación de estos espacios.
- Un total de **18 humedales** (52,9%) de la cuenca están protegidos legalmente según la Ley 2/1989 de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.

5.2.3. Medidas de recuperación y conservación de humedales

La situación actual de los humedales en la cuenca está relacionada con problemas derivados de la sobreexplotación de acuíferos, la utilización de las aguas superficiales, la ocupación del territorio y, en definitiva, con la compatibilidad de usos tanto del agua como del suelo dentro de la cuenca.

Para corregir esta situación, el **PLAN** ha incluido una serie de **criterios, normas y medidas generales** encaminadas a la recuperación y conservación de los humedales con objeto de lograr el adecuado y posible equilibrio entre la utilización de los recursos hídricos y la protección ambiental de estos espacios.

En particular los **criterios generales** que se han considerado para recuperar y conservar los humedales de la cuenca, son los dos siguientes:

- *Establecer un equilibrio adecuado entre la conservación del humedal y la potenciación de actividades compatibles y sostenidas con el mantenimiento de los valores ambientales.* En esta línea, el **PLAN** entiende que la protección de un espacio conlleva la limitación de determinados usos.
- *Considerar como origen la situación actual de cada zona húmeda asumiendo las limitaciones impuestas por el nivel de degradación existente.* De este criterio se deriva que el **PLAN** no debe limitarse a establecer las normas para la determinación de los perímetros de protección y la limitación de usos y actividades, sino que debe establecer las medidas y acciones concretas para la recuperación y mantenimiento de estos espacios.

Por su parte, para la **delimitación** se han considerado los siguientes criterios:

- *El humedal deberá contener la lámina de agua y las formaciones vegetales dependientes estrictamente del medio acuático.*
- *Se deberá considerar el régimen hídrico y el balance hidrológico -aportaciones y descargas-.*
- *Incluirá los acuíferos y zonas de recarga de los que se abastece.*
- *Puede incluir áreas vecinas de interés ecológico especial, aunque no correspondan a zonas húmedas.*

Los **perímetros de protección** que se deberán definir para cada zona se han recogido de forma esquemática en los dos **gráficos** que se adjuntan en las páginas siguientes, en donde se distinguen de tres (3) a cinco (5) perímetros de protección según el tipo de humedal de que se trate. Las normas consideradas para su delimitación han sido las siguientes:

a) *Primer perímetro de protección que abarca la lámina de agua y las formaciones vegetales asociadas.* Deberá contener el mayor nivel ordinario de la lámina de agua y, asociado a ésta, las márgenes y las tierras limítrofes que presenten formaciones vegetales constituidas por plantas estrictamente acuáticas (hidrófitas) y aquellas que colonizan los bordes o los lugares de aguas más someras, temporales o donde el freático permita su crecimiento (higrófitas o helófitas).

b) *Segundo perímetro de protección que incluye la zona de servidumbre y policía.* A partir de la primera banda de protección, se establecerá una zona de servidumbre de 5 m y otra de policía -que incluya a ésta- de, al menos, 100 m de anchura. En función de las características ambientales y de uso del humedal, la zona de policía se podrá ampliar a una anchura superior a 100 m.

c) Dependiendo del régimen hídrico del humedal, cabe distinguir dos casos:

c.1) **Humedales palustres epigénicos**⁷. En este caso se distinguirá:

c.1.1) *Tercer perímetro de protección que abarca la cuenca de escorrentía.* Incluirá la superficie de terreno cuyas aguas superficiales drenan directa o indirectamente -a través de los tributarios principales- a la cubeta del humedal.

c.2) **Humedales palustres hipogénicos**⁸. Se distinguen en este supuesto los siguientes perímetros de protección:

c.2.1) *Tercer perímetro de protección que abarca la cuenca de escorrentía.* Incluirá la cuenca directa de la cubeta del humedal.

c.2.2) *Cuarto perímetro de protección que abarca los límites del acuífero del que*

⁷ Humedales cuyas cubetas son abastecidas únicamente por agua de escorrentía y precipitación directa superficial y sus pérdidas se realizan por infiltración y evaporación.

⁸ El fondo de sus cubetas interceptan la superficie freática, por lo que se alimentan de aguas subterráneas, además de las superficiales. Son sistemas mixtos, ya que existen algunos humedales que se alimentan únicamente de aguas subterráneas.

se abastece. El acuífero y los flujos de agua subterránea que descargan al interior de la cubeta se abarcarán con este cuarto perímetro.

c.2.3) *Quinto perímetro de protección que engloba la zona de recarga del acuífero.*

La zona de recarga del acuífero asociado con el humedal, y que no constituye propiamente el acuífero, quedará englobada por este último perímetro.

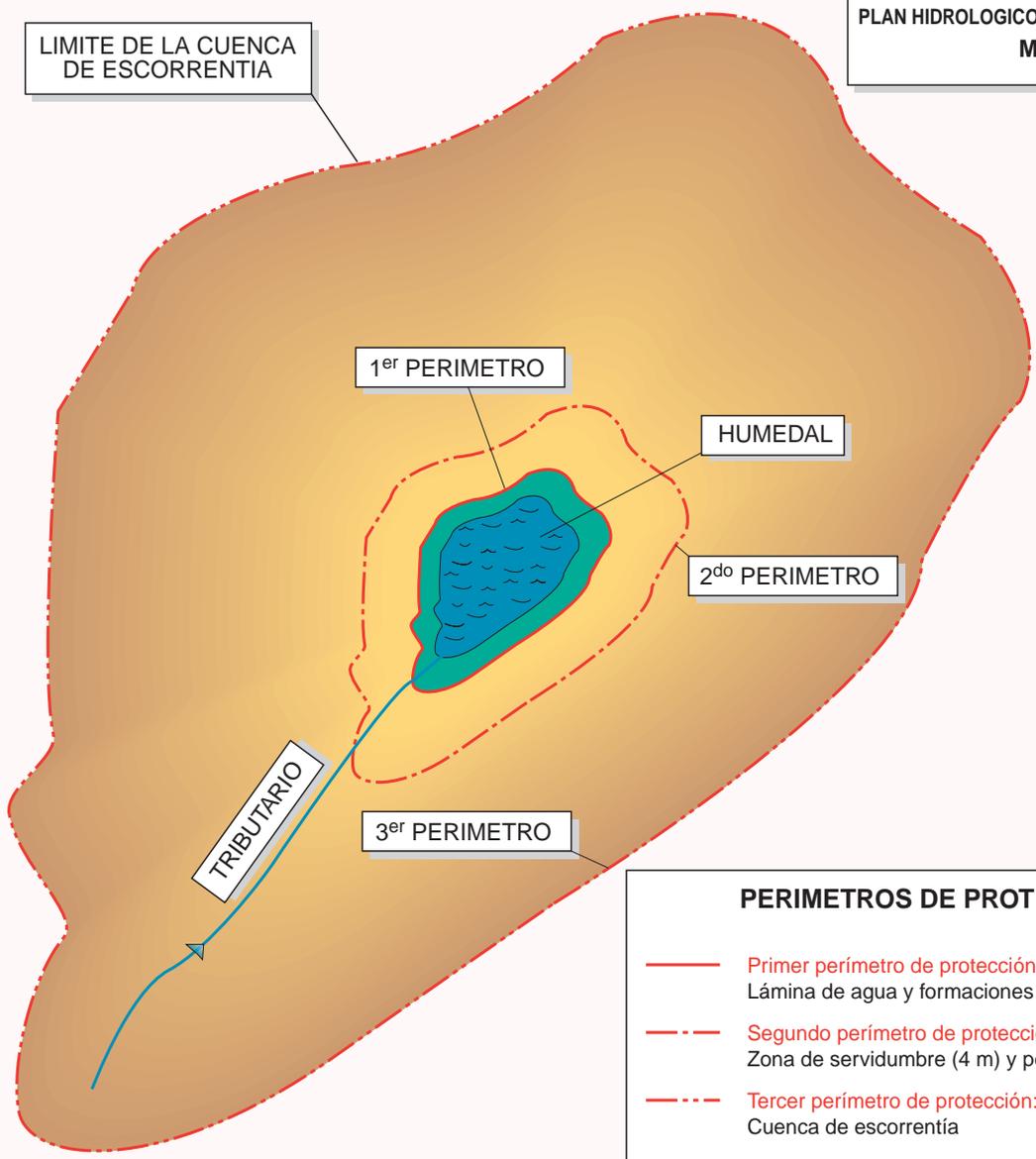
Por cuanto a la regulación de usos y actividades dentro de los perímetros de protección propuestos, se han recogido en el documento **NORMAS** de este **PLAN** de cuenca.

En el **cuadro III.29** siguiente se aporta una propuesta de medidas a aplicar que son necesarias para la recuperación y conservación de zonas húmedas, con la adscripción a cada Agente del Plan encargado de su materialización.

CUADRO III.29
MEDIDAS GENERALES PARA LA RECUPERACION
Y CONSERVACION DE LOS HUMEDALES

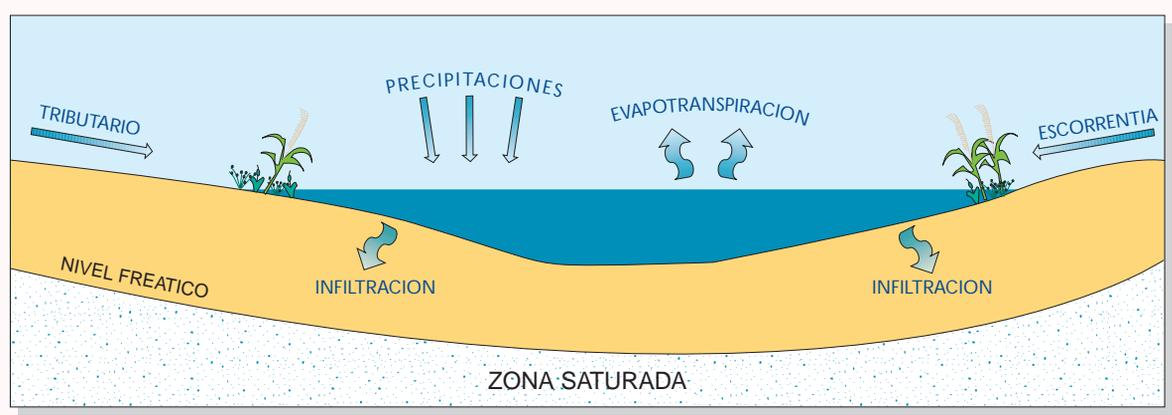
MEDIDA	CONTENIDO	AGENTE DEL PLAN
Inventario y caracterización de humedales	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización ambiental • Estado de conservación • Amenazas de deterioro • Aprovechamientos y utilizaciones • Balance hídrico • Vertidos y calidad de aguas 	CHG, AMA
Catalogación de zonas húmedas	<ul style="list-style-type: none"> • Declaración de las Zonas de Especial Interés para su Conservación y Protección (ZEICP) 	CHG, AMA
Programa de definición de Perímetros de Protección	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de los diferentes perímetros de protección • Actividades incidentes. Limitaciones 	CHG, AMA, Ayuntamientos
Programa de definición de objetivos de calidad, normas de vertidos y asignación de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de objetivos de calidad y normas de vertido a estas zonas • Asignación de recursos 	CHG, AMA
Planes Integrales de Saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de las actuaciones de saneamiento 	CHG, PGOH (Junta de Andalucía)
Gestión de Humedales	<ul style="list-style-type: none"> • P.O.R.N. • Plan Rector de Uso y Gestión • Creación de Patronatos de Gestión 	AMA, CHG, ICONA, Ayuntamientos

LIMITE DE LA CUENCA DE ESCORRENTIA

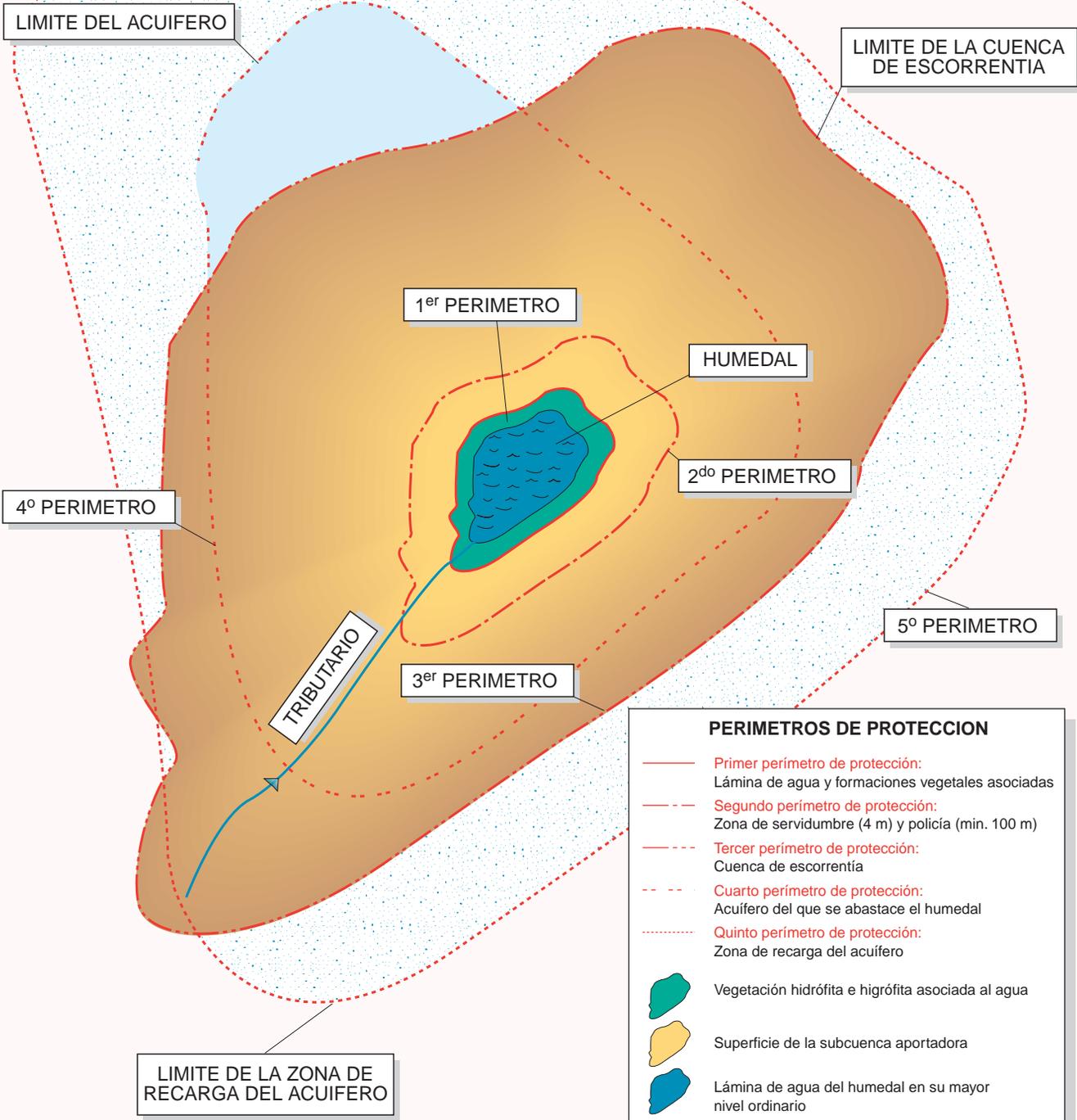


PERIMETROS DE PROTECCION

- **Primer perímetro de protección:**
Lámina de agua y formaciones vegetales asociadas
 - - - **Segundo perímetro de protección:**
Zona de servidumbre (4 m) y policía (mínimo 100 m)
 - . . . **Tercer perímetro de protección:**
Cuenca de escorrentía
- Vegetación hidrófita e higrófita asociada al agua
 - Superficie de la subcuenca aportadora
 - Lámina de agua del humedal en su mayor nivel ordinario

