

# ÍNDICE

II. DESC	RIPCIÓN GENERAL DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA 1
II.1	MARCO ADMINISTRATIVO
II.1.1	Población 5
II.2	ENCUADRE FÍSICO9
II.2.1	Encuadre físico de la demarcación del Guadiana9
II.2.2	Encuadre físico del ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odie y Piedras
II.3	GEOLOGÍA
II.3.1	Geología de la demarcación del Guadiana11
II.3.2	Geología del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras14
II.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS
II.4.1	Condiciones climáticas de la Demarcación del Guadiana16
II.4.2	Condiciones climáticas del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras18
II.5	HIDROGRAFÍA Y RECURSOS HÍDRICOS
II.5.1	Hidrografía superficial de la Demarcación del Guadiana20
II.5.2	Hidrografía superficial del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto.  Odiel y Piedras24
II.5.3	Recursos hídricos de la demarcación del Guadiana27
II.5.4	Recursos hídricos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto.  Odiel y Piedras
II.5.5	Aguas subterráneas de la demarcación de Guadiana28
II.5.6	Aguas subterráneas del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto.  Odiel y Piedras
II.5.7	Recursos subterráneos de la Demarcación del Guadiana
II.5.8	Recursos subterráneos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto.  Odiel y Piedras
II.6	SUCESOS EXTREMOS; AVENIDAS Y SEQUÍAS
II.6.1	Avenidas en la Demarcación del Guadiana35
II.6.2	Avenidas en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
II.6.3	Sequías
II.7	ACTIVIDADES HUMANAS MÁS RELEVANTES 40
II.8	DEMANDAS DE AGUA



44	Demandas de agua en la Demarcación del Guadiana	11.
diel y Piedras 56	Demandas de agua en el Ámbito de las cuencas de los ríos Tinto, Odi	11.
58	Caudales ecológicos	11.
60	MARCO BIÓTICO	II.9
60	Marco biótico de la Demarcación del Guadiana	11.
,	Marco biótico del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Piedras	II.
74	REDES DE CONTROL	II.10
74	1 Red de vigilancia y control de las aguas superficiales	11.
	2 Sistema automático de vigilancia y control de la calidad de las aguas	II.
80	Red de control de sustancias tóxicas en aguas subterráneas	11.
81	4 Red de vigilancia y control de caudales circulantes	11.
86	5 Redes de vigilancia y control de los niveles piezométricos	11.



# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II-1: MAPA DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CONFEDERACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-2: MAPA DE SITUACIÓN DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA Y DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO
FIGURA II-3: MAPA DE LAS CCAA DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-4: MAPA PROVINCIAL DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-5: MAPA DE LAS CCAA DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
FIGURA II-6: MAPA PROVINCIAL DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS 4 FIGURA II-7: MAPA DEMOGRÁFICO DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-9: MAPA DEMOGRÁFICO DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
FIGURA II-9: MAPA GEOLÓGICO DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-10: MAPA GEOLÓGICO DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
FIGURA II-11: MAPA SUBCUENCAS DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-12: MAPA SUBCUENCAS DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
FIGURA II-13: MAPA UUHH DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-14: MAPA UUHH DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS . 32
FIGURA II-15: MAPA DE SUELOS DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-16: MAPA DE SUELOS DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
FIGURA II-17: MAPA DE USOS DEL SUELO DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-18: MAPA DE USOS DEL SUELO DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
FIGURA II-19: DOTACIÓN LITROS/HABITANTE/DÍA PARA LAS DIFERENTES CONFEDERACIONES HIDROGRÁFICAS 45
FIGURA II-20: DISTRIBUCIÓN POR USOS DEL AGUA
FIGURA II-21: MAPA DE LA RED ICA DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-22: MAPA DE LA RED ICA DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
FIGURA II-23: MAPA DE LA RED ICA DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA Y DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
Figura II-24: Mapa de la Red de Control de las aguas subterráneas de la Demarcación del Guadiana81
FIGURA II-25: MAPA DE LA RED DE CONTROL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
FIGURA II-26: EJEMPLO DE ESTACIONES DE AFORO EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA83
FIGURA II-27: MAPA DE LAS REDES DE AFOROS DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
FIGURA II-28: MAPA DE LAS REDES DE AFOROS DEL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS
FIGURA II-29: RED DE CONTROL PIEZOMÉTRICO DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
Figura II-30: Mapa de la Red Piezométrica del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto , Odiel y Piedras



# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1: Datos de población de la Demarcación del Guadiana
Tabla II-2: Datos de población del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
TABLA II-3: PRINCIPALES SUBCUENCAS DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA
Tabla II-4: Principales Subcuencas del ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
Tabla II-5: Recursos hídricos naturales de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana
Tabla II-6: Recursos hídricos naturales del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
Tabla II-7: Unidades Hidrogeológicas de la Demarcación del Guadiana
Tabla II-8: Unidades Hidrogeológicas del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
Tabla II-9: Recursos subterráneos de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana
Tabla II-10: Recursos subterráneos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
Tabla II-11: Porcentajes de disminución de la precipitación en los periodos de sequía considerados con respecto a la media:
Tabla II-12: Porcentaje de disminución de la aportación total respecto a la media en la sequía de 1990/91 a 19995
Tabla II-13: Consumo de aguas superficiales y subterráneas de las actividades agrarias localizadas en la DH del Guadiana
Tabla II-14: Centrales térmicas localizadas en la Demarcación del Guadiana y en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
Tabla II-15: Centrales hidroeléctricas en régimen ordinario en la DH del Guadiana
TABLA II-16: INSTALACIONES EN RÉGIMEN ESPECIAL EN LA DH DEL GUADIANA
TABLA II-17: DATOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN LAS CENTRALES DE LA DH DEL GUADIANA
Tabla II-18: Embalses con central hidroeléctrica en la DH del Guadiana
Tabla II-19: Instalaciones de acuicultura de la DH del Guadiana y del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
Tabla II-20: Embalses de la DH del Guadiana con autorización para uso recreativo de navegación y las condiciones para tal uso
Tabla II-21: Modalidades de navegación deportiva en los embalses navegables de la DH del Guadiana54
TABLA II-22: CAMPOS DE GOLF EN LA DH DEL GUADIANA
Tabla II-23: Consumo de aguas superficiales y subterráneas de las actividades agrarias localizadas en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
Tabla II-24: Campos de golf en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras
57



# II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA

Uno de los puntos más importantes de la DMA es la creación de las denominadas demarcaciones hidrográficas que serán la principal unidad de gestión de las cuencas hidrográficas. La demarcación hidrográfica viene definida en la Directiva como la zona marina y terrestre compuesta por una o varias cuencas hidrográficas vecinas y las aguas subterráneas y costeras asociadas. Esta nueva unidad de gestión es la que se ha considerado para la realización de éste informe.

## II.1 MARCO ADMINISTRATIVO

Actualmente, los Organismos de cuenca, denominados Confederaciones Hidrográficas, son entidades de derecho público con personalidad jurídica propia y distinta de la del Estado, adscritas a efectos administrativos al Ministerio de Medio Ambiente y con plena autonomía funcional, tal y como queda recogido en la Ley de Aguas.

La implantación de la Directiva Marco de Aguas implica que, según se recoge en el artículo 3, "los Estados miembros especificarán las cuencas hidrográficas situadas en su territorio nacional y, a los efectos de la presente Directiva, las incluirán en demarcaciones hidrográficas". Por lo que se considera que las demarcaciones hidrográficas son las principales unidades de gestión de las cuencas hidrográficas.