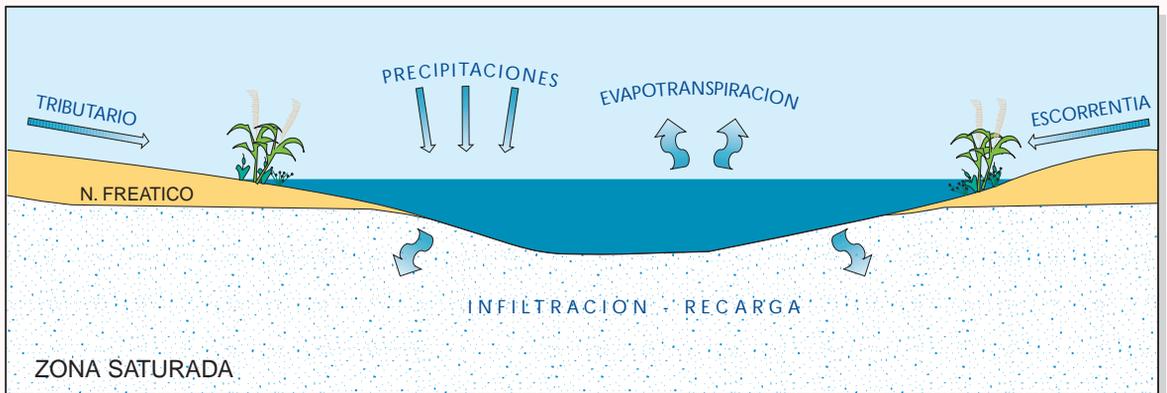


PERIMETROS DE PROTECCION EN UN HUMEDAL DE TIPO EPIGENICO



PERIMETROS DE PROTECCION

- Primer perímetro de protección:
Lámina de agua y formaciones vegetales asociadas
 - - - Segundo perímetro de protección:
Zona de servidumbre (4 m) y policía (min. 100 m)
 - - - Tercer perímetro de protección:
Cuenca de escorrentía
 - - - Cuarto perímetro de protección:
Acuífero del que se abastece el humedal
 - Quinto perímetro de protección:
Zona de recarga del acuífero
- Vegetación hidrófita e higrófita asociada al agua
 - Superficie de la subcuenca aportadora
 - Lámina de agua del humedal en su mayor nivel ordinario



PERIMETROS DE PROTECCION EN HUMEDALES HIPOGENICOS

5.3. Restauración de márgenes y riberas 5.3.1. Consideraciones iniciales

La ribera es un **ecosistema abierto** que se desarrolla entre el medio acuático y el terrestre. Participa de muchos de los caracteres de ambos y presenta una considerable diversidad de especies, siempre mucho mayor que la de los ecosistemas a los que sirve de puente.

Destaca el carácter lineal de este ecosistema que, a modo de pasillo verde o de corredor fluvial conecta, como una densa red de comunicaciones, todo el territorio y permite a la fauna y flora salvaje, el necesario intercambio genético entre sus poblaciones que asegura su persistencia. Este carácter de dependencia entre ambos medios y muy especialmente su estructura lineal con un notable efecto de *borde*, ha marcado la tendencia regresiva de las riberas en todas las sociedades desarrolladas a las que no se han sustraído las de las cuencas del Guadalete y el Barbate, en particular la primera.

La creciente capacidad reguladora del régimen hídrico de los ríos y arroyos de la cuenca, ha contribuido a la alteración de este ecosistema singular puesto que, tanto la frecuencia de avenidas, como el mismo régimen de las máximas crecidas ordinarias -factor en el que se basa la delimitación jurídica del espacio-, cambian profundamente.

La vegetación ripícola ayuda a mantener la calidad de las aguas y a conservar comunidades de organismos acuáticos ricas y variadas, además de minimizar los efectos erosivos de los desbordamientos y a mantener las orillas a salvo de la erosión. Por último, la vegetación de ribera contribuye tanto a mejorar la calidad de los freáticos aluviales al mantener las zonas naturales de recarga libres de los procesos contaminantes, como a retirar activamente nutrientes y otros elementos nocivos con sus sistemas radicales.

La influencia en el medio terrestre es la de proporcionar biodiversidad, es decir, mantener poblaciones de especies que, de otra forma, no tendrían posibilidades de existencia. Este incremento de biodiversidad contribuye al mantenimiento de la productividad de los ecosistemas adyacentes y a aumentar la calidad del paisaje y su capacidad para acoger actividades de recreo.

En el **gráfico** de la página siguiente se visualiza un esquema ideal de la distribución transversal al cauce de la vegetación de ribera de los cursos principales.

Precisamente es su carácter *biespacial* el que le dota de un amplio *corpus legal*⁹ en el que son varias las Administraciones con competencias y entre las que, en algunos casos existen, contradicciones en la definición de las actividades y de los usos del suelo.

Las **ITC** prescriben la inclusión en los planes de cuenca de un inventario de los tramos fluviales de interés ambiental y, el Anteproyecto de Ley del PHN indica la elaboración de **PROGRAMAS** de recuperación y ordenación de márgenes y riberas, objetivos que se han cumplimentado en el marco de este **PLAN**.

⁹ A este espacio le afectan disposiciones de la Ley de Aguas, las Leyes 2/89 y 4/89 de Espacios Naturales Protegidos, desarrollada a través de los Planes de Ordenación de Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso y Gestión de Parques Naturales, la Ley del Suelo y la Ley de Costas.

Cinturón de palustres

Sauceda - Alameda
(Aliseda en suelos ácidos)

Fresneda - Olmeda

Bosque de Transición

Bosque perennifolio



INUNDABLE

INUNDACION
ESPORADICA

NO INUNDABLE
(Salvo avenidas
extraordinarias)

Phragmites australis
Cyperus longus
Phalaris arundinacea
Thypha spp.
Arundo donax
Scirpus sp.
Iuncus sp.

Salix sp.
Alnus glutinosa
Tamarix gallica

Populus alba
Populus nigra

Fraxinus angustifolia

Rubus ulmifolius
Ruscus aculeatus
Conicera implexa

Vinca disformis
Nerium oleander
Arum italicum

Ulmus minor

Smilax aspera
Vitis vinifera
Clematis sp.

Celtis australis
Pyrus borigeano
Frangula alnus
Crataegus monogyna
Myrtus communis
Erica arborea
Arbutus unedo
Erica sp.

DISTRIBUCION DE LA VEGETACION DE RIBERA

5.3.2. Diagnóstico de la situación actual

Cabe pensar que desde sus orígenes, las características morfológicas e hídricas de los cursos fluviales de la cuenca, y particularmente del Guadalete, potenciaron la formación de un bosque de galería en la llanura de inundación, que a lo largo de la historia se ha ido reduciendo por la acción antrópica. Factores tales como la ocupación de las riberas por las fincas colindantes y la ausencia de apeo y deslinde del cauce; suelen ir vinculados; han posibilitado un proceso de severa alteración o destrucción de sus condiciones naturales, que se acentúa extraordinariamente desde mediados de los sesenta hasta comienzo de los noventa. En este periodo se actúa fraudulentamente sobre las riberas, eliminando su vegetación, privatizándose márgenes y ocupando sus zonas de servidumbre.

Para corregir este proceso de deterioro, el PLAN establece las medidas oportunas entre las que destaca, en primer lugar, el apeo y deslinde generalizado de la zona de Dominio Público Hidráulico de toda la cuenca y, en segundo lugar, la elaboración de una normativa que en debida coordinación con los otros sectores de la Administración con competencias en el tema, reordene este espacio fronterizo en el que todavía caben actuaciones antisociales al amparo de la ambigüedad y de los conflictos de competencias que se producen.

5.3.3. Inventario de los tramos fluviales de interés ambiental

Tal y como prescribe el Art.5 de las I.T.C., en el **Cuadro III.30** se ofrece un inventario preliminar de los tramos o zonas que presentan valores destacables o singulares en razón a criterios de interés científico, paisajístico, cultural o medioambiental y en los que deberá acometerse prioritariamente su deslinde y las acciones de protección correspondientes.

Es importante destacar el carácter preliminar del inventario, así como la necesidad de contemplar medidas no sólo de protección -perímetros de protección-, sino de recuperación en algunos casos. Por tanto, en el marco del "*Programa de recuperación de márgenes y riberas*" del PLAN, se establecerán las medidas oportunas para proteger y completar el inventario e identificar los tramos que requieran actuaciones de recuperación, programándose en el primer cuatrienio de vigencia del PLAN, el deslinde de estos tramos.

La ubicación de las zonas a proteger se encuentra en la **lámina M.20**.

TRAMOS FLUVIALES DE INTERES AMBIENTAL.ZONAS A PROTEGER

CODIGO	DENOMINACION	PROVINCIA
1	Cola del embalse de Arcos	Cádiz
2	Cola del embalse de Bornos	Cádiz
3	Embalse de Celemin	Cádiz
4	Embalse de Almodovar	Cádiz
5	Embalse de Barbate	Cádiz
6	Cabeceras de los ríos El Bosque, Tavizna y Guadalete por encima de las presas de Los Hurones y Zahara.	Cádiz
7	Ribera del Guadalporcún entre Zaframagón y confluencia con el Guadalete	Cádiz
8	Tarajales entre Puerto Serrano y Villamartín	Cádiz
9	Confluencia entre el Majaceite y el Guadalete	Cádiz
10	Majaceite entre los embalses de los Hurones y Guadalcacín	Cádiz
11	Bosques de álamos blancos en el tramo bajo del Guadalete	Cádiz
12	Cabeceras de los ríos Barbate, Rocinejo y Alberite por encima del embalse del Barbate	Cádiz
13	Cabecera del río Celemín por encima del embalse del mismo nombre	Cádiz

5.3.4. Inventario de tramos fluviales a recuperar. Zonas de interés

En el apartado 4 del **Anexo X** a esta **MEMORIA** se tratan *in extenso* estas cuestiones que culminan con la elaboración de un inventario de síntesis de los realizados por distintos Organismos y entre los que destaca el realizado por la Confederación Hidrográfica denominado "*Recuperación del Dominio Público Hidráulico, rehabilitación de márgenes fluviales y fomento de su uso recreativo-cultural*", finalizado en 1995.

En el inventario de síntesis se han identificado los siguientes tramos con las medidas de corrección a aplicar:

- 20 tramos cuyas riberas es necesario regenerar o reforestar
- 5 tramos que necesitan limpieza de cauce

Su ubicación puede observarse en la **lámina M-21**

En el capítulo de **PROGRAMAS y ESTUDIOS** de este **PLAN** se articularan las medidas oportunas

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



1. COLA DEL EMBALSE DE ARCOS
 2. COLA DEL EMBALSE DE BORNOS
 3. EMBALSE DE CELEMIN
 4. EMBALSE DE ALMODOVAR
 5. EMBALSE DE BARBATE
 6. CABECERAS DE LOS RÍOS EL BOSQUE, TAVIZNA Y GUADELETE POR ENCIMA DE LAS PRESAS DE LOS HURONES Y ZAHARA
 7. RIBERA DEL GUADELPORCUN ENTRE ZAFRAMAGON Y CONFLUENCIA CON EL GUADELETE
 8. TARAJALES ENTRE PUERTO SERRANO Y VILLAMARTIN
 9. CONFLUENCIA ENTRE EL MAJACEITE Y EL GUADELETE
 10. MAJACEITE ENTRE LOS EMBALSES DE LOS HURONES Y GUADALCACIN
 11. BOSQUES DE ALAMOS BLANCOS EN EL TRAMO BAJO DEL GUADELETE
 12. CABECERAS DE LOS RÍOS BARBATE, ROCINEJO Y ALBERITE A SU PASO POR ENCIMA DEL EMBALSE DEL BARBATE
 13. CABECERA DEL RIO CELEMIN POR ENCIMA DEL EMBALSE DEL MISMO NOMBRE
- ZONA A PROTEGER**

**MARGENES Y RIBERAS.
ZONAS A PROTEGER**

para que, una vez definidos los tramos que son objeto de actuación, se determinen las acciones correctoras que eviten una mayor degradación de las márgenes y riberas de la cuenca y se acentúe su recuperación y conservación. En las **Normas** se establece la obligatoriedad de utilizar especies autóctonas de cada cuenca en las actuaciones de regeneración de riberas.

5.3.5. Programación de las actuaciones

El **PLAN** incorpora las actuaciones definidas por el Organismo de cuenca en materia de recuperación de márgenes y riberas, estableciendo las prioridades de acuerdo a la clasificación de los tramos identificados y adecuando los plazos de actuación originales a sus dos horizontes.

- **TRAMOS FLUVIALES DE INTERES AMBIENTAL.**

Son los definidos en el **cuadro III.30**. Las acciones a desarrollar en el primer horizonte del **PLAN** son las siguientes:

- Establecimiento de Perímetros de protección
- Deslinde de los tramos fluviales de interés ambiental ¹⁰.
- Acciones locales de recuperación

- **TRAMOS FLUVIALES A REGENERAR Y REFORESTAR.**

Se recogen en el **cuadro III.31** adjunto.

¹⁰ Se realizarán en el primer cuatrienio de vigencia del PLAN

CUADRO III.31

ACTUACIONES PREVISTAS POR LA CHG

ACTUACIONES EN TRAMOS FLUVIALES	HORIZONTE
• Limpieza del río Guadalete en las proximidades de Algodonales	2 002
• Riberas del Guadalete en las proximidades de Pto Serrano	2 012
• Riberas del Guadalete en Arcos de la Frontera.	2 012
• Guadalete (subcentral Barca Florida a canal del Guadalcaçín, T/M de Jerez de la Frontera).	2 012
• Riberas del Guadalete a su paso por Villamartín.	2 012
• Margen derecha del Guadalete (frente al cortijo del Algarrobo, Villamartín)	2 002
• Arroyo del Batán, próximo a los molinos del Dornajo y del Batán (T/M de Algodonales).	2 012
• Arroyomolinos, próximo a los Molinos Coronela y Alto (T/M Zahara de la Sierra y El Gastor).	2 012
• Riberas del Guadalete, entorno y aguas bajo del Puente de Zahara.	2 012
• Ribera del Guadalete en las inmediaciones del cerro Castellar (T/M Puerto Serrano y Montellano).	2 012
• Riberas del Guadalete en la Barca de la Florida (T/M de Jerez de la Frontera).	2 012
• Riberas del Guadalete en las proximidades de Algodonales.	2 012
• Riberas del Guadalete, gravera Manigua (T/M de Jerez de la Frontera).	2 002
• Riberas del Guadalete, gravera Rancho Alamo (T/M de Jerez de la Frontera).	2 002
ACTUACIONES EN EL ENTORNO DE EMBALSES	HORIZONTE
• Embalse de Zahara	2 002
• Riberas del embalse de Barbate	2 002
• Riberas del Guadalete en el azud del Portal	2 002
• Riberas del embalse de Arcos	2 002
• Riberas del embalse de Bornos	2 002

5.4. Fomento del uso social y del dominio público hidráulico

5.4.1. Introducción

El Anteproyecto de Ley del PHN prescribe la inclusión en los planes de cuenca tanto de **programas de actuación** sobre las infraestructuras y usos sociales tendentes a la adecuación ambiental, como la determinación de puntos, áreas e infraestructuras de interés didáctico y los **programas de fomento** del uso social de los embalses, de los que en su Anexo nº 7 se incluía una relación preliminar de tres (3) embalses objeto de este tratamiento.

En el caso de los embalses, el desarrollo de las actividades recreativas, baño, pesca, camping, etc, está regulado por tres Ordenes Ministeriales (9-VIII-68; 7-I-77 y 14-VI-82), los Reglamentos del Dominio Público Hidráulico y de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, y la Ley 2/89 de Espacios Naturales de Andalucía. Estas disposiciones aportan amparo legal a la clasificación de usos de los embalses y de determinados tramos fluviales y humedales. En el **cuadro III.32** se refleja la clasificación vigente de usos.

**CUADRO III.32
CLASIFICACION DE USOS EN EMBALSES SEGUN
LAS ORDENES MINISTERIALES VIGENTES**

EMBALSE	RIO	UTILIZACIONES				OBSERVACIONES
		CAZA Y PESCA	BAÑOS Y NATACION	NAVEGACION NO MOTORIZADA	NAVEGACION A MOTOR	
Bornos	Guadalete	3	3	2	2	Gran oscilación
Arcos	Guadalete	3	3	3	3	
Los Hurones	Majaceite	1	1	1	1	Abastecimiento Gran oscilación
Guadalcaçín	Majaceite	3	3	2	2	Gran oscila.Superf escasa
Zahara	Guadalete	3	3	2	2	Gran oscilación
Barbate	Barbate	3	3	2	2	Gran oscilación

- (1) Embalses con restricciones en sus aprovechamientos secundarios, derivados de alguna de las siguientes causas:
- (2) Embalses sin restricciones, pero que presentan condiciones naturales poco favorables.
- (3) Embalses sin restricciones.

Con este marco legal, el desarrollo de las oportunidades de aprovechamiento social, recreativo, cultural y científico del **DPH** de la cuenca se configura como uno de los aspectos relevantes del **PLAN**, con el doble objetivo de mejorar la calidad de vida de los usuarios y proteger y recuperar el patrimonio hidráulico. Previsiblemente estas actuaciones provocarán el efecto añadido de poner en valor recursos poco explotados de las comarcas interiores de la provincia de Cádiz, que se traducirá en una demanda turística que aumentará el nivel de vida de la población local.

El estudio " *Recuperación del Dominio Público Hidráulico, rehabilitación de márgenes y riberas y fomento del uso recreativo-cultural en la cuenca del Guadalquivir*", elaborado por la C.H.G en 1994, incluye un inventario de la infraestructura hidráulica que contiene la cuenca con oportunidades para su adecuación recreativa y un conjunto de propuestas de actuación.

5.4.2. Propuesta de actuación

Las propuestas de actuación que en esta materia recoge el **PLAN** , tienen como obligada referencia las establecidas por la C.H.G. en el ya citado trabajo, en el cual se establece un conjunto de actuaciones de adecuación recreativa en embalses y tramos fluviales a desarrollar a corto y medio plazo.

Por otra parte, se aporta una relación de 13 zonas preliminares de interés, en las que se detallan los distintos usos propuestos -recreativo, cultural y/o deportivo-, para que sean implementados en el marco de los **PROGRAMAS Y ESTUDIOS** del **PLAN**.

En el **cuadro III.33** se especifican las actuaciones concretas que se proponen y, en el apartado 5 del **Anexo X**, se incluye la citada relación de zonas de interés. En la **lámina M-22** puede observarse la situación de las actuaciones.

CUADRO III.33
FOMENTO DEL USO SOCIAL DEL D.P.H. PROPUESTA DE ACTUACION

HORIZONTE	TRAMOS FLUVIALES	EMBALSES
2002	- Río Guadalete en Algodonales - Río Guadalete entre Villamartin y Puerto Serrano	- Cola del embalse de Zahara - Embalse de Zahara - Embalse de Hurones - Embalse de Guadalcacín
2012	- Río Guadalete en Arcos - Río Guadalete en Barca de la Florida - Río Barbate en Vejer de la Frontera	- Embalse de Bornos - Embalse de Arcos

5.5. Perímetros de protección

El objetivo último del establecimiento de los perímetros de protección es garantizar la calidad de las aguas que pueden tener usos humanos, ya sean abastecimiento, recreativo, paisajístico, o deportivo.

En este **PLAN** de cuenca se ha tratado este asunto con el alcance que se especifica en el Anteproyecto de Ley del PHN, que indica que *... los planes de cuenca contendrán los **critérios y principios generales para que durante el primer período de su vigencia, se determinen los perímetros de protección y sus condiciones y limitaciones de uso ...***

Los criterios propuestos se detallan extensamente en el documento **NORMAS** de este **PLAN** y, para su establecimiento, se han tenido en cuenta las características ambientales de los medios a proteger -captaciones de agua para abastecimiento, humedales, embalses y márgenes y riberas-. El mismo Anteproyecto establece prioridad a la determinación de los perímetros de protección de las captaciones de agua de poblaciones de más de 15 000 habitantes.

En el gráfico de la página siguiente se adjunta un organigrama con los criterios de delimitación propuestos para las siguientes masas de agua:

- En las captaciones de agua para abastecimiento se han diferenciado las subterráneas de las superficiales fluyentes y embalses.
- En las zonas húmedas se dan criterios diferenciales que dependen del tipo de humedal de que se trate: epigénico o hipogénico.
- Por último, también se aportan los criterios para determinar el perímetro de protección y la limitación de usos y actividades en las márgenes y riberas fluviales.

5.6. Planes hidrológico-forestales y de conservación del suelo

5.6.1. Introducción

Los planes hidrológico-forestales permiten establecer actuaciones encaminadas a reducir la erosión lo que, además de evitar las consecuencias más dramáticas -pérdida física del suelo y su capacidad productiva, fenómenos torrenciales con aterramiento e inundación, etc-, afecta a la planificación hidrológica en los siguientes aspectos:

- Se disminuyen las aportaciones sólidas a los embalses y, por lo tanto, se incrementa su vida útil.
- Se laminan los hidrogramas de avenidas porque se retrasa la incorporación del agua a los cauces.
- Se aumenta la laminación natural, puesto que se facilita la infiltración.

Las actuaciones hidrológico-forestales se articulan en la cuenca del Guadalete-Barbate en el marco del *Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal* y del *Plan Forestal Andaluz*, a nivel autonómico.

5.6.2. La erosión en la cuenca

La erosión viene determinada tanto por factores físicos -naturaleza del suelo, régimen hídrico, morfología, etc- como por la acción antrópica -usos del suelo-. La superficie forestal total en la cuenca del Guadalete-Barbate se ha evaluado en torno a las 126.900 hectáreas (20% de la superficie total); de esta superficie, la superficie desarbolada supone el 51%, mientras que el matorral ocupa el 19%, y los terrenos agrícolas marginales representan el 3,3% de la superficie forestal (siendo este el porcentaje más bajo de toda Andalucía), condiciones que suponen un foco importante de erosión. Esta situación se ve agudizada por el régimen de propiedad del suelo, del que el 78% de la superficie forestal pertenece al dominio privado; factor que incide en el escaso suelo público disponible para actuar y que requiere expropiaciones costosas con el consecuente encarecimiento de las operaciones de corrección.

CRITERIOS PARA DETERMINAR LOS PERIMETROS DE PROTECCION

CAPTACIONES PARA ABASTECIMIENTOS

EMBALSES

ZONAS HUMEDAS

MARGENES FLUVIALES Y RIBERAS

SUBTERRANEAS

SUPERFICIALES

AGUAS FLUYENTES

- 1^{er} perímetro: zona inmediata a la captación
- 2^o perímetro: zona de recarga primaria
- 3^{er} perímetro: zona de recarga del acuífero

- 1^{er} perímetro: tramo aguas arriba de la captación
- 2^o perímetro: cuenca de escorrentía directa a la captación

- 1^{er} perímetro: zona de servidumbre y policía y lámina de agua
- 2^o perímetro: cuenca de escorrentía directa al embalse
- 3^{er} perímetro: cuenca de los tributarios principales

- 1^{er} perímetro: lámina de agua y formaciones de vegetales asociadas
- 2^o zona de servidumbre y policía

HUMEDALES EPIGENICOS

HUMEDALES HIPOGENICOS

- 3^{er} perímetro: cuenca de escorrentía al humedal

- 3^{er} perímetro: cuenca de escorrentía al humedal
- 4^o perímetro: límites del acuífero del que se abastece
- 5^o perímetro: zona de recarga del acuífero

- 1^{er} perímetro: zona de servidumbre y policía

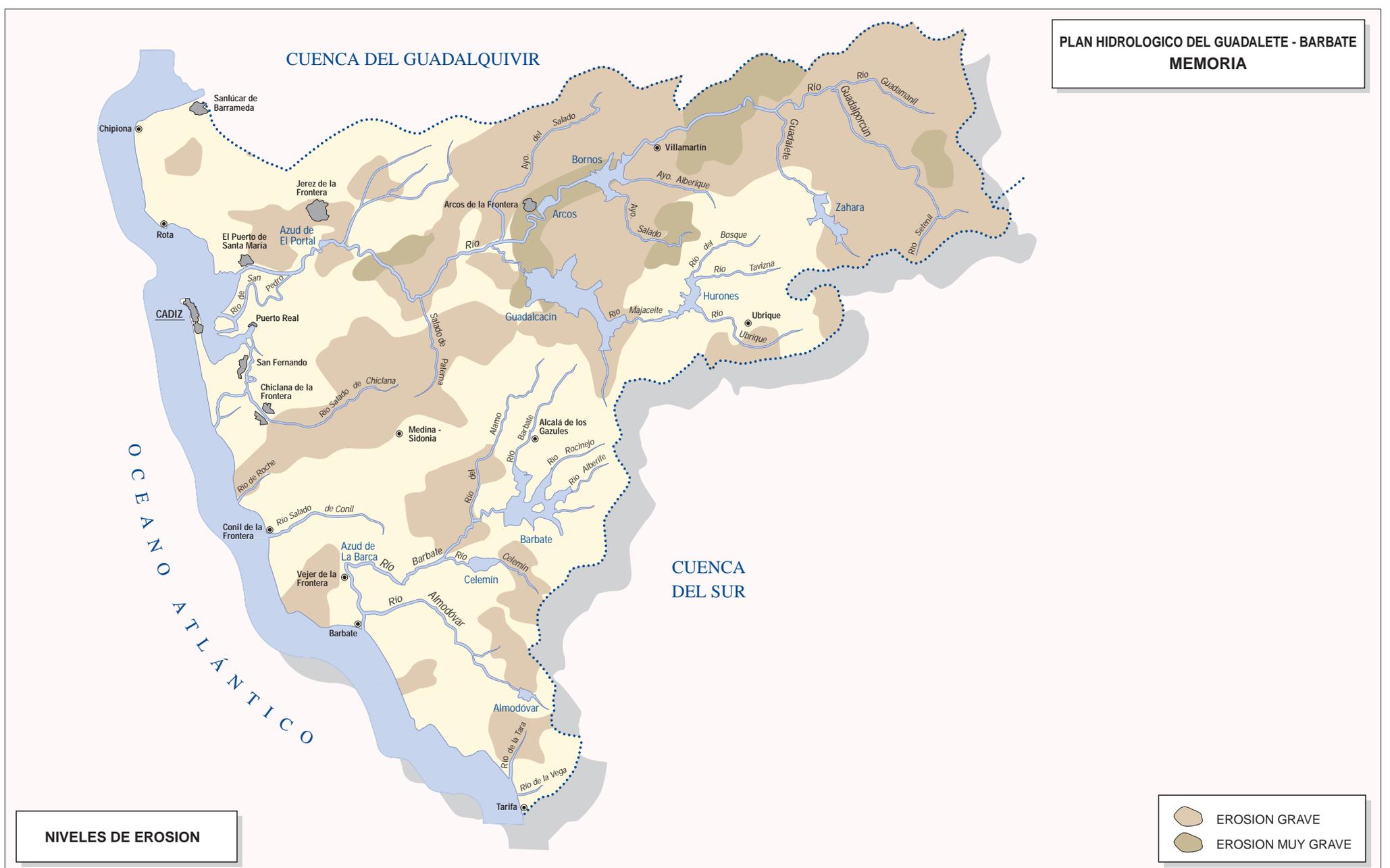
La distorsión entre los usos del suelo y la capacidad de uso del mismo que, a veces, provoca el hombre, origina una agudización del problema erosivo. Esta actuación desencadenante del proceso erosivo que no es relevante en la zona de claro dominio pastoril, se concentra en las zonas de dominio agrícola en las que las técnicas de manejo, los niveles de explotación, la gestión de tierras y las diversas alternativas de cultivo que en ellas se instalan no son adecuadas a la capacidad del suelo.