Teniendo en cuenta la definición de demarcación hidrográfica que figura en la DMA, la demarcación hidrográfica del Guadiana comprende la zona marina y terrestre compuesta por la cuenca hidrográfica del río Guadiana y las aguas subterráneas y costeras asociadas a ella.

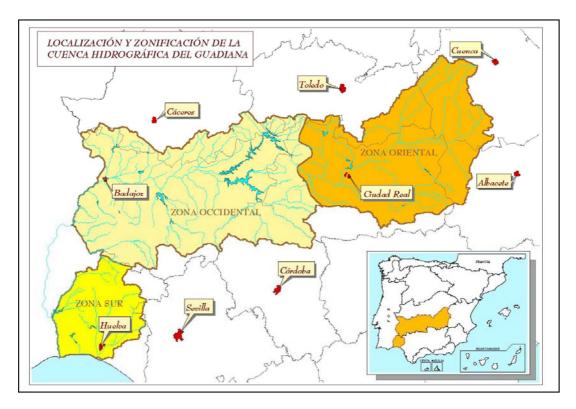


Figura II-1: Mapa de la ubicación geográfica de la Confederación del Guadiana





Con la actual estructura administrativa, previa a la implantación de la DMA, el ámbito de competencia de la Confederación Hidrográfica del Guadiana está constituido por dos sistemas hidrográficos independientes: la Cuenca del río Guadiana y las de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, tal como se presenta a continuación:

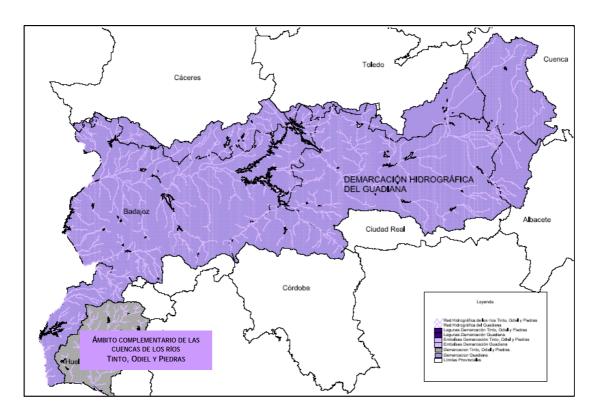


Figura II-2: Mapa de Situación de la Demarcación del Guadiana y del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



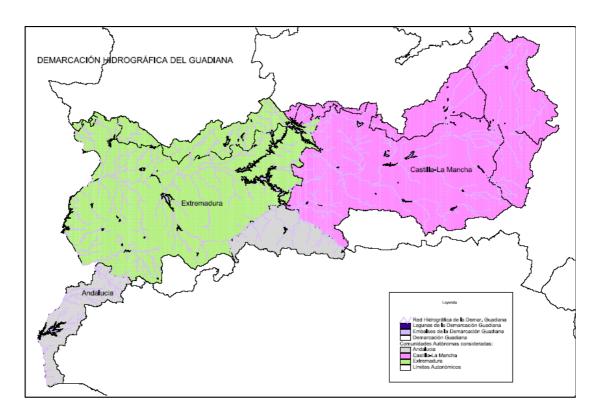


Figura II-3: Mapa de las CCAA de la Demarcación del Guadiana

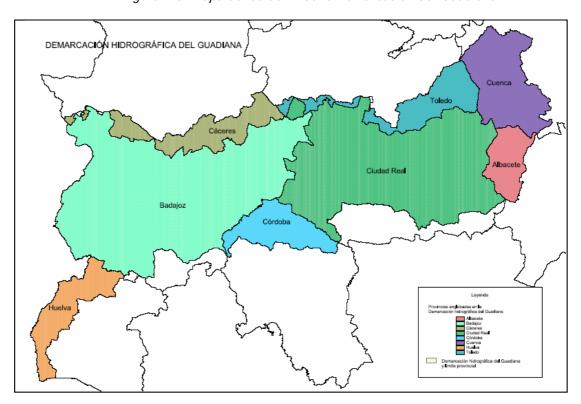


Figura II-4: Mapa provincial de la Demarcación del Guadiana



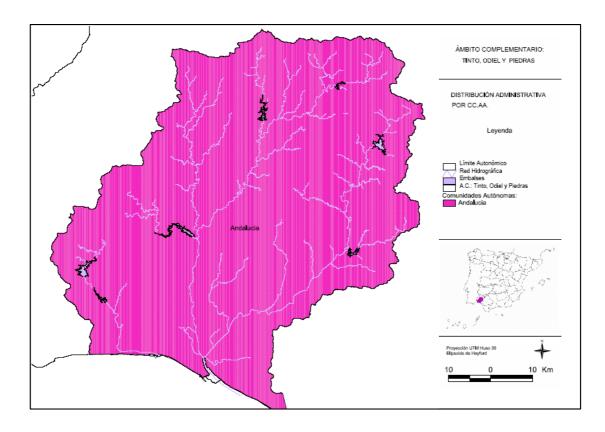


Figura II-5: Mapa de las CCAA del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

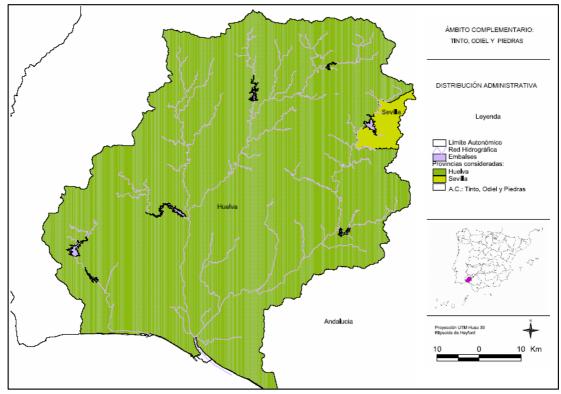


Figura II-6: Mapa provincial del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



#### II.1.1 Población

#### II.1.1.1 Población de la Demarcación del Guadiana

En lo que respecta a la población de hecho de la demarcación del Guadiana, ésta asciende a un total de 1.788.932 habitantes1. Los datos detallados de distribución de la población se reflejan en la siguiente tabla:

CCAA Y PROVINCIAS	Nº DE POBLACIONES	TOTAL KM <sup>2</sup> POR CUENCA	CENSO DE 1991 (nº de habitantes)	CENSO DE 2003
Castilla-La Mancha	172	26.431	583.259	648.228
Albacete	6	1.967	33.626	36282
Ciudad Real	83	16.998	404.800	469710
Cueca	67	4.831	65.827	60860
Toledo	16	2.635	79.006	81376
Extremadura Badajoz	176 155	23.267 20.635	665.188 627.138	681.609 647495
Cáceres	21	2.632	38.050	34114
Andalucía Córdoba Huelva	78 17 24	10.749 2.888 7.759	432.788 48.101 384.277	459.095 46296 412.430
TOTAL	389	60.345	1.680.825	1.788.563

Tabla II-1: Datos de población de la Demarcación del Guadiana

Esta cifra representa el 3,28% de la población total de España, mientras que su territorio es de 55.514 Km², lo que supone el 10,55% del territorio español. Estos datos indican que el porcentaje de población de la Cuenca del Guadiana es por tanto muy bajo con relación al conjunto Nacional. Esta situación está causada por el fuerte éxodo rural de la década de los años sesenta que originó una pérdida de población muy importante. En la zona del Guadiana de la provincia de Cuenca un gran porcentaje de municipios registran en la actualidad menos población que en 1900.

El número de municipios es de 389. De ellos, el 92,49% son municipios de menos de 10.000 habitantes, y de éstos, el 60,40% tienen menos de 2.000 habitantes con tendencia general no creciente.