Como resultado de todo esto, de las 644.500 ha que configuran el ámbito territorial de la cuenca del Guadalete-Barbate, entre un 20 y un 30% han sufrido pérdidas de suelo mayores de 50 t/ha y año, límite tolerable y a partir del que se determinan las zonas de actuación prioritaria. Las principales zonas afectadas por la erosión son las que se indican a continuación.

- **Suelos agrícolas de campiña.** El arrasamiento de la cubierta arbórea, el predominio de los cultivos agrícolas permanentes de secano y aquellos que mantienen el suelo desnudo durante largas épocas del año, así como la presencia de pendientes excesivas para el cultivo, especialmente en las campiñas serranas, son responsables del deterioro del suelo.
- **Suelos de vocación forestal.** La erosión está generada por el aumento incontrolado de las superficies roturadas, que superan los límites de pendiente y calidad agrológica del suelo y carecen de una correcta aplicación de técnicas de conservación del suelo (cultivos a nivel, terrazas, tipo de laboreo, etc.). Este fenómeno hace que, en una parte importante de las zonas de montaña, aparezcan enclaves con agricultura marginal en los que la inadecuación entre los usos y la vocación de los suelos (predominantemente forestal) agudizan los problemas erosivos. Otras pérdidas de suelo también importantes se producen en las zonas con cubierta de matorral, cuando estas se encuentran sobre los suelos geomorfológicamente menos resistentes, o cuando su cubierta es muy defectiva y normalmente con pendientes superiores al 25%.

En la **lámina M-23** se ha dibujado la distribución geográfica de los niveles de erosión dentro de la cuenca, a partir de la documentación del Plan Forestal Andaluz.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



NIVELES DE EROSION

- EROSION GRAVE
- EROSION MUY GRAVE

5.6.3. Zonas prioritarias de actuación

Las zonas prioritarias de actuación son aquéllas que soportan una pérdida de suelo superior a 50 tm/ha y año. Para su identificación se han utilizado los datos aportados por los Servicios Provinciales del **ICONA** y por los estudios realizados por la Junta de Andalucía.

En el **cuadro III.34** adjunto se recoge una síntesis de las mismas en el que, con una distribución provincial, se incluye la denominación de la zona crítica, los problemas detectados en la misma y la línea de actuación que se propone para corregir los riesgos de erosión. Una información más detallada se incluye en el Anexo XI de este **PLAN**.

Por otra parte, es de destacar, de acuerdo con la Ley de 19 de Diciembre de 1951 sobre repoblación forestal en cuencas alimentadoras de pantanos, la necesidad de realizar los estudios de restauración de las cuencas correspondientes a los embalses incluidos en este **PLAN**

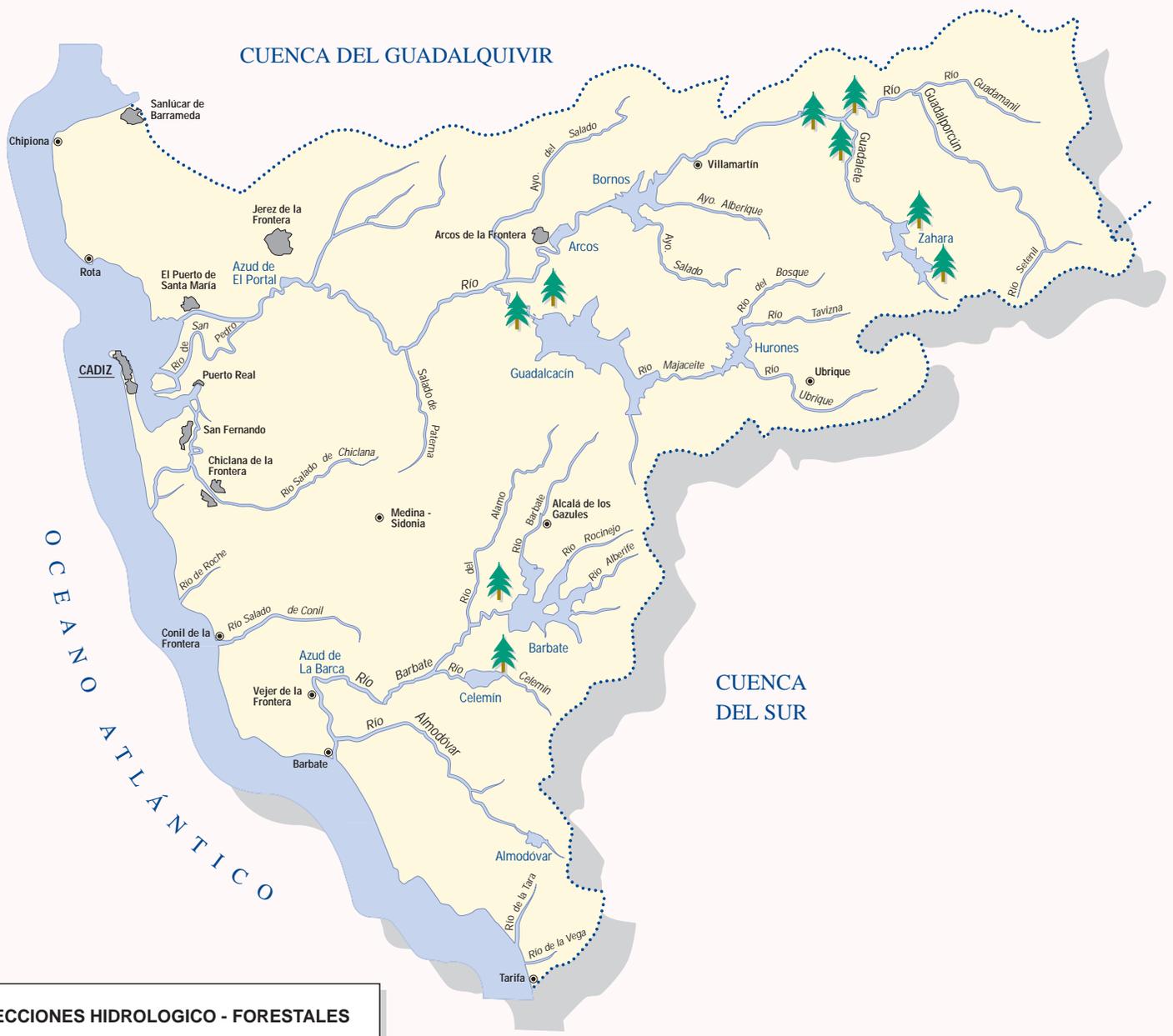
**CUADRO III.34
INVENTARIO DE ZONAS DE ACTUACION PRIORITARIA. LINEAS DE ACTUACION**

PROVINCIA	ZONA CRITICA	CUENCAS VERTIENTES	PROBLEMAS DETECTADOS	LINEA DE ACTUACION
CADIZ	1. Olivares y campiñas serranas	Guadalete y Guadalporcún	<ul style="list-style-type: none"> • Areas de agricultura marginal • Antigüedad de plantaciones • Falta de tratamientos selvícolas • Cultivos en suelos con fuertes pendientes (>20%) • Sobrecarga ganadera • Excesivo aprovechamiento para carboneo • Degradación de la cubierta vegetal por transformación de encinares a dehesas. 	<ul style="list-style-type: none"> •Reforestación de áreas de olivar marginal • Rejuvenecimiento de olivares en emplazamientos adecuados. • Aumento de tratamientos selvícolas • Implantación y mejora de pastizales • Ordenación del aprovechamiento ganadero • Racionalización del aprovechamiento para carboneo • Mantenimiento y recuperación de la cubierta vegetal autóctona • Control de la tala y el desbroce del matorral
	2. Serranía de Grazalema	Guadalete y Majaceite	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación del bosque de quejigos por sobrepastoreo • Excesiva presión urbanística • Arrastres sólidos por roturaciones por debajo de los 800 m. • Degradación de encinares • Cubierta vegetal defectiva • Sobrepastoreo caprino • Falta de pastos • Excesiva presión de actividades recreativas 	<ul style="list-style-type: none"> •Laboreo de conservación de suelos •Planeamiento urbanístico •Técnicas de conservación de suelo • Potenciación del olivar en áreas adecuadas • Reforestación de áreas degradadas • Repoblaciones forestales • Ordenación de la cabaña ganadera • Implantación de pastizales • Adecuación de zonas recreativas controladas
	3. Serranía de Aljibe	Cabecera del Barbate	<ul style="list-style-type: none"> • Areas de agricultura marginal • Arbolado defectivo por degradación de los alcornoques • Arrastres sólidos • Sobrepastoreo • Cubierta vegetal muy degradada o inexistente por levantamiento de matorral 	<ul style="list-style-type: none"> •Reforestación de áreas marginales •Mejora de las masas forestales •Repoblaciones forestales •Correcciones hidrotécnicas • Ordenación del aprovechamiento ganadero • Establecimiento de cubierta vegetal estable
	4. Campiñas y vegas del sudoeste	Barbate	<ul style="list-style-type: none"> • Cubierta vegetal degradada debido a la fuerte presión urbanística • Erosión laminar por roturación de pastizales 	<ul style="list-style-type: none"> •Repoblaciones forestales • Planeamiento urbanístico • Recuperación y mejora de pastizales • Ordenación del aprovechamiento ganadero • Aplicación de técnicas de conservación de suelos
	5. Campiña de Paterna	Salado de Paterna y Salado de Chiclana	<ul style="list-style-type: none"> • Cubierta vegetal muy degradada y en fase regresiva • Destrucción de la biocenosis natural debido a los aprovechamientos agropecuarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforestación de áreas degradadas • Mejora y recuperación de la cubierta vegetal • Ordenación del aprovechamiento agropecuario

CUADRO III.34 (continuación)
INVENTARIO DE ZONAS DE ACTUACION PRIORITARIA. LINEAS DE ACTUACION

PROVINCIA	ZONA CRITICA	CUENCAS VERTIENTES	PROBLEMAS DETECTADOS	LINEA DE ACTUACION
CADIZ	6. Campiña de Jerez y Arcos de la Frontera	Guadalete	<ul style="list-style-type: none"> • Arrastres sólidos por levantamiento de cultivos permanentes • Erosión por procesos de arroyada superficial • Degradación del suelo y de la cubierta vegetal por explotaciones mineras 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboreo de conservación de suelos • Reforestación de áreas degradadas • Repoblaciones forestales • Correcciones hidrotécnicas • Ordenamiento de los aprovechamientos mineros
	7. Bahía de Cádiz y Marco de Jerez – Sanlúcar	Guadalete	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la cubierta arbórea por la presión urbanística • Erosión por roturaciones en suelos de albarizas • Degradación de la vegetación autóctona por roturación de suelos de áreas endorreicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Control del desarrollo urbanístico • Técnicas de conservación de suelos • Limitación de las roturaciones
	8. Riberas de la cuenca del Guadalete-Barbate	Guadalete y Barbate	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación de la vegetación de ribera 	<ul style="list-style-type: none"> • Actuaciones de restauración y/o presevación de los bosques de ribera
	9. Embalses incluidos en este PLAN	Guadalete y Barbate	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión lineal y superficial de las cuencas 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de erosión, escorrentía torrencial y deforestación. Ejecución de las medidas derivadas de estos estudios.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



CORRECCIONES HIDROLOGICO - FORESTALES

 ACTUACIONES PREVISTAS POR LA C.H.G.

Por su parte, la **lámina M-24** recoge la distribución espacial de las áreas prioritarias de actuación con la distinción de los niveles de prioridad a corto, medio y largo plazo.

5.6.4. Medidas propuestas

La Confederación Hidrográfica, atendiendo a la urgencia de la respuesta ante el problema planteado en los páginas precedentes, ha programado una serie de actuaciones a desarrollar en el primer horizonte del **PLAN**.

Las medidas van preferentemente encaminadas a la protección de la infraestructura hidráulica, tanto mediante obras hidrotécnicas, como mediante trabajos de repoblación, mejoras de las masas forestales existentes, etc.

En la selección de las actuaciones se ha dado prioridad a las que presentan un desarrollo más intenso del proceso erosivo y, simultáneamente, las consecuencias del mismo sobre el ciclo hidrológico sean más negativas.

En el **cuadro III.35** siguiente se resumen estas actuaciones, distribuidas por los sistemas de explotación que configuran la cuenca del Guadalete-Barbate y, en la **lámina M-25** adjunta se puede observar la distribución geográfica de estas actuaciones.