Por otra parte, del 7,51% de los municipios correspondiente a los de más de 10.000 habitantes, el 34,37% de ellos tiene más de 20.000, finalmente, tan sólo el 6,25% representa a aquellos municipios con más de 100.000 habitantes.

Considerando la población de los municipios con más de 50.000 habitantes como población urbana, ésta queda representada en la cuenca por poco más del 6 %. Por tanto, el grado de urbanización es muy bajo, encontrándose la población concentrada en núcleos rurales o semiurbanos fundamentalmente.

La población de la demarcación del Guadiana evoluciona con comportamientos muy diferentes en sus diversas zonas territoriales, con situaciones puntuales de reducción irreversible. En general, la orientación se presenta, en su pasado inmediato, como ligeramente regresiva, con tendencia a la estabilización, y con tan solo 11 municipios progresivos en todo su territorio en los que se concentra la población, tras un proceso de despoblación sufrido en las áreas rurales.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Datos del censo realizado por el INE en el año 2003.



La tendencia que se ha seguido en los últimos tiempos es la del reagrupamiento de la población en las capitales de la cuenca, Badajoz y Ciudad Real, así como en los núcleos urbanos más importantes.

No obstante, conviene resaltar el mantenimiento de la población e incluso su crecimiento, en los núcleos rurales de población cuya actividad agraria fundamental es el cultivo en regadío, siempre que cuenten con garantías adecuadas de suministro de agua. Este hecho aparece claramente en la parte media de la cuenca, en los núcleos surgidos a partir de la colonización, demostrándose el efecto estructurante del regadío en la ordenación del territorio.

La densidad media de la cuenca es de 29,6 hab/Km², muy por debajo de la media nacional (75 hab/Km²). Menos del 5% de la totalidad de los territorios municipales presentan densidades superiores a 100 hab/Km², mientras que entorno al 55% presentan densidades inferiores a los 20 hab/Km². Las más bajas densidades corresponden a los municipios de la provincia de Cuenca, presentándose ésta con amplias zonas desérticas y una población excesivamente envejecida.

En cuanto al peso de la población en la cuenca, Badajoz y Ciudad Real contienen porcentajes del 36,19 y 26,26 respectivamente, por lo que sólo el conjunto de estas dos provincias representa el 62,45% del total del conjunto poblacional. El 37,55% restante se halla repartido entre las otras seis provincias con lo que queda de manifiesto el diferente peso de las ocho provincias integradas en la cuenca, semejante a sus diferentes participaciones en el territorio de la cuenca.

Respecto a la población estacional, ésta es poco significativa, ya que suele corresponder al regreso vacacional de emigrantes, afectando sobretodo a pequeños núcleos rurales. El aumento de población que produce este fenómeno se compensa, en conjunto, con la salida a las zonas costeras tradicionales de vacaciones de la población estable.

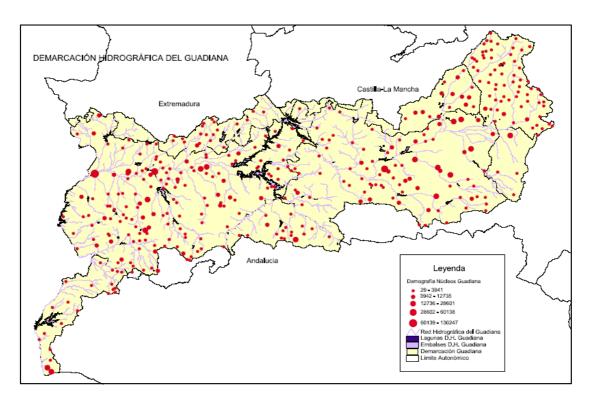


Figura II-7: Mapa Demográfico de la Demarcación del Guadiana



# II.1.1.2 Población del Ámbito Complementario de las Cuencas de los Ríos Tinto, Odiel y Piedras

En lo que respecta a la población de hecho del ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, ésta asciende a un total de 373.174 habitantes<sup>2</sup>. Los datos detallados de la distribución de la población y de su evolución de 199 a 2003 se reflejan en la siguiente tabla:

CA Y PROVINCIA	N° DE POBLACIONES	TOTAL KM <sup>2</sup> POR CUENCA	CENSO DE 1991 (n° de habitantes)	CENSO DE 2003 (n° de habitantes)
Andalucía (Huelva)	37	4.949	347.806	373.543

Tabla II-2: Datos de población del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

Esta cifra supone menos del 1% de la población total de España, mientras que su territorio es de 4.847 Km², algo más del 1% del total del territorio. El peso demográfico del territorio es débil, con una evolución poblacional que en cifras globales presenta rasgos muy similares a la del conjunto del país.

El número de municipios existentes en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras es de 37, 36 de ellos pertenecen a la provincia de Huelva y tan sólo uno a la de Sevilla. De ellos, el 75,7% son municipios de menos de 10.000 habitantes, y de éstos, el 21,40% tienen menos de 2.000 habitantes con tendencia general no creciente.

La densidad media de la demarcación Tinto, Odiel y Piedras es de 61,20 hab/Km², por debajo de la media nacional (75 hab/Km²).aunque mayor de la densidad de población de la demarcación del Guadiana. Entorno al 27% de la totalidad de los territorios municipales presentan densidades superiores a 100 hab/Km², mientras que alrededor del 33% presentan densidades inferiores a los 20 hab/Km². Las más bajas densidades corresponden a los municipios próximos a la zona de Valverde del Camino.

Las poblaciones con una mayor densidad de población son, Huelva capital, con más de 950 habitantes por km² seguida de Punta Umbría con más de 260 habitantes por km².

El análisis de la evolución a nivel municipal revela un comportamiento dispar de los distintos municipios que no es sino el reflejo de un proceso de despoblación de la áreas rurales por una emigración intraprovincial que tiene como destino los núcleos urbanos y fundamentalmente la capital.

Así, más de la mitad de los municipios cuentan actualmente con menos población que en 1900, resultando, sin embargo positivo el saldo provincial ya que la capital y las poblaciones de su entorno atraen la emigración rural de la provincia.

El crecimiento del peso de la población de Huelva capital respecto al total provincial es espectacular, alcanzando en 1991 el 32,56%, lo que significa que en ella se concentra alrededor de la tercera parte de los habitantes de la zona.

El análisis de la evolución poblacional de la subzonas no viene sino a confirmar el fenómeno antes apuntado. En toda la provincia de Huelva, hay un crecimiento general de población en los municipios de la periferia litoral, mientras que los del interior sufren generalmente retroceso

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Datos del censo realizado por el INE en el año 2003.



poblacional. La principal consecuencia de este proceso urbano es una paralela desertización del espacio socio-económico provincial.

En cuanto al fenómeno migratorio, una vez apuntada ya la importancia del de ámbito intraprovincial, los interprovinciales y exteriores revisten mucha menor importancia. Queda patente, sin embargo, que la zona presenta saldo neto migratorio con lugares preferentes de destino, para la emigración interprovincial: Barcelona y Sevilla y en menor medida Madrid.

La clasificación de los distintos núcleos de población según su carácter rural (menos de 2.000 habitantes), intermedio (entre 2.000 y 10.000 habitantes) o semiurbano (más de 10.000 habitantes) permite contemplar como el mayor porcentaje de la población se concentra en núcleos de este último tipo. Este porcentaje es, sin embargo sensiblemente inferior al nacional, al igual que el correspondiente a la población residente en el ámbito rural. Por el contrario en poblaciones de carácter intermedio se agrupa entorno al 40% de la población, lo que supera ampliamente la media nacional.

Considerando la población de los municipios con más de 50.000 habitantes como población urbana, ésta queda representada en la cuenca por poco más del 2,7%, ya que tan sólo la ciudad de Huelva supera esta cifra.

Respecto a la población estacional, ésta es muy significativa en la zona litoral de la provincia de Huelva; la cual presenta un notable desarrollo del sector turístico, llegándose a contar con un incremento de población durante el verano superior a 150.000 habitantes, lo que ha potenciado el avance tan notable del sector servicios en la provincia. Las perspectivas de crecimiento del sector son buenas, por lo que en el Plan se considera un fuerte aumento de la población estacional, que alcanzaría cifras en torno a 300.000 habitantes en el segundo horizonte.

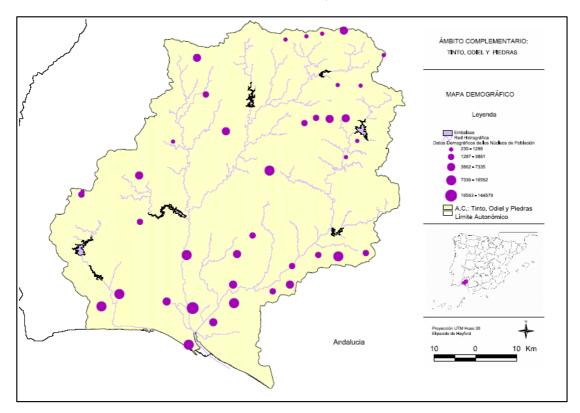


Figura II-8: Mapa demográfico del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



## II.2 ENCUADRE FÍSICO

#### II.2.1 Encuadre físico de la demarcación del Guadiana

La demarcación limita con las cuencas del Tajo al Norte, Júcar al Este y Guadalquivir al Sur, siendo su perímetro máximo de 2.165 Km., que encierra una superficie de 55.514 Km². Al oeste continúa el Guadiana en Portugal (11.525 km²) lindando con el río Sado y el Mira y al sur con las cuencas del Algarbe; así como con el ámbito complementario de los ríos Tinto, Odiel y Piedras al sur.

Su altitud media es de unos 450 m, siendo su cumbre más alta el pico de la Villuerca (provincia de Cáceres) de 1.601 m.

Sus límites se reparten entre las provincias de Albacete, Cuenca, Ciudad Real, Toledo, Córdoba, Badajoz, Cáceres y Huelva. Las provincias de Ciudad Real y Badajoz suponen la mayor parte del territorio de la Cuenca acercándose al 75% de su extensión total. En las restantes provincias, sólo una pequeña parte de las mismas queda integrada en la Cuenca Hidrográfica del Guadiana y, de ellas, únicamente Cuenca es limítrofe directa con el río principal. Las provincias restantes son realmente periféricas y forman el contorno montañoso de escasa altitud que desde las divisorias de aguas descienden hacia el eje central formado por las provincias mencionadas que constituyen sustancialmente el ámbito de la cuenca del Guadiana.

# II.2.2 Encuadre físico del ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

Este ámbito limita con la cuenca del Guadalquivir, siendo su perímetro máximo de 387,6 Km., que encierra una superficie de 4.847 Km²; amén que con la cuenca del Guadiana al norte.

#### II.2.2.1 Cuenca del río Tinto

Está situada entre las cuencas del Odiel y del Guadalquivir. El río Tinto nace en la Sierra de Aracena, en las estribaciones surcoccidentales de Sierra Morena, el rio Tinto atraviesa estas sierras en dirección N-S. Posteriormente, se adentra en la Tierra Llana de Huelva, por la que discurre en dirección NE-SO siguiendo la falla del Guadalquivir. En la parte final de su recorrido, antes de desembocar en el Odiel, da lugar a un estuario con marcada influencia mareal.

A lo largo de todo su recorrido, recoge por su margen izquierdo las aportaciones de los ríos Jarrama y Corumbel, y la de los arroyos Candón y Rivera de la Nicoba por el derecho.

La zona de cabecera destaca por las explotaciones que se han realizado desde antiguo para la extracción de minerales. El río Tinto presenta unas condiciones químicas muy particulares ya que el pH del agua es extremadamente ácido. Además, el carácter abrupto del terreno en la parte medio del río, producen un gran aislamiento con respecto a los asentamientos urbanos.

Conforme el río se adentra en la Comarca del Condado, las amplias vegas de inundación son ocupadas por campos de cultivos, apareciendo alguna localidad ribereña. En la zona del estuario aparecen varios núcleos ribereños, entre los que destaca la ciudad de Huelva; en esta zona tiene lugar una explotación agrícola e industrial en los márgenes del río.



#### II.2.2.2 Cuenca del río Odiel

La cuenca del río Odiel está situada entre las cuencas del Guadiana Bajo y el Guadalquivir. Tras su nacimiento en la Sierra de Aracena, discurre primero entre colinas de mediana altura, en dirección NE-SO, hasta su confluencia con el río Oraque . A partir de ésta cambia su orientación a N-S, atravesando inicialmente una zona de pendientes muy suaves y dando lugar antes de su desembocadura en el Océano Atlántico a una extensa marisma, que posee varias figuras de protección a nivel autonómico e internacional (Paraje Natural, ZEPA, Reserva de la Biosfera y Humedal de Importancia Internacional según el Convenio RAMSAR). El Odiel recoge por su margen derecha las aportaciones de la Rivera de Santa Eulalia, Rivera de Olivargas, río Oraque y Rivera de Meca, y las del arroyo Agrio, Rivera del Villar y Río Tinto por la izquierda, este último confluyendo ya en el estuario.

Se trata de un río escasamente humanizado a lo largo de la mayor parte de su recorrido. Destaca la presencia de algunas explotaciones mineras abandonadas, que aparecen en su parte alta y cuyos lixiviados provocan la contaminación de las aguas del Odiel hasta su desembocadura. La zona de marismas incluye varias poblaciones ribereñas, entre las que destaca la ciudad de Huelva (140.862 hab.), cuya zona industrial se sitúa en la orilla izquierda del río.

# II.2.2.3 Cuenca del río Piedras

La cuenca del río Piedras (388 km²) está enclavada entre las cuencas bajas del Guadiana y del Odiel, y el río desemboca directamente en el océano Atlántico en un extenso estuario muy bien delimitado. Con un desnivel total que apenas supera los 100 metros, efectúa su corto recorrido en sentido noroeste-sureste. Salvo en la zona de cabecera no presenta grandes afluentes, y debido a los dos embalses existentes está sometido a una fuerte regulación, con un régimen hídrico muy alterado. Se puede hablar, por lo general, de un curso fluvial altamente modificado.

Desde el punto de vista de la ocupación el río Piedras queda dividido en dos grandes zonas: la cabecera y tramo medio, con escasa presencia humana y las riberas bastante naturalizadas, y el tramo bajo, correspondiente al estuario, muy humanizado, con extensas zonas de cultivo y núcleos urbanos.



## II.3 GEOLOGÍA

# II.3.1 Geología de la demarcación del Guadiana

En el contexto geológico de la Península Ibérica, la cuenca del río Guadiana ocupa terrenos pertenecientes al orógeno alpino en las áreas de cabecera, y a las cordilleras hercínicas a partir de Ciudad Real y hasta su desembocadura en el Océano Atlántico, en ambos casos cubiertos ocasionalmente por depósitos neógenos.