CUADRO III.35
MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS POR LA C.H. GUADALQUIVIR

	ACTUACION	IMPORTE (M pts)
-	Tratamientos selvícolas de las masas forestales existentes en las zonas de protección y perímetros de repoblación de la Cuenca del Guadalete	171,5
-	Acciones Hidrológico-forestales en zona de protección del embalse de Zahara (Cádiz)	712,5
-	Acciones biológicas de restauración de las masas forestales en terrenos de protección en los embalses de Celemín, Barbate, y Guadalcaçín (Cádiz)	203

6. MEJORA DE REGADIOS Y NUEVAS TRANSFORMACIONES

6.1. Mejora de los regadíos actuales

6.1.1. Introducción

En el año 1992 la superficie regada que existía en la cuenca de Guadalete-Barbate ascendía a 40 146 ha. que consumían 266 hm³/año, es decir, un 65% de la demanda total de la cuenca.

La antigüedad de las infraestructuras de transporte y distribución del agua origina que, a pesar de las obras de conservación y mantenimiento que se realizan habitualmente, se deterioren y ocasionen pérdidas durante la explotación. Por otro lado, los sistemas de explotación han cambiado con el transcurso del tiempo por lo que, con las nuevas infraestructuras y con los métodos integrados se tiende a ahorrar en el consumo de agua. Si a esto se le une la obsolescencia del sistema tarifario, que factura por superficie regada en lugar de hacerlo por volumen consumido, se tiene el escenario que produce ese consumo excesivo en el que, como muestra de la realidad de las afirmaciones anteriores, se apunta el dato de la dotación media en los regadíos que, en los de promoción estatal ascendía en esa fecha a 8 500 m³/Ha/año y en los iniciativa privada a 6 000 m³/Ha/año.

Para paliar esta situación que afecta en mayor medida a las demandas para los distintos horizontes del PLAN, se propone mejorar la eficiencia de riego y adaptarse a las dotaciones medias que fijan las ITC¹ para los distintos horizontes, se abordan estas actuaciones en el marco del PLAN de cuenca.

Por otra parte, el desarrollo del regadío en la cuenca de Guadalete-Barbate debe seguir las líneas maestras de la política nacional en esta materia que, en orden de prioridad deciente, son las siguientes:

- Consolidación de regadíos infradotados
- Mejora y modernización de regadíos existentes, y
- Nuevas transformaciones en regadío

¹ En los regadíos infradotados y en nuevas transformaciones, las dotaciones netas no sobrepasarán de 4 500 m³/ha como dotación media en la cuenca y con una eficiencia del riego comprendida entre 0,5 y 0,6.

En definitiva, se plantean como **OBJETIVOS** de la mejora de los regadíos actuales en la cuenca del Guadalete-Barbate, los que se enumeran a continuación:

- Conservación y mejora de la infraestructura hidráulica en los regadíos, a partir de sus tomas en los embalses reguladores.
- Ahorro del agua destinada a este uso, mediante de la mejora de la eficiencia de los sistemas de transporte, distribución y aplicación de riego.
- Optimización de los métodos de explotación con la adecuación del suministro a la demanda. Esto requiere una información pormenorizada *demodus operandi* y una tecnificación al uso para modular y controlar el recurso suministrado.
- Reducción de los gastos de explotación y mantenimiento de la infraestructura, una vez que esté modernizada, y
- Transferencia de la explotación y conservación de las instalaciones a los usuarios, para que se responsabilicen de su adecuado funcionamiento.

6.1.2. Programas de modernización y mejora

Para definir el programa definitivo de modernización y mejora de regadíos en la cuenca del Guadalete-Barbate se ha partido de la relación de zonas regables que incluía el Anejo 7 del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional, y que en el ámbito del Plan Hidrológico del Guadalete-Barbate contempla únicamente la Z.R. del Guadalquivir (Cádiz). Dicho ámbito mínimo estimamos que se debe ampliar, incluyendo también la Z.R. de la M.I. de Bornos, más moderna que la del Guadalquivir, pero con necesidades de reformas y mejoras. Ambas zonas han sido consideradas en el estudio de ámbito nacional realizado por la Dirección General de Obras Hidráulicas para la modernización y mejora de las zonas regables, que para el Guadalete-Barbate establece 2 zonas de actuación caracterizadas por un origen específico del recurso, una normativa singularizada, una ejecución diferenciada, una agrupación de usuarios individual y una explotación unitaria

Para incorporar las zonas que se incluían en el Anteproyecto **PLAN** se han utilizado criterios de selección y prioridad tanto de tipo **económico** (rentabilidad, inversión, reducción de costes, etc). como **sociales** (número de beneficiarios, nivel de renta, empleo, etc.) y de **recuperación del recurso** (ahorro del agua, edafológicos, energéticos, etc.).

En definitiva, para la selección y prioridad en las obras de mejora y modernización de una zona regable se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Viabilidad socioeconómica de la zona
- Economía del agua, expresada en volumen total,
- Evaluación de la rentabilidad de la inversión.

En el **cuadro III.36** se puede observar la estimación de ahorro de agua por la modernización de las zonas regables. La dotación bruta media se reduce en el caso de la Z.R. de Guadalcaçín de los 8 463 m³/ha del año 1992, a 7 000 m³/ha -eficiencia 0,72- del horizonte 2012. Por su parte, el ahorro útil estimado se cifra en 750 m³/Ha/año.

CUADRO III.36
SUPERFICIES Y DOTACIONES ACTUALES Y FUTURAS

SISTEMAS DE EXPLOTACION	DENOMINACION DE LOS RIEGOS	1992			2002			2012		
		Superficie ha	Demanda hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda hm ³	Dotación m ³ /ha	Superficie ha	Demanda hm ³	Dotación m ³ /ha
16	U.H. LLanos deVillamartin	447	2,24	5 000	447	2,24	5 000	447	2,24	5 000
16	U.H. Arcos-Bornos-Espera	833	4,17	5 000	833	4,17	5 000	833	4,17	5 000
16	U.H. Aluvial delGuadalete	968	4,84	5 000	968	4,84	5 000	968	4,84	5 000
16	U.H. Jerez	484	2,42	5 000	484	2,42	5 000	484	2,42	5 000
16	U.H. Rota-Sartucar-Chipiona	1 032	5,16	5 000	1 032	5,16	5 000	1 032	5,16	5 000
16	U.H. Puerto de Santa María	285	1,43	5 000	285	1,43	5 000	285	1,43	5 000
16	U.H. Setenil-Ronda	66	0,33	5 000	66	0,33	5 000	66	0,33	5 000
16	U.H. Puerto RealConil	2 546	12,73	5 000	2 546	12,73	5 000	2 546	12,73	5 000
16	A. ArribaEmb. Hurones	291	1,46	5 000	291	1,46	5 000	291	1,46	5 000
16	EntreGuadalcacín- Hurones	26	0,13	5 000	26	0,13	5 000	26	0,13	5 000
16	EntreGuadalcacín-Río Guadalete	8	0,06	7 882	8	0,05	6 000	8	0,05	6 000
16	A. ArribaBornos	1 265	6,33	5 000	1 265	7,59	6 000	1 265	7,59	6 000
16	A. Abajo E.Bornos	770	6,07	7 882	770	4,62	6 000	770	4,62	6 000
16	A. AbajoBomos confluenciaGuadalete-Majaceite	3 659	28,84	7 882	3 659	21,95	6 000	3 659	21,95	6 000
16	Z.R. Bornos M.I.	2 089	12,61	6 037	2 089	12,61	6 037	2 089	12,61	6 037
16	Z.R. Guadabacín	12 005	101,60	8 463	12 243	90,17	7 365	12 243	85,70	7 000
16	Costa NW	2 600	17,91	6 890	9 242	63,68	6 890	9 242	63,68	6 890
16	Llanos deVillamartin E.Zahara				3 021	18,13	6 000	3 021	18,13	6 000
16	Monte-Algaida	1 000	6,89	6 890	1 000	6,89	6 890	1 000	6,89	6 890
16	Chiclana				300	1,80	6 000	300	1,80	6 000
16	TOTAL SISTEMA GUADALETE	30 374	215,22	7 086	40 575	262,40	6 467	40 575	257,93	6 357
17	U.H. Aluvial delBarbate	296	1,39	4 707	296	1,39	4 707	296	1,39	4 707
17	U.H. Vejer-Barbate	3 449	21,01	6 092	3 449	21,01	6 092	3 449	21,01	6 092
17	E. Celem., Barbate y U.H.Vejer-B.	5 000	23,54	4 707	11 800	70,80	6 000	11 800	70,80	6 000
17	Embalse deAlmodovar	800	3,77	4 707						
17	ArroyosBarbate Tarifa	227	0,89	3 911	227	0,89	3 911	227	0,89	3 911
17	TOTAL SISTEMA BARBATE	9 772	50,60	5 178	15 772	94,09	5 966	15 772	94,09	6 341
	TOTAL GUADALETE- BARBATE	40 146	265,82	6 621	56 347	356,49	6 327	56 347	352,02	6 247

Por su parte, en el **cuadro III.37** se detallan las zonas regables afectadas por las actuaciones de mejora y modernización, y en la **lámina M-26** se puede observar la distribución espacial de las mismas.

**CUADRO III.37
MEJORA Y MODERNIZACION DE REGADIOS. SUPERFICIE AFECTADA**

SISTEMA DE EXPLOTACION DE RECURSOS	ZONA REGABLE	SUPERFICIE AFECTADA (ha)
1. Guadalete	M.I. delBornos	2 089
	Guadalcacín	12 005
TOTAL		14 094

6.2. Nuevas transformaciones en regadío

6.2.1. Consideraciones iniciales

El desarrollo de nuevas transformaciones en regadío en la cuenca del Guadalete-Barbate está condicionado tanto por disponibilidades de agua y suelo, como por las perspectivas de producción y mercado que se derivan de la Política Agraria Comunitaria (PAC) y de los acuerdos arancelarios del GATT. Como contrapartida a las posibles limitaciones de crecimiento hay que considerar la existencia de un potencial humano considerable, procedente del elevado paro agrario del que otras regiones carecen, la benignidad agroclimática de la cuenca y la adecuada estructura parcelaria, que permite una ágil instalación de regadíos modernos.

Los últimos análisis agrológicos realizados evalúan en 100 000 ha la **superficie apta para riego** en toda la cuenca, es decir, el triple de la dedicada en la actualidad, por lo que la disponibilidad de suelo no es una limitación para el desarrollo de las nuevas transformaciones. Por otra parte, la **PAC** ha generado complejos mecanismos que restringen o, incluso, contingentan ciertas producciones agrícolas algodón y tabaco- que, en el caso de que se crearan nuevas transformaciones en regadío, se deberían acompañar de un sistema de asignación entre productores, de cuotas o superficies de referencia, que les permita adquirir su derecho a producir (remolacha) o a la percepción de las ayudas directas (cereales, oleaginosas, etc.) sin perjudicar al conjunto del sector.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



ZONAS REGABLES OBJETO DE
MODERNIZACION Y MEJORA

- 1 ZONA REGABLE BORNOS MARGEN IZQUIERDA
- 2 ZONA REGABLE GUADALCACIN

De otro lado, el **acuerdo GATT** al que España se suscribió este año, ha compatibilizado las ayudas a la unidad de superficie y cabeza de ganado, siempre que se concedan sobre referencias históricas de superficie y rendimiento, no se vinculen a la evolución de los precios y no se condicionen al uso de fertilizantes u otros inputs" agrarios.

A pesar de estas limitaciones, los regadíos de la cuenca de Guadalete-Barbate pueden ser competitivos en algunos sectores como los de **transformados hortofrutícolas, cultivos de primor**, cultivo del **olivar**, tanto de aceitunas de mesa como de almazara y el arroz. En el resto de los **cereales, oleaginosas** y otros **cultivos extensivos** se deben consolidar las actuales cuotas de mercado, tanto en el interior como en el exterior.

6.2.2. Actuaciones propuestas

Como se indicó anteriormente, la consolidación de los regadíos existentes y la modernización y mejora de los mismos son prioritarios a la puesta en marcha de nuevas transformaciones en regadío.

En el **cuadro III.38** siguiente se resumen las diferentes hipótesis consideradas de crecimiento de los regadíos para los horizontes del **PLAN** y, en la **lámina M-27** su emplazamiento geográfico.

CUADRO III.38
PREVISION DE INCREMENTO DE REGADIOS EN LA CUENCA DEL GUADALETE-BARBATE
SUPERFICIE EN HECTAREAS

SISTEMA DE EXPLOTACION	ZONA REGABLE	HORIZONTE	
		2002	2012
16. Guadalete	Costa Noroeste	6 642	-
	Guadalcaçín	238	-
	Villamartín(1)	3 021	-
	Chiclana(2)	300	-
17. Barbate	Barbate	6 000	-
TOTAL INCREMENTO DE SUPERFICIE (ha)		16 201 (2)	-