#### II.3.1.1 Las áreas alpinas

Las áreas alpinas están representadas por dos grandes conjuntos, porciones de sendas cordilleras de plegamiento:

-La Sierra de Altomira y las alineaciones asociadas, que pertenecen a la Cordillera Ibérica y tienen su misma directriz tectónica (aquí prácticamente norte-sur) con secuencias plegadas del Mesozoico y del Paleógeno separadas por franjas neógenas sin apenas deformación. Entre unas y otras discurren los ríos Riansares, Gigüela, Monreal, Záncara y Rus, que drenan una porción importante de la provincia de Cuenca y entregan sus aguas a la esponja de la Llanura Manchega.

-El Campo de Montiel, situado entre las provincias de Albacete y Ciudad Real, está constituido por terrenos del Mesozoico, jurásicos y triásicos, pertenecientes al contexto de las series sedimentarias de las Cordilleras Béticas. Son series en facies de borde que conforman una amplia meseta entre los 900 y 1.000 m sobre el nivel del mar, apenas afectadas por el plegamiento alpino, que sí se desarrolla ampliamente en la Sierra de Alcaraz, algo más al sur y ya en la cuenca del Guadalquivir, con continuos cabalgamientos afectando a estas mismas series mesozoicas. De esta meseta nacen los ríos Valdelobos, Córcoles, Alarconcillo, Pinilla, Azuer y Jabalón, todos ellos originando una suave erosión remontante y todos ellos, excepto el Jabalón, discurriendo hacia el noroeste para alimentar también al acuífero de la Mancha Occidental.

La Llanura Manchega, ubicada entre esas comarcas orientales de la cuenca hidrográfica y las áreas hercínicas, está constituida por materiales neógenos, permeables en buena parte y depositados en régi-men continental, tanto sobre terrenos paleozoicos como mesozoicos. La sobreexplotación de los recur-sos hídricos de esta zona de La Mancha, ha separado en los últimos lustros a la cuenca del Guadiana en dos regiones hidrográficas diferenciadas:

-La Cuenca Alta, prácticamente endorreica y que incluye los sistemas fluviales del Gigüela-Záncara, Azuer y Alto Guadiana, con unos 16.000 km², cuyas aguas desaparecen en la citada Llanura Manchega o Unidad Hidrogeológica 04.04. Mancha Occidental, y

-El resto de la cuenca hidrográfica, con predominio de la escorrentía superficial y que drena desde la cuenca del Bañuelo por margen derecha del Guadiana y desde la cabecera del Jabalón por margen izquierda hasta la desembocadura en el Océano Atlántico.

## II.3.1.2 Las áreas hercínicas

Las áreas hercínicas de la cuenca constituyen más de las tres cuartas partes de la superficie total. En ellas están representados tres dominios de los establecidos por Lotze (1.945, 1970) y modificados en el Mapa Tectónico de la Península Ibérica (Julivert et al., 1974) y por Robardet (1.976): Las Zonas Centroibérica, de Ossa-Morena y Sudportuguesa, de las que hacemos a continuación una sucinta descripción de sus características más relevantes:



#### II.3.1.2.1 La Zona Centroibérica

Domina un área muy extensa entre los Montes de Toledo y el batolito de Los Pedroches y que se prolonga hacia la cuenca del Tajo. Se caracteriza por:

-Una secuencia precámbrica (Alcudiense, atribuida al Proterozoico) de tipo flysch, muy potente y monótona, de pizarras y grauvacas con tramos de conglomerados, que ha sido afectada por una orogenia prehercínica anómala de cizalla, con pliegues de eje subvertical y sin apenas metamorfismo regional asociado. Aparece en franjas anticlinoriales según directrices hercínicas que, sin embargo, no respeta en los afloramientos. Se extiende especialmente por el valle de Alcudia y las comarcas de La Serena y La Siberia extremeña.

-La serie paleozoica comienza casi siempre con la "cuarcita armoricana" del Arenigiense, conformando características alineaciones (sierras) en decenas de kilómetros y las cotas más elevadas. Esta secuencia paleozoica mantiene un predominio de las facies detríticas a lo largo de toda la columna estratigráfica y en cualquier ámbito geográfico. Especialmente domina en las comarcas de Villuercas y Los Montes, así como en las áreas occidentales de la provincia de Ciudad Real.

-La orogenia hercínica produjo el plegamiento de esta serie paleozoica, sin apenas metamorfismo regional asociado, de suerte que suelen hallarse restos fósiles en niveles litológicos favorables. Esta misma orogenia provocó la intrusión de grandes macizos graníticos, que gene-raron una aureola de metamorfismo de contacto. Destaca sobre todos el batolito de Los Pedroches, que se alarga en un prolongado afloramiento desde el norte de la provincia de Jaén, atraviesa la comarca cordobesa que le da nombre y continúa por la provincia de Badajoz.

### II.3.1.2.2 La Zona de Ossa-Morena

Ocupa una ancha banda de la Península entre el batolito de Los Pedroches y la Sierra de Aracena, extendiéndose por buena parte de la provincia de Badajoz. Se caracteriza por:

- -La existencia de un Precámbrico de génesis mixta ígnea (rocas volcánicas y plutónicas) y sedimentaria, con litologías variadas y complejas y afectado por una orogenia prehercínica que Ileva asociado un metamorfismo regional intenso. Aflora ampliamente en el Anticlinorio de Olivenza-Monesterio y, mucho menos (frecuentemente está bajo depósitos neógenos), en la banda Badajoz-Azuaga.
- -El Cámbrico Inferior se desarrolla ampliamente, siempre bordeando a las series precámbricas antes mencionadas. Es característico el tramo calizo-dolomítico, que aflora en buena parte de la provincia de Badajoz, donde es origen de la U.H. 04.11.Zafra-Olivenza, así como en la sierra de Aracena.
- -El resto de la serie paleozoica mantiene pocos elementos comunes con los que caracterizan a la Zona Centroibérica, entre los que cabe siempre citar a la "cuarcita armoricana", que aflora en la franja más septentrional de esta Zona (Sierras de San Serván y de Hornachos).
- -Son característicos y numerosos los batolitos graníticos, asociados a diferentes fases de la tectónica hercínica y, casi siempre, a los núcleos anticlinoriales dominados por los terrenos del Precámbrico.



# II.3.1.2.3 La Zona Sudportuguesa

Ocupa una buena porción de la provincia de Huelva y domina el área lusitana que la define. Su característica más relevante es el predominio de potentes y monótonas series detríticas del Devónico y del Carbonífero de carácter flyschoide, con importante volcanismo asociado, tanto ácido como básico, y que originaron la conocida "Faja Pirítica", causa de la importante actividad minera (cobre, oro, plata, etc.) de esas comarcas del suroeste de la Península Ibérica.

# II.3.1.3 Los terrenos recientes

Los depósitos neógenos predominan en las áreas de cabecera de los ríos Záncara y Gigüela en facies detrítico-evaporíticas, terrenos que conforman áreas de pobre desarrollo agrícola y, consiguientemente, muy poco pobladas. En fuerte contraste, las demás comarcas dominadas por los terrenos más recientes suelen ser también las más ricas y pobladas: las ya descritas anteriormente de la Llanura Manchega en la Zona Oriental de la cuenca, la Tierra de Barros y las Vegas del Guadiana en la Baja Extremadura, y la Llanura Costera y El Condado en la franja meridional de Huelya.

Las áreas más ricas y las principales zonas de regadío existentes están repartidas sobre terrenos del Mioceno y del Cuaternario, los más favorables agronómica y topográficamente para ser dominados por obras hidráulicas destinadas a la puesta en riego de miles de hectáreas situadas en ellos, donde asimismo se encuentran las principales unidades hidrogeológicas para captación de aguas subterráneas mediante pozos y, como suele ser normal, los núcleos de población más importantes. Finalmente, cabe citar el importante volcanismo desarrollado durante el Neógeno en el Campo de Calatrava.