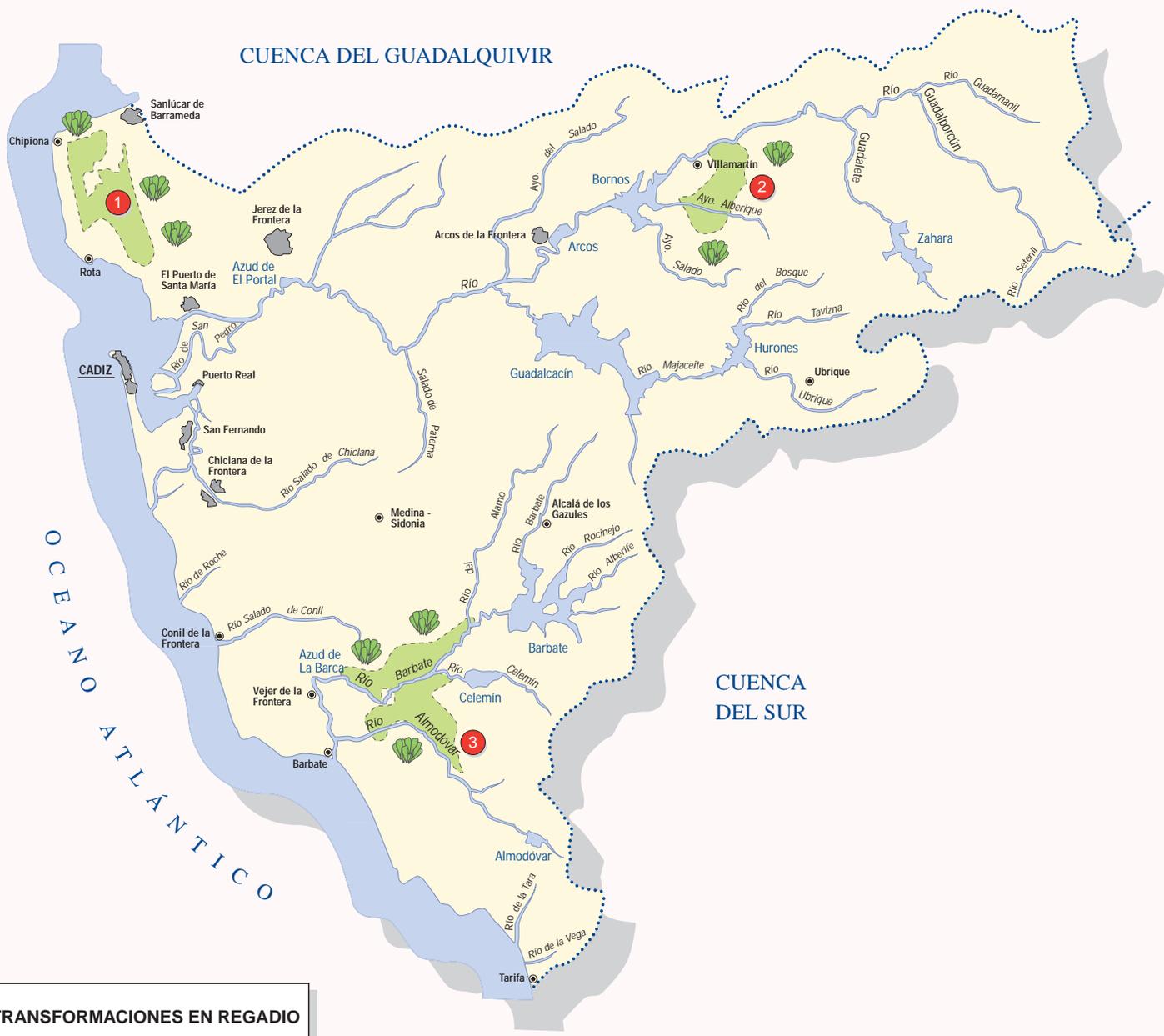
(1) La Documentación Básica recoge una superficie de 6 400 ha que se reduce de acuerdo con el Estudio Hidrológico de Andalucía (ARA).

(2) Esta cifra tiene un carácter de máximo, una vez las aguas depuradas atiendan prioritariamente los usos existentes.

El paso desde las hipótesis más restrictivas a las más expansivas, está relacionado con la oferta de recursos y, como puede apreciarse en el cuadro, supone una priorización de las transformaciones que atiende a los siguientes criterios:

- La finalización de transformaciones en marcha, como es el caso de la zona regable de la Costa Noroeste.
- La disponibilidad de nuevos recursos regulados como es el caso de las zonas asociadas a la construcción de los nuevos embalses: zona regable de Villamartín vinculada a la construcción del embalse de Zahara sobre el río Guadalete y zona regable de Barbate vinculado a la construcción del embalse de Barbate sobre dicho río. Ello siempre que los nuevos recursos regulados no resulten necesarios para la consolidación de los regadíos existentes.
- La viabilidad técnico-económica de cada proyecto individual contrastado en un análisis comparativo con los proyectos alternativos. En este contraste se prestará especial atención a la situación económica y social de las posibles zonas a transformar, a la generación de empleo de cada proyecto y a las posibilidades de mercado de las producciones a obtener.

PLAN HIDROLOGICO DEL GUADELETE - BARBATE
MEMORIA



NUEVAS TRANSFORMACIONES EN REGADIO

- 1 COSTA NOROESTE
- 2 VILLAMARTIN
- 3 BARBATE

7. LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

7.1. Introducción

Para la planificación del desarrollo de los aprovechamientos hidroeléctricos en la cuenca del Guadalete-Barbate, es necesario tener en cuenta las planificaciones sectoriales que coinciden en el mismo ámbito de la actuación y que, en el caso hidroeléctrico, es el Plan Energético Nacional (PEN).

Las previsiones del crecimiento de la oferta de energía que establece el PEN a nivel nacional contempla un ligero incremento de la participación de la energía hidráulica en el conjunto total. El aumento de la potencia hidráulica a instalar en grandes centrales lo sitúa en 902 MW, de los que 585 MW están adscritos a las futuras nuevas plantas que todavía no están, explícitamente, identificadas². Por su parte, a la minihidráulica le asigna 1 189 MW cuya localización se centra, básicamente, en las cuencas del Norte y del Ebro.

Los objetivos que se plantea este PLAN para los aprovechamientos hidroeléctricos, se relacionan con las siguientes actuaciones:

- Establecer una reserva de posibles tramos donde se puedan instalar grandes centrales hidroeléctricas -con potencia superior a 10 MW-, para que no sean objeto de concesión a minicentrales que aportan un rendimiento energético global inferior, e
- Identificar la infraestructura del Estado susceptible de ser aprovechada hidroeléctricamente -centrales de pie de presa de futuros embalses y saltos de canales-, ya sea por la acción directa del mismo, o a través de concesiones de diversa índole al sector privado.

²

Los 317 MW restantes se encuentran en fase de ejecución.

7.2. El aprovechamiento hidroeléctrico en el Guadalete - Barbate. Situación actual

Las características morfológicas de la cuenca del Guadalete - Barbate determinan que su aptitud para los grandes aprovechamientos hidroeléctricos no sea elevada. Además del Guadalete, solamente el Majaceite posee grandes saltos adecuados para producir energía eléctrica. Esta limitación estructural se ve agudizada por la explotación de los recursos de la cuenca, en la que el uso hidroeléctrico está condicionado al de riego, de tal forma, que sólo se puede turbinar cuando se producen los desembalses para riego.

En el **cuadro III.39** se sintetiza el potencial hidroeléctrico actualmente aprovechado.

CUADRO III.39

RELACION DE CENTRALES EXISTENTES EN LA CUENCA DEL GUADALETE-BARBATE

NOMBRE	RIO	TIPO	POT. (Mw)	PROD. (Gwh)	PETIC./ CONCES.	PROVINCIA
ARCOS	GUADALETE	MIN.	3.200	0,00	CHG	CADIZ
BORNOS	GUADALETE	MIN.	4.640	1,86	CHG	CADIZ
LOS HURONES	MAJACEITE	MIN.	1.842	0,00		CADIZ

Según refleja este Cuadro la potencia total instalada en la cuenca se eleva a 9,682 Mw. con una producción anual pequeña, de sólo 1,86 Gwh. como consecuencia de que sólo la central de Bornos está en servicio.

En el Anexo VI de esta Memoria se amplía la información relativa a las características y emplazamiento de las instalaciones hidroeléctricas existentes, identificadas por el tipo de central.

Por su parte, del **potencial hidroeléctrico** que está **pendiente de instalar** en la cuenca, merecen destacarse los siguientes datos:

- El número total de emplazamientos identificados es de solo uno, que corresponde a grandes centrales.
- La nueva potencia a implantar en grandes centrales asciende a 7,81 MW.

7.3. Medidas propuestas en el Plan

Las propuestas que se incluyen en este PLAN de cuenca tienen una doble vertiente puesto que, si por una parte, se establecen reservas en los tramos de cauce donde potencialmente se pueden instalar grandes centrales, por otra, aporta una relación de presas en cuyo pie se pueden implanta aprovechamientos hidroeléctricos.

EL único **tramo** que **reserva** el **PLAN** para grandes aprovechamientos, es el pie de presa de Guadalcaçín II.

Por su parte, el **cuadro III.40** resume las características fundamentales de las centrales que se prevén implantar en cada horizonte de **PLAN**.

CUADRO III.40
RELACION DE CENTRALES FUTURAS

NOMBRE	RIO	TIPO	Q (M ³ /S)	H (M)	POT. (MW)	PROD. (GW)	PETIC.	PROVINCIA
GUADALCACIN II	MAJACETE	MAX	-	62	7,810	16,8	-	CADIZ

8. LAS AGUAS SUBTERRANEAS. DIRECTRICES PARA SU PROTECCION Y RECUPERACION

8.1. Antecedentes y objetivos

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

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

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

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

Por último, el artículo 84.4 de **Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica** indica expresamente que *El Plan Hidrológico de cuenca establecerá para cada unidad hidrogeológica, en la medida que sea posible, normas para el otorgamiento de autorizaciones de investigación o concesiones.*

Con estos antecedentes, se configuran como objetivos de **PLAN** la descripción, tanto

cualitativa como cuantitativa, del estado de los acuíferos en el ámbito de la cuenca, el uso que se hace de estos recursos -ya tratado en los epígrafes precedentes- y los problemas que esas actividades conllevan, para culminar con una serie de propuestas de medidas de ordenación, control, protección y eventualmente una mayor utilización de los recursos subterráneos en el futuro.

8.2. Definición de las Unidades Hidrogeológicas

A partir de la Ley 29/1985 de Aguas de 2 de Agosto, las aguas subterráneas se incorporan al dominio público hidráulico del Estado a los efectos de los actos de disposición o de afección de los recursos hidráulicos (art. 2 de la Ley de Agua). La descripción ordenada y sistemática de los recursos hidráulicos subterráneos, así como toda la actuación administrativa (concesiones y autorizaciones, constitución de Comunidades de usuarios, etc.) que conlleva su gestión, precisa de una previa identificación y agrupación de las unidades elementales los acuíferos- que los integran.

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

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

* En lo sucesivo, **RAPA**.

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

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

Como consecuencia de estos estudios, se han definido para la cuenca de Guadalete-Barbate las 13 unidades hidrogeológicas que figuran en el **cuadro 41** adjunto.

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

**CUADRO III.41.
RELACIÓN DE UNIDADES HIDROGEOLOGICAS**

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

En el **Apéndice 1.2** de las **NORMAS** se recogen las coordenadas UTM de las porciones que definen cada unidad hidrogeológica y en el **Anexo XII** se incluye una síntesis de cada unidad, en la que se destacan los aspectos más relevantes a los efectos del Plan Hidrológico: situación, contexto geológico, descripción hidrogeológica (subunidades, afloramientos permeables, drenajes naturales, etc.), evaluación de los recursos renovables, usos del agua, calidad de las aguas, problemas de contaminación, sobreexplotación y otros.

8.3. Problemas actuales y potenciales

8.3.1 Introducción

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

La contaminación del acuífero está, asimismo, condicionada por las especiales características del flujo subterráneo. La capacidad de la zona no saturada para filtrar, retener y depurar los agentes contaminantes determina un cierto grado de protección frente a la contaminación externa, tanto natural como artificial. A ello se añade la, en general, baja velocidad de propagación de las aguas en el acuífero que hace que el avance del frente contaminante sea lento. Naturalmente ello depende de la permeabilidad o transmisividad del acuífero. La mayor o menor facilidad con que un acuífero puede ser contaminado determina su grado de **vulnerabilidad** que depende del tipo de contaminantes, así como de los factores intrínsecos de las zonas saturada y no saturada. Cuanto más desarrollado esté el suelo, más fina sea la textura granular del subsuelo y más profunda se encuentre la zona de saturación, menos vulnerable resultará el acuífero a la contaminación por elementos absorbibles o no degradables.

Sin embargo en plazos más o menos largos, muchos de estos elementos, entre los

que cabe destacar los metales pesados y los compuestos orgánicos persistentes que se encuentran en algunos pesticidas, alcanzan finalmente la zona saturada e inician el proceso de contaminación del acuífero. Los acuíferos carbonatados son, en este sentido, los más vulnerables, ya que presentan una alta permeabilidad, generalmente por fisuración y carstificación, por lo que el acceso del contaminante a la zona saturada es relativamente fácil y rápida. Ocurre en menor medida en los acuíferos detríticos, especialmente en los confinados sobre los cuales existe un material relativamente impermeable que dificulta o impide la percolación desde la superficie del terreno.

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

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

En el caso de la cuenca del Guadalete-Barbate, anteriormente integrada en la cuenca del Guadquivir, con ocasión de los estudios realizados conjuntamente por el Gobierno español y las Naciones Unidas (Proyecto FAO), se puso de manifiesto la necesidad de establecer una cierta ordenación en los recursos subterráneos con el fin de satisfacer la creciente demanda que se evidenciaba en la cuenca. Ello motivó la promulgación del Real Decreto 735/1971, de 19 de abril, por el que se dictan normas de carácter técnico y administrativo a la explotación del agua subterránea. En su artículo primero se definían nueve "zonas de explotación controlada", de las cuales, la tercera y cuarta correspondía a las cuencas del Guadalete y Barbate respectivamente.

En el **Anexo XII** se efectúa un análisis de la incidencia que el Real Decreto tuvo en la cuenca, al regular por primera vez las condiciones de autorización de **nuevas** captaciones o ampliación de las existentes, los límites de caudal máximo autorizable de cada captación, la distancia mínima entre captaciones, los aspectos relativos a autorizaciones, el establecimiento de normas técnicas de explotación de las nuevas captaciones, su inscripción en el Registro, etc.

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

8.3.2. Sobreexplotación de acuíferos

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

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

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

En este sentido, si se considera la relación uso/recarga como indicador de la situación de la unidad hidrogeológica, y se toma el 80% como umbral de situación problemática, resulta que la única unidad que aparece con problemas de sobreexplotación es Arcos-Bornos-Espera.

Es preciso, por tanto, descender a nivel de sector o acuífero dentro de cada unidad para establecer con más detalle el diagnóstico. En el **Anexo XII** se analizan las unidades que parcial o globalmente, tienen problemas de sobreexplotación o en riesgo de estarlo, así como las propuestas que se considera conveniente adoptar para resolver o, al menos, paliar esta situación; las propuestas se atienen a lo dispuesto en los artículos 171, 172 y 173 de **RDPH**.

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

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

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

8.3.3. Intrusión salina

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

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

Los estudios realizados en la cuenca muestran problemas de sobreexplotación y/o intrusión salina en seis (6) unidades hidrogeológicas.