Los numerosos estudios llevados a cabo desde 1983, geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos, de canteras para áridos y de graveras, etc., con apoyo de sondeos geotécnicos con extracción de testigo continuo, estudios geofísicos, ejecución de redes piezométricas y decenas de pozos de captación, a lo largo y a lo ancho de nuestra cuenca del Guadiana nos han permitido evaluar y comparar los distintos tipos de terrenos que conforman la geología, relacionar y justificar los diferentes aspectos de cada contexto, de cada comarca, de cada tipo de terrenos.



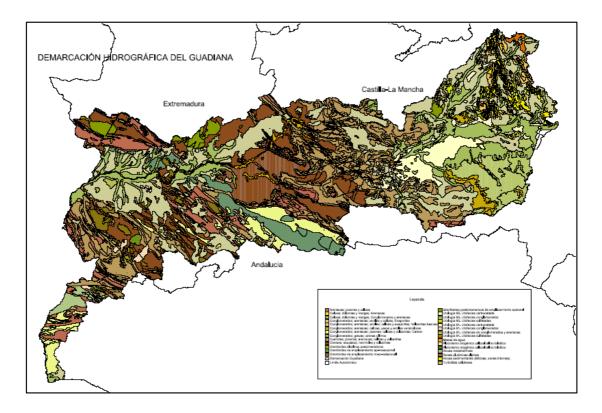


Figura II-9: Mapa Geológico de la Demarcación del Guadiana

# II.3.2 Geología del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

La geología del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, se caracteriza por ocupar terrenos pertenecientes a las cordilleras hercínicas hasta la desembocadura en el Atlántico.

Estas zonas hercínicas constituyen más de dos terceras partes de la superficie total. En ellas están representados los tres dominios de los establecidos por Lotze (1945, 1970) y modificados en el mapa tectónico de la Península Ibérica (Julivert, 1974) y más tarde por Robardet (1976), y entre ellos se encuentra la Zona Subportuguesa.

# II.3.2.1 Zona Subportuguesa

Ocupa buena parte de la provincia de Huelva y domina el área lusitana que define. Su característica más relevante es el predominio de potentes y monótonas series detríticas del Carbonífero y Devónico.

Otros depósitos presentes en esta zona son los neógenos de la llanura costera de Huelva. Las principales zonas regables existentes están ubicadas sobre estos terrenos del Cuaternario y Mioceno, se trata de un tipo de terreno muy favorable para la agricultura de regadío. Casi como anécdota, pero de cierta trascendencia en la geotectónica de la zona, hay que destacar también los afloramientos triásicos de las inmediaciones de Niebla y Ayamoente.



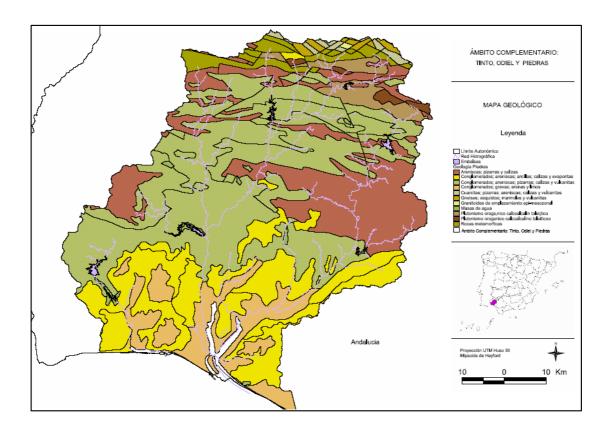


Figura II-10: Mapa geológico del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



#### II.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS

#### II.4.1 Condiciones climáticas de la Demarcación del Guadiana

El clima de la Cuenca Hidrográfica del Guadiana es de tipo mediterráneo-continental. Su característica principal es la existencia de una estación seca bien definida y oscilaciones térmicas muy marcadas. La precipitación media anual está en torno a los 550 mm.

La extensión geográfica de la demarcación del Guadiana, su situación latitudinal y su topografía media (escasamente accidentada), definen un macrogradiente en sentido Este-Suroeste (desde el nacimiento del Guadiana hasta su desembocadura) en las variables climáticas, que únicamente se ve alterado en la periferia de sus límites territoriales donde la topografía define mesoclimas regionales que alteran la tónica general descrita.

Las precipitaciones, como es lógico suponer, no se distribuyen homogéneamente sobre la cuenca. En efecto, analizando el valor medio anual de las mismas, se observa que éste varía desde los 350 mm de la parte central de la Llanura Manchega y Campo de Calatrava, en estrecha relación con la escasa altitud del borde oriental de la cuenca, hasta los más de 1.000 mm de la comarca de Villuercas y la cabecera del río Múrtigas, en la parte Norte de la provincia de Huelva.

La variación, sin embargo, no se realiza de una forma progresiva y en sentido Este-Oeste, como parece en principio más lógico, dada la marcada influencia atlántica que padece la cuenca, sino que existe una gran banda, que llega desde cabecera de la Cuenca hasta el mismo Badajoz, extendiéndose por el Sur hasta alcanzar la divisoria de la cuenca Guadiana, con valores de precipitación entre 400 y 600 mm/año. La humedad absoluta media se sitúa en el rango de los 8 a 10 g/m³.

Los vientos dominantes varían escasamente, presentando una clara dominancia los de componente Oeste (en la zona alta y media del curso del Guadiana) que se torman del Suroeste según nos vamos acercando a las zonas costeras de Huelva. El examen de los datos sobre el recorrido medio diario del viento alcanza valores medios comprendidos entre 15 km/h (zona alta del curso del Guadiana) y 10 km/h (en el resto de la cuenca), siendo los menores de la España peninsular, lo que indica la poca intensidad de los mismos en toda la Cuenca.

La evaporación total anual (calculada según la fórmula de Thornthwaite) se sitúa entre los 800 y 1.000 mm al año. Este dato puesto en relación con la precipitación total anual (lh = PTA/ETA) nos proporciona un índice de humedad medio cercano a 0.7, que según la clasificación de Thorntwaite, determina un régimen de humedad de tipo semiárido-subhúmedo, para el total de la Cuenca.

En consecuencia, la climatología de la zona (cuenca) se caracteriza por las pocas precipitaciones y las altas temperaturas estivales que conllevan a severos estiajes.

El clima de la zona es la resultante de una serie de factores tales como:

- Latitud. La zona está enmarcada entre los paralelos 37 y 40. Dado que los paralelos 65 y 30 son las bases de partida de aire polar y ártico de una parte y de aire subtropical marítimo y subtropical continental-sahariano por otra, la región participa de las características termodinámicas de las masas de aire subtropical marítimo y continental sahariano. En segundo lugar se ve afectada por masas de aire polar marítimo y masas de aire polar continental.
- Continentalidad. Característica productora de grandes oscilaciones y valores extremos en los elementos climáticos de la zona. Así la oscilación térmica, en términos absolutos, alcanza los 60° C, lo que supone participar de las temperaturas de Siberia y el Sahara.
- Proximidad de África. Circunstancia general para toda la Península, que hace participar a la zona, por su proximidad al desierto Sahariano, de las características termodinámicas del



Norte de Africa, aunque sus consecuencias son menos acentuadas que en la vertiente mediterránea.

- Balance de radiación térmica. La latitud subtropical de la zona implica un alto número de horas de sol lo que, en su conjunción con la geografía poco accidentada, conduce a muy altos valores de evaporación, superiores a 1.000 mm/año. Su emplazamiento al sur del paralelo 43 produce un balance de radiación positiva.
- Influencia del Atlántico. El área participa en parte de las características hipsométricas mediterráneas, pero la influencia dominante es sin duda la Atlántica.

Como resultado de todos estos factores la cuenca es de tipo mediterráneo seco, teniendo en su parte alta una precipitación media escasa e irregular, con frecuentes años secos, índice de humedad bajo e insolación alta, evaporación significativa.

En la cuenca media los inviernos se suavizan, aumenta algo la precipitación aunque con marcada estacionalidad. Índice de humedad algo mayor, insolación alta, evapotranspiración significativa y período potencial libre de heladas más amplio, casi seis meses.

En la zona delimitada por el río Bullaque al Este, por el río Almadenejos al Sur (Montes de Toledo) y por la divisoria con la Cuenca del Tajo, que afecta a todas las cabeceras de los ríos de la margen derecha del Guadiana, la precipitación esta comprendida entre 600 y 800 mm/año, con una pequeña zona coincidente con el área de influencia de la Sierra de Guadalupe, en que la precipitación supera los 800 mm/año.

Al Suroeste de la Tierra de Barros vuelve a aparecer una zona con precipitaciones entre 600 y 800 mm, que comprende las cuencas vertientes de los ríos Fregamuñoz, Alcarrache y Ardila, con un aumento gradual de las precipitaciones hacia el Sur, llegando a superarse los 800 mm en las cabeceras de los ríos Ardila y Murtigas.

Asimismo, por la margen derecha del Guadiana, aparece otra zona con precipitaciones medias que llegan a superar ligeramente los 800 mm correspondiente a la cabecera del río Gévora, precipitaciones que van disminuyendo gradualmente conforme se va aproximando la desembocadura en el Guadiana.

La precipitación media anual de la cuenca se halla en torno a los 550 mm/año. En cuanto a la distribución mensual de las precipitaciones, toda la zona se ve afectada por un período estival en que la carencia de precipitaciones es casi total, concentrándose las mismas en el período Octubre-Abril.

La temperatura media de la zona oscila entre los 11°C en la cabecera del Gigüela y los 17°C en Badajoz, aumentando progresivamente a lo largo de su eje principal.

La mayor parte de la Cuenca se encuentra entre las isotermas de 16-17°C, con unas mínimas de 13-14 °C en la zona Alta del Guadiana y unas máximas de 18-19 °C en la desembocadura del Guadiana.

Los meses en los que se registran las máximas absolutas son Julio y Agosto, y las mínimas en Diciembre y Enero; más concretamente, en la cuenca comprendida entre el nacimiento y la estación E-9 (Río Guadiana en Luciana con S = 21.072 km²) son los meses de Julio (máximas absolutas entre 37°C y 46°C, con temperaturas medias entre 23°C y 28°C) y Diciembre (mínimas absolutas comprendidas entre -17°C y 19°C en Daimiel, Tomelloso, Villarrobledo), cuando se registran las máximas y mínimas respectivamente.

En el resto de la cuenca, son Julio y Agosto, incluso en alguna zona Junio, los meses que registran las máximas, siendo Diciembre y Enero, preferentemente este último, los que registran las mínimas. Respecto a la evapotranspiración potencial, los valores de este parámetro oscilan entre 700 mm en cabecera y siguiendo el curso del río, y 900 mm en Badajoz, manteniéndose la margen derecha y dirección norte un valor de 800 mm, en tanto la margen izquierda y paralelo al eje principal y en dirección sur tiende a aumentar hasta los 1.000 mm en la divisoria con el río Guadalquivir.



# II.4.2 Condiciones climáticas del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

El clima del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, es de tipo mediterráneo-continental. Su característica principal es la existencia de una estación seca bien definida y oscilaciones térmicas muy marcadas.

El ámbito complementario de los ríos del Tinto, Odiel y Piedras se localiza en la parte más próxima al litoral por lo que la zona tiene un relieve muy suave. Este enclave condiciona las características climáticas por lo que en esta zona las temperaturas medias anuales de la zona se sitúan entre los 18-19° C.

La insolación es elevada encontrándose entre las mayores de la Península Ibérica (entre 4,5 y 5 kWh/m²). Por ejemplo, la parte norte de Huelva tiene una insolación media de 4,5 kWh/m² y dentro de las zonas con insolaciones más altas se encuentra el litoral de la provincia de Huelva con valores de 5 kWh/m².

Los vientos dominantes presentan un claro predominio los de componente Oeste en la zona más interna de la demarcación que se toma del Suroeste según nos vamos acercando a las zonas costeras de Huelva. El examen de los datos sobre el recorrido medio diario del viento alcanza valores medios de unos10 km/h, siendo los menores de la España peninsular, si bien en la zona costera estas velocidades medias son un poco más altas.

La evaporación total anual (calculada según la fórmula de Thornthwaite) se sitúa entre los 800 y 1.000 mm al año. Este dato puesto en relación con la precipitación total anual ( $I_h$  = PTA/ETA) nos proporciona un índice de humedad medio cercano a 0.7, que según la clasificación de Thorntwaite, determina un régimen de humedad de tipo semiárido-subhúmedo.

En consecuencia, la climatología de este ámbito territorial, se caracteriza por las pocas precipitaciones y las altas temperaturas estivales que conllevan a severos estiajes.

Como resultado de todos estos factores la demarcación es de tipo mediterráneo seco, En la parte más interna los inviernos son suaves, permitiendo ya el cultivo de los agrios, y aunque las precipitaciones no son escasas presentan una marcada estacionalidad. Índice de humedad algo mayor, insolación alta, evapotranspiración significativa y período libre de heladas más amplio, casi seis meses.

Hay que tener en cuenta que las precipitaciones no se distribuyen homogéneamente por todo el ámbito y si bien en algunos puntos las precipitaciones son bastante escasas, hay puntos como en el norte de la provincia de Huelva donde las precipitaciones llegan a superar los 1.000 mm.

En cuanto a la distribución mensual de las precipitaciones, toda la zona se ve afectada por un período estival en que la carencia de precipitaciones es casi total, concentrándose las mismas en el período Octubre-Abril., con máximos en los meses de Enero y Febrero.

Analizando la distribución anual de las precipitaciones, se observa que el valor de la misma varía bastante uniformemente en el sentido SO-NE, desde los 400 mm que se registran entre el embalse del Chanza y la desembocadura en Ayamonte, hasta los 1200 mm correspondientes a las estribaciones de la Sierra de Aracena. La precipitación media de la cuenca se sitúa en torno a los 700 mm/año.

En lo que se refiere a las temperaturas, los meses que registran las máximas absolutas son Julio y Agosto, incluso en algunos sectores también el mes de Junio. Las temperaturas mínimas se registran en Diciembre y, fundamentalmente, en Enero.



La temperatura media de éste ámbito varía de forma gradual desde los 14 °C de la Sierra de Aracena hasta los 18,5 °C en la zona costera. Los meses en los que se registran las máximas absolutas son Julio y Agosto, y las mínimas en Diciembre y Enero.

Conocer detalladamente el período en el que se producen las temperaturas extremas mínimas es de gran interés para poder determinar la época de heladas, que tanto daño ocasionan en la producción agrícola. En esta zona del territorio existen notables diferencias entre las áreas que la integran, variando desde 10 días de helada como media en cabecera y cero días de helada en la parte costera.

Respecto a la evapotranspiración potencial, los valores de este parámetro oscilan con un marcado sentido creciente, según el eje Norte-Sur, entre un valor mínimo ligeramente inferior a 800 mm en la Sierra de Aracena, y un máximo superior a los 950 mm en Huelva capital.