Es de destacar el estado crítico en que se encuentran, debido a su sobreexplotación, los acuíferos de ARCOS-BORNOS-ESPERA y el sector de los "Llanos del Sotillo" en el ALUVIAL DEL GUADALETE. En las unidades hidrogeológicas de ROTA-SANLUCAR-CHIPIONA, PUERTO DE SANTA MARÍA, PUERTO REAL CONILY VEJER-BARBATE se han detectado problemas locales mas o menos generalizados de sobreexplotación e intrusión salina.

En el **Anexo XII** se efectúa un análisis pormenorizado de la problemática de cada unidad.

8.3.5. Afección a cauces fluviales

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

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

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

8.4. Las aguas subterráneas y el medio ambiente

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

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

Está por tanto entre los objetivos del **PLAN**, articular las medidas necesarias que permitan un conocimiento profundo sobre las necesidades hídricas de estos espacios y de sus interrelaciones con las unidades hidrogeológicas, a fin de tomar las oportunas decisiones que mejoren y garanticen la conservación de los numerosos ecosistemas asociados.

La Sierra de Grazalema es el único Parque Natural dentro de la cuenca del Guadalete-Barbate conectado con Unidades Hidrogeológicas. Desde el punto de vista de las aguas subterráneas, la protección del Parque debe orientarse en el sentido de asegurar las aportaciones de caudales desde los acuíferos a la red de cauces superficiales. A tal fin, el PLAN deberá asegurar la protección de las captaciones de abastecimiento existentes y limitar las nuevas captaciones, salvo las destinadas a investigación de los acuíferos o a satisfacer necesidades de abastecimiento. En igual sentido se deberán implantar medidas de protección de los cauces del Parque que drenan de manera natural, bien de forma difusa o puntual (manantiales), contribuyendo al mantenimiento de los valores naturales del Parque.

8.5. Medidas y propuestas

8.5.1. Principios generales

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

1) **Uso sostenible** de las aguas subterráneas, orientado a la preservación de las funciones potenciales del recurso, garantizando las demandas humanas, actuales y futuras y el equilibrio de los ecosistemas asociados. Dado el marcado carácter estratégico de los recursos subterráneos, sólo se permitirá la extracción de las reservas hídricas de los acuíferos en situaciones extremas de sequía y siempre que el volumen extraído no impida su recuperación y utilización posterior, en sintonía con las Normas de Explotación del Apéndice a las Normas de este PLAN.

2) **Gestión coordinada** de las aguas superficiales y subterráneas, contemplando conjuntamente los aspectos de cantidad y calidad del recurso y potenciando el desarrollo de experiencias de recursos invernales, aguas residuales depuradas y de los flujos de base excedentes para la recarga de acuíferos, la recuperación de aquellos sobrexplotados y la lucha contra la intrusión marina.

3) **Prevención**, con el fin de evitar en su propio origen la aparición de perturbaciones (sobreeplotación, salinización, contaminación, etc.), antes que corregir ulteriormente sus efectos. Este principio es propugnado en el artículo 130R del Acta Unica.

4) **Precautorio**, que propugna que, en la adopción de medidas preventivas, no ha de esperarse a disponer de una relación causa-efecto en el impacto negativo sobre las aguas subterráneas, cuando éste se derive del vertido o aplicación al terreno de sustancias netamente peligrosas.

5) **Responsabilidad compartida** en la protección del recurso, tanto por las Administraciones competentes como por los usuarios y los potenciales contaminadores.

6) **Disuasión**, utilizando los instrumentos económicos que la vigente Ley de Aguas establece, tal como el canon de vertido o cualquier otro que se pueda introducir mediante la Ley del Plan Hidrológico Nacional con los que, por una parte, se penaliza una potencial contaminación y, por otra, se recaban recursos que contribuyan a recuperar las condiciones previas al proceso contaminante. También puede recurrirse a incentivos, en forma de ayudas financieras, dirigidos a estimular procesos productivos que tiendan a reducir o eliminar los efectos medioambientales negativos. Por último, una decidida acción educativa y de divulgación contribuirá a concienciar a los distintos agentes implicados sobre la necesidad de compartir solidariamente las tareas de protección del recurso.

7) **Armonización** en un marco medioambiental amplio, con políticas sectoriales que afectan a otros recursos naturales y actividades económicas, como agricultura, industria, turismo, uso del suelo, etc.

8) **Optimización** de las posibilidades de explotación, de los recursos subterráneos, potenciándose la realización de estudios que lleven a un conocimiento más profundo de los acuíferos y el desarrollo de experiencias de recuperación de acuíferos afectados por contaminación bacteriológica y físicoquímica.

8.5.2. Medidas y Propuestas

A. Incremento de la utilización futura de los recursos subterráneos

A la luz de los estudios realizados, se ha verificado la posibilidad que ofrecen algunas de las unidades hidrogeológicas para la obtención de mayores recursos subterráneos. No obstante, si bien será preciso realizar los oportunos estudios, se puede avanzar que ello es posible en las unidades, y en la cuartía, que se indican seguidamente:

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

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

B. Ordenación, control y protección.

Se exponen a continuación la tipología de medidas de ordenación, control y protección de los acuíferos de la cuenca que de acuerdo a los objetivos enunciados y en base al diagnóstico realizado propone el PLAN. Dada su gran extensión, una mayor precisión sobre el contenido de éstas se expone en el **Anexo XII** a la Memoria y en las **NORMAS**.

Sobreexplotación de acuíferos.

Se declaran como sobreexplotados o en riesgo de estarlo los siguientes acuíferos: ARCOS-BORNOS-ESPERA, ROTA-SANLUCAR-CHIPIONA, PUERTO DE SANTA MARIA, PUERTO REAL-CONIL

Se paraliza el otorgamiento de nuevas concesiones hasta la constitución de las Comunidades de Usuarios de Arcos en los siguientes acuíferos: ARCOS-BORNOS-ESPERA, ALUVIAL DEL GUADALETE y VEJER-BARBATE

Protección de acuíferos.

En aplicación de lo dispuesto por el artículo 173 del RDPH en las **NORMAS** del **PLAN** se han delimitado los perímetros de protección de acuíferos y se establece una normativa de carácter restrictivo, prohibiéndose la ejecución de nuevas captaciones o limitando éstas a las destinadas a abastecimientos o de pequeño caudal, con el fin de proteger:

- La calidad general del agua de las unidades hidrogeológicas
- Las captaciones de agua para abastecimiento urbano
- Los Espacios Naturales relacionados con las aguas subterráneas

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

Se ha redactado una normativa para cada unidad hidrogeológica de la cuenca, la cual se adjunta en el **Apéndice** de las **NORMAS**. En el **Anexo XII** se detallan los contenidos de carácter general de las normas aplicados a cada unidad hidrogeológica.

Red oficial de control de aguas subterráneas

El **PLAN** incorporará en sus sucesivas revisiones los resultados del *Estudio y redacción del Proyecto de instalación, mantenimiento y operación de redes oficiales de control de aguas subterráneas, piezometría, hidrometría y calidad* que se ha iniciado para el conjunto de las cuencas hidrográficas españolas.

En el **Anexo XII** se precisan las actividades que abordará éste Proyecto.

En el momento actual existen unas redes controladas por distintos Organismos y, muy especialmente, por el ITGE, que se describen en la síntesis que, de cada unidad, recoge el Apéndice 1 **del Anexo XII**

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

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

En el **Anexo XII** se aporta una relación de éstos Programas, indicándose 6 de ellos que ya han sido abordados en la cuenca de Guadalete-Barbate.

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

- 1) Trabajos complementarios para un mejor conocimiento geológico e hidrogeológico de las unidades, que permitan precisar sus balances hídricos. En la síntesis del Apéndice 1 del **Apéndice XII** se recoge, por unidad, una ficha con el grado de conocimiento de la misma y las propuestas de actuación correspondientes, buena parte de las cuales quedarán satisfechas con la realización de los programas antes reseñados.
- 2) Distribución de los recursos en las Unidades Hidrogeológicas intercuenas. En el caso del Guadalete-Barbate afecta a sólo una unidad, UH 05.6 Setenil-Ronda. Aunque el conocimiento global de estas unidades es suficiente faltan estudios específicos de asignación de los recursos a cada cuenca. Sobre este asunto, es preciso señalar que:
 - La distribución de recursos se ha de hacer conjuntamente por los Organismos de cuenca afectados

- La gestión y explotación de la unidad debe ser única.
- 3) Descargas naturales mínimas de los acuíferos por razones de protección ambiental y, concretamente, para el mantenimiento y conservación de las zonas declaradas de protección especial.
 - 4) Incidencia del tratamiento de las aguas residuales de los núcleos urbanos en la calidad de las aguas subterráneas, incluyendo los núcleos de menos de 2 000 habitantes equivalentes, no contemplados en la Directiva 91/271/CEE.

CAPITULO IV. INVERSIONES Y FINANCIACION

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

El **PLAN** de cuenca requiere para el cumplimiento de los objetivos y la materialización de las actuaciones que se han ido describiendo a lo largo de las páginas anteriores, ejecutar una serie de actividades y construir el conjunto de infraestructuras indicado en cada uno de los capítulos analizados. Aunque la valoración exacta de todas ellas no se conocerá hasta que no se disponga de los proyectos de construcción respectivos, es necesario evaluar las inversiones previsible para su materialización, de tal forma, que se conozca la inversión global que requiere el **PLAN** y su distribución a lo largo de los horizontes en los que se desarrolla.

Una vez conocido el monto total de la inversión, procede la asignación de cada obra o tipología de obras a determinadas fuentes financieras que, en el caso de la cuenca del Guadalete - Barbate, se refieren a los siguientes Organismos: a) Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, a través de los presupuestos generales del Estado, b) Junta de Andalucía, mediante los presupuestos autonómicos y gestión de los diferentes Organismos que la constituyen, c) Ayuntamientos y entes supralocales y d) Unión Europea, a través de los fondos estructurales (FEDER) y de cohesión.

Para facilitar la estimación de costes, no duplicar inversiones e identificar el respectivo **AGENTE del PLAN** encargado de su financiación y gestión, se han clasificado las inversiones totales en los siguientes capítulos relacionados con los diferentes objetivos que se pretenden conseguir con las obras:

1. Saneamiento y depuración.Reutilización
2. Defensa contra las inundaciones
3. Mejora, modernización y conservación de infraestructuras
4. Incremento de la oferta de recursos hídricos para demandas futuras
5. Mejora y protección ambientales
6. Nuevas transformaciones en regadío
7. Aprovechamiento integral de las aguas subterráneas
8. Reposición y conservación
9. Programas y Estudios

Hay que hacer constar que las infraestructuras que se valoran en cada uno de los objetivos considerados son las necesarias para el cumplimiento de los mismos, no habiéndose incluido las habituales que se consignan en los presupuestos anuales del Organismo de cuenca.

2. INVERSIONES NECESARIAS

2.1. Saneamiento y depuración. Reutilización

Se incluyen en este capítulo aquellas obras destinadas a lograr el cumplimiento de la Directiva Comunitaria, hecho que va a originar una aceleración de los programas de inversión en este capítulo. En definitiva, se trata de actuaciones encaminadas a la construcción de colectores para concentrar los vertidos, en la ejecución de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) para corregirlos y en el máximo aprovechamiento de los caudales depurados para la recarga de acuíferos y riegos.

CUADRO IV. 1
SANEAMIENTO Y DEPURACION

ACTUACION PROPUESTA	COSTE ESTIMADO (M de Ptas)
• Saneamiento y depuración de la Mancomunidad de la Sierra de Cádiz	2 700
• Saneamiento y depuración de la zona gaditana norte	10 135
• Saneamiento y depuración de la Mancomunidad de la Janda	3 133
• Reutilización de aguas residuales depuradas para recarga de acuíferos y riegos	3 000
• TOTAL SANEAMIENTO Y DEPURACION	18 968

2.2. Defensa contra las inundaciones

Los estudios monográficos que existen en la actualidad han permitido detectar las zonas con riesgos potenciales de inundación distribuidas por toda la cuenca y las medidas correctoras necesarias para minimizarlos. Las obras evaluadas han sido encauzamientos, defensas, acondicionamientos y obras localizadas, además del SAIH.

En el cuadro siguiente se sintetiza el catálogo de obras propuesto para el horizonte 2002 y su coste estimado en millones de pesetas.

**CUADRO IV. 2
DEFENSA CONTRA INUNDACIONES**

ACTUACION PROPUESTA	COSTE ESTIMADO (M pts)
• Regulación complementaria del río Barbate	
- Presa del Alamo	2 200
- Presa del Aciscar	2 500
• Defensa y acondicionamiento del río Guadalete, aguas abajo de la confluencia del río Majaceite en Villamartín, Arcos, Junta de los Ríos y Jerez	1 860
• Defensa y acondicionamiento del río Barbate, aguas abajo de la presa de Barbate: Encauzamiento del río Barbate	500
• Encauzamiento en Chiclana	1000
TOTAL DEFENSA CONTRA INUNDACIONES	8 060

2.3. Mejoras, modernización y conservación de infraestructuras para ahorro y racionalización del uso de agua

Se han incluido en este objetivo las infraestructuras que se necesitan para materializar los potenciales ahorros de agua, y que se centran en mejorar las eficiencias de riego, tanto en la conducción de transporte como en las redes de distribución.

El cuadro siguiente recoge la estimación del coste de las infraestructuras que considera este **PLAN**, en millones de pesetas.

**CUADRO IV.3
MEJORA, MODERNIZACION Y CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURAS**

ACTUACION PROPUESTA	COSTE ESTIMADO (M pts)
• Reordenación, mejora y modernización Z.R. Guadalcaén	6 000
• Embalse de Guadalcaén II. Restitución variante C-503. 2ª fase tramo el Puente del Caballo	670
TOTAL MEJORA, MODERNIZACION Y CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURAS (M pts)	6 670

2.4. Incremento de la oferta de recursos hídricos para demandas futuras de abastecimiento, regadíos y otros usos

Se refiere este apartado a aquellas infraestructuras que permiten aumentar la oferta de la cantidad del recurso, mediante la construcción de embalses de regulación, la disminución de pérdidas en las conducciones y redes de abastecimiento, para así poder satisfacer el incremento de las demandas de agua. El cuadro siguiente recoge una síntesis de su valoración estimada.

**CUADRO IV.4
INCREMENTO DE RECURSOS HIDRICOS**

ACTIVIDAD PROPUESTA	COSTE ESTIMADO (M pts)
- Mejora de los abastecimientos en la cuenca del Guadalete en la zona gaditana	
• Ampliación reimpulsión ramales norte y sur	117,1
• Nueva conducción Hurones-Peruela	7 950
• Segunda conducción en Arteria I. Tramo 1º	2 390,8
• Segunda conducción en Arteria I. Tramo 2º	1 648,7
• Segunda conducción Puerto Real-ramal norte	990,2
• Segunda conducción tramo Jarana-Puerto Real	414,1
• Segunda conducción tramo Tres Caminos-Chiclana	452,8
• Segunda conducción Zuazo-Cortadura	833,2
• Ampliación de la planta de tratamiento de el Montañés	1 079
• Ampliación de la plantas de tratamiento de Cuartillo, Paterna y Medina	414,7
• Estaciones de reimpulsión en los ramales norte y sur	191,7
• Ampliación elevadora Guadalcaacín	712,3
• Nuevos depósitos en Conil de la Frontera, Puerto Real y Chiclana	488,8
• Depósito en Cuartillo	1 530
• Nuevo depósito en San Fernando	246,5
• Nuevos depósitos en Cádiz y Medina Sidonia	342,6
• Nuevos depósitos en Jerez de la Frontera, Rota y El Agostado	549
• Nuevo depósito en el Puerto de Santa María	124,1
• Abastecimiento a La Janda	4 921
• Ampliación del depósito en el Puerto de Santa María	237,9
• Centro de control y mando para automatización del abastecimiento de	23,9
• Protección catódica de la arteria II	43
• Reparación de la arteria I. Tramo Cuartillo-depósitos de San Cristobal	25,4
• Acondicionamiento de la Planta de Tratamiento de Cuartillo	64,7
• Ramal a Trebujena	103,2
• Renovación protección catódica en la conducción San Cristobal-Cádiz. Tramo Jarana-San Fernando	11,2
• Automatización de estaciones elevadoras	21,2
• Automatización de depósitos	52,4
TOTAL INCREMENTO DE RECURSOS HIDRICOS (M pts)	25 979,5

2.5. Mejora y protección ambientales

Las actividades correspondientes a este apartado se han desglosado en el **PLAN**, a efectos descriptivos, en cuatro conceptos diferentes :

- a) Planes hidrológico-forestales y de conservación del suelo; b) Restauración de márgenes y riberas;
- c) Fomento del uso social del dominio público hidráulico
- d) Zonas húmedas.

Al estimar las inversiones necesarias para cumplir los objetivos correspondientes a estas actividades debe tenerse en cuenta, con el fin de no duplicar costes, que algunas de ellas están interrelacionadas entre sí y otras, además, con otros programas.

Así, por ejemplo, las zonas húmedas y la restauración de márgenes y riberas está claramente relacionada con los caudales ambientales. De la misma forma, los caudales ambientales están conectados con la satisfacción de las demandas y, por lo tanto, con el incremento de los recursos hidráulicos; los programas para el mantenimiento de la capacidad de los embalses están ligados, parcialmente, a los planes hidrológicos-forestales. Finalmente no se debe olvidar que en varias de estas actividades participan también otras administraciones estatales y autonómicas.

Un resumen del coste de las actuaciones propuestas se incluye en el **cuadro IV.5** adjunto, cuyo desglose pormenorizado se puede observar en los Anexos X y XI a esta **MEMORIA**.

**CUADRO IV.5
MEJORA Y PROTECCION AMBIENTALES**

ACTUACION PROPUESTA	COSTE ESTIMADO (Mpts)
• Tratamientos silvícolas de las masas forestales existentes en las zonas de protección y perímetros de repoblación de la cuenca del Guadalete	171,5
• Acciones hidrológico-forestales en zonas de protección del Embalse de Zahara	712,5
• Acciones biológicas de restauración de las masas forestales en terrenos de protección en los Embalses de Celemín, Barbate y Guadalcaén	203,0
• Reforestación de los terrenos incendiados de Monte Prieto	-
• Reforestación de las cabeceras de los rios Guadalporcún y Guadamanil	-
• Adehesamiento de olivares en terrenos de campiñas serranas con pendientes superiores al 15%	-
• Estudios y acciones hidrológico-forestales en otros embalses incluidos en este PLAN	1 000,0
• Programa de clasificación y ordenación de las actuaciones hidrológico forestales	250,0
• Acciones de protección y recuperación de márgenes y riberas fluviales	2 500,0
• Programa de deslinde de riberas fluviales	200,0
• Acciones de fomento social y recreativo	2 000,0
• Programa de clasificación y ordenación de zonas húmedas	50,0
• Acciones de recuperación de zonas húmedas	500,0
TOTAL MEJORA Y PROTECCION AMBIENTALES (Mpts)	7 587,0

2.6. Nuevas transformaciones en regadío

En este concepto se han englobado las actuaciones de nuevas transformaciones en regadío que permiten poner en regadío las 20 531 ha que se preven para el último horizonte del **PLAN**. Se ha estimado en alrededor de 680 000 pesetas por hectárea la inversión necesaria para materializar las transformación por lo que el coste de la propuesta asciende a 13 925 Mpts.

**CUADRO IV. 6
NUEVAS TRANSFORMACIONES EN REGADIO**

ACTUACIONES PREVISTAS	COSTE ESTIMADO (M de Ptas)
• Canal Zahara-Villamartín	
Canal principal. Zahara-Villamartín	5 500
Zona regable de Villamartín	5 000
• Riegos Barbate: Canal principal del Barbate	2 500
• Control de caudales de los regadíos no administrados por el Estado: Riego de la costa noroeste de Cádiz	925
TOTAL NUEVAS TRANSFORMACIONES EN REGADIO	13 925

2.7. Aprovechamiento integral de las aguas subterráneas

La utilización conjunta de las aguas conjunta de las aguas superficiales y subterráneas para optimizar la explotación de los recursos hídricos, requiere una serie de actuaciones encaminadas, por una parte, a potenciar su utilización y, por otra, a evitar su sobreexplotación. En el cuadro siguiente se incluye un resumen pormenorizado de las actuaciones propuestas, todas ellas durante el primer horizonte del PLAN.

CUADRO IV.7

APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

ACTUACION PROPUESTA	COSTE ESTIMADO (M de ptas)
PAIH	
• Sierra de Grazalema	35
• Sierra de las Cabras	20
REDES DE CONTROL	
• Implantación de redes	300
SOBREEXPLOTACION	
• Rota - Sanlúcar - Chipiona	50
• Puerto de Santa María	40
• Puerto Real - Conil	50
NORMAS Y CONCESIONES	40
PERIMETROS DE PROTECCION	40
CAPTACIONES DE SEQUIA	
• Arcos - Bornos - Espera	130
• Rota - Sanlúcar - Chipiona	100
• Aluvial del Guadalete	90
RECARGA ARTIFICIAL	
• Aluvial del Guadalete	50
• Rota - Sanlúcar - Chipiona	400
• Puerto de Santa María	30
• Puerto Real - Conil	400
• Vejer - Barbate	40
TOTAL APROVECHAMIENTO INTEGRAL AGUAS SUBTERRANEAS	1 815

2.8. Reposición y conservación

El patrimonio hidráulico que componen las infraestructuras de la cuenca del Guadalete-Barbate necesita ser permanentemente conservado y mantenido para evitar el deterioro, que el paso del tiempo y la explotación continuada, le ocasiona. Las presas y embalses, las grandes conducciones de transporte y distribución y las obras de defensa ante avenidas componen las infraestructuras de la cuenca que sufren mayores daños durante su servicio.

Para estimar los gastos anuales de conservación de estas infraestructuras se ha utilizado el mismo porcentaje sobre la inversión total del **PLAN**, que consideró la Memoria del Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional en su estimación presupuestaria. En ese documento se ha considerado un 14% de la inversión total prevista. Esta cifra para el Guadalete-Barbate asciende a 13 671,48 pts, lo que supone un coste anual de 683,57 millones de pesetas.

2.9. Programas y estudios

El carácter abierto y revisable que posee el **PLAN** hace imprescindible que se profundice en el conocimiento de los problemas relacionados con el agua, tanto los cuantitativos, como los cualitativos. Por este motivo se ha considerado una partida para que, durante los 20 años de vigencia del **PLAN**, se vayan elaborando los estudios monográficos que posibiliten optimizar las actuaciones e inversiones que permitan resolverlos.

Su evaluación se ha estimado, como en la Memoria del Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional, en un 1% de la inversión total prevista para el **PLAN**. Esta cifra asciende a 976,53 millones de pesetas, que supone una inversión de 48,82 millones anuales.

2.10. Inversiones totales

A partir de los datos anteriores se ha elaborado el cuadro siguiente en el que se reflejan las inversiones totales correspondientes a cada uno de los diferentes programas en que se ha dividido el conjunto de actividades e infraestructuras a realizar.

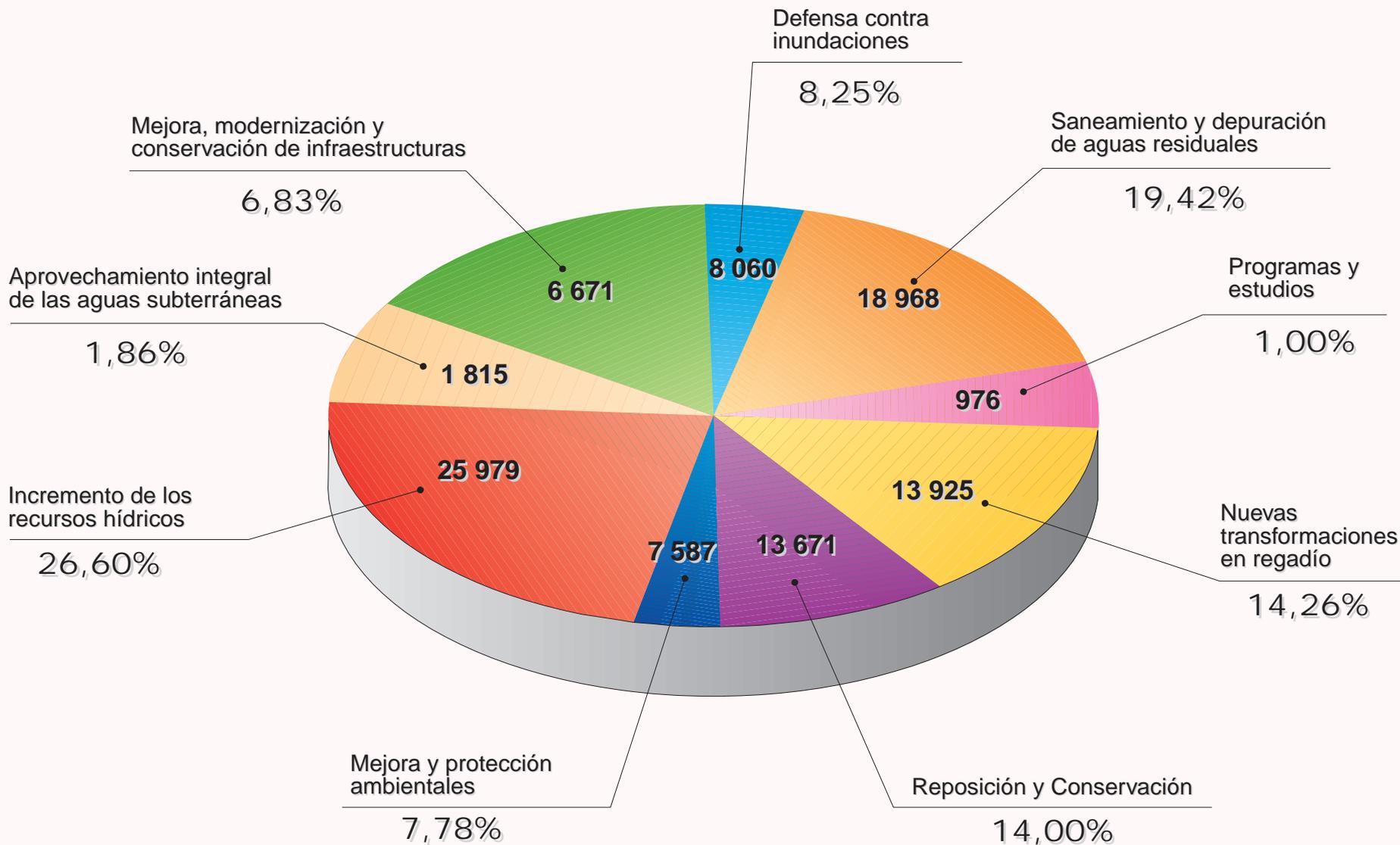
Las cifras que en él figuran están expresadas, como todas las anteriores, en millones de pesetas constantes.

Por su parte el **gráfico** de la página siguiente presenta tanto las cifras globales de inversión previamente deducidas, como los porcentajes que, respecto al total, significan cada uno de los capítulos presupuestarios analizados. La simple observación de este gráfico permite conocer, rápidamente, el peso porcentual de cada uno de dichos capítulos que está en consonancia relativa con los problemas específicos de una cuenca de explotación tan compleja y dinámica como la del Guadalete-Barbate.

CUADRO IV.8

INVERSIONES TOTALES EN INFRAESTRUCTURAS Y ACTIVIDADES

PROGRAMA DEL PLAN	COSTE ESTIMADO (Mpts)	PARTICIPACION (%)
1. Saneamiento y depuración.Reutilización	18 968,00	19,42
2. Defensa contra inundaciones	8 060,00	8,25
3. Mejora, modernización y conservación de infraestructuras	6 670,95	6,83
4. Incremento de recursos hídricos	25 979,50	26,60
5. Mejora y protección ambientales	7 587,00	7,78
6. Nuevas transformaciones en regadío	13 925,00	14,26
7. Aprovechamiento integral aguas subterráneas	1 815,00	1,86
8. Reposición y conservación	13 671,48	14,00
9. Programas y estudios	976,53	1,00
TOTAL INVERSIONES Y ACTIVIDADES DEL PLAN (M pts)	97 653,47	100,00



Todas las cifras están expresadas en millones de pesetas