Por otra parte la inmediata proximidad a la alta de Azores, implica que durante gran parte del año sea este el centro director de nuestro clima y como todo anticiclón produce una subsidencia dinámica y consecuentemente baja nubosidad.

Un factor a considerar de forma especial, ya que desempeña un papel decisivo en el régimen pluviométrico de la zona, es la formación de gotas frías al SO de la península o sobre el área del Estrecho. Este centro actúa especialmente durante los meses fríos, Octubre a Abril, dando lugar a una gran inestabilidad vertical, con lluvia y tormentas más o menos generalizadas según la riqueza en humedad relativa de la masa de aire superficial.

Como resultado de todos estos factores se trata de una cuenca mediterránea seca, teniendo en su parte alta una precipitación bastante elevada, con valores medios de 1.200 mm/año, índice de humedad medio e insolación alta, evaporación significativa y período libre de heladas del orden de seis meses.

En su parte baja los inviernos se suavizan, permitiendo el cultivo de los agrios, reduciéndose paulatinamente la precipitación media conforme se avanza hacia el mar, con mínimas de 400 mm. El índice de humedad es medio, elevándose en las zonas más próximas al mar, la insolación es alta, con evapotranspiración significativa y período libre de heladas de casi once meses.



# II.5 HIDROGRAFÍA Y RECURSOS HÍDRICOS

# II.5.1 Hidrografía superficial de la Demarcación del Guadiana

La red de drenaje localizada en el territorio de la demarcación de Guadiana está formada por el río Guadiana y sus principales afluentes. Se trata de una red bien desarrollada en los bordes del territorio pero que se difumina paulatinamente cuando estos ríos atraviesan la Llanura Manchega coincidiendo con una de las zonas de mayor concentración de aguas subterráneas. En esta comarca las escasas pendientes favorecen la existencia de numerosas zonas húmedas como las Tablas de Daimiel.

Para realizar una descripción de la red hidrográfica (aguas superficiales) de la demarcación del Guadiana, se pueden diferenciar los siguientes sectores:

#### II.5.1.1 Parte alta de la cuenca del río Guadiana

Este sector a su vez puede dividirse en dos grupos con características hidrológicas muy distintas, en función de que los afluentes se encuentren en la margen derecha o izquierda del río Guadiana debido a las diferencias geológicas y estructurales de sus cuencas vertientes.

Los principales afluentes de la margen derecha, el Gigüela y el Záncara, son ríos de relativo largo recorrido. Poseen cuencas de escaso relieve y presentan un régimen con aguas altas en invierno-primavera y con unos estiajes muy acusados. En los tramos de escasa pendiente en la planicie manchega, los drenajes del acuífero dan lugar a zonas encharcadas de amplias extensiones donde destacan las Tablas de Daimiel. También son muy abundantes las lagunas y complejos lagunares como las Lagunas de las Yeguas y Villafranca, Laguna de La Vega, Laguna del Alcahozo, Laguna del Prado, Laguna del Taray, Laguna del Hito, Laguna de Manjavacas, etc., la mayoría de ellas alimentadas por escorrentía y otras también por aguas subterráneas. Tanto las Tablas de Daimiel como las lagunas sufren variaciones de nivel muy marcadas tanto anuales como estacionales.

Los afluentes de la margen izquierda de la Llanura Manchega, Azuer y Córcoles, y el mismo río Guadiana presentan dos tramos netamente diferenciados, uno alto, correspondiente a la cuenca de cabecera, de relieve algo acentuado y afloramientos calizos en el que se produce drenaje de aguas subterráneas, y otro bajo que se desarrolla en la Llanura Manchega, en el que se producen pérdidas de caudal por evaporación y sobre todo por infiltración al sistema acuífero de la Llanura. El Guadiana Viejo, Alto o Pinilla, presenta como singularidad en su curso alto un rosario de lagunas, las Lagunas de Ruidera, donde se remansan las aguas procedentes de los manantiales que drenan el acuífero del Campo de Montiel. Debido a la infiltración antes citada, las aportaciones de estos afluentes de la margen izquierda escasamente alcanzan el Guadiana, que habitualmente permanece seco en su recorrido por la Mancha.

El último afluente importante, dentro de la parte más oriental de la cuenca alta, es el río Bañuelos que presenta una de las cuencas más accidentadas de la región, lo que produce una red de desagüe muy irregular.

En el extremo Oeste de la Llanura Manchega, tras la confluencia con el Bañuelos, el cauce del Guadiana cambia considerablemente, con marcada tendencia a estrecharse.

Al sur de la Llanura Manchega aparece el río Jabalón, que discurre en paralelo con la divisoria de aguas de las estribaciones más septentrionales de Sierra Morena. Tras su confluencia, el cauce del Guadiana se estrecha todavía más al tener que atravesar la Sierra de las Majadas, caracterizada por la presencia de granitos.

En ese tramo recibe las aguas del río Bullaque, principal afluente del Guadiana por su margen derecha, dentro de la Cuenca Alta, que tiene sus orígenes en los Montes de Toledo y discurre con una marcada dirección Norte-Sur.



Aguas abajo del Bullaque, y por la margen izquierda aparece el río Tirteafuera, que nace en la Sierra de Calatrava, describiendo una trayectoria sensiblemente paralela al Guadiana en dirección E-NW hasta cerca de Abenojar, desde donde se dirige al norte hasta su desembocadura.

Aguas abajo del río Tirteafuera, los principales afluentes son los ríos Frío y Valdehornos, por la margen derecha, y los Arroyos de Rechiceruelo y Valtriguera por la opuesta.

# II.5.1.2 Parte media de la cuenca del río Guadiana

La red hidrográfica en esta cuenca media presenta una clara asimetría, debida a las características geológicas de los terrenos que la constituyen. Así, la cuenca vertiente por la margen izquierda al Guadiana es mucho más extensa, y con un relieve más suave, que la correspondiente a la margen derecha.

Tras atravesar el estrecho de las Hoces, el cauce del Guadiana sigue una marcada alineación Sureste-Noroeste, manteniéndose paralelo a la Sierra de la Umbría y a la Sierra de la Rinconada. Al llegar a la altura del Portillo de Cijara, el cauce del Guadiana realiza un brusco giro en dirección Sur adentrándose en la Siberia extremeña, donde va rectificando su curso paulatinamente para orientarse claramente en dirección al Oeste. Los afluentes más importantes en este tramo, a lo largo de la margen derecha del Guadiana, que tienen su origen en las estribaciones de los Montes de Toledo son: El Estena, Guadarranque y Guadalupejo caracterizados por la impermeabilidad de sus cuencas.

El río Zújar es el afluente más importante del Guadiana. Su escasa accidentalidad, unida a la naturaleza de los materiales impermeables, proporciona un patrón detrítico característico a su red drenaje, que se hace aun más claro al atravesar el batolito granítico de los Pedroches. Sus afluentes principales son: el Guadamatilla, Guadalmez, Valdeazogues, Esteras y Guadalemar, por su margen derecha, y el Guadalefra por su margen izquierda.

Aguas abajo del Zújar, y por la margen derecha aparece el río Ruecas, que nace en la Sierra de Guadalupe y desciende sin recoger afluentes importantes hasta la confluencia con el Pizarroso. Posteriormente recibe por su margen derecha al Alcollarín, casi en el mismo punto en que se incorpora por su margen izquierda al río Gargáligas.

Aguas abajo del Ruecas, por la margen izquierda del Guadiana, desembocan el río Ortigas y el Guadamez. Este último nace cerca de la Sierra del Prado y recoge los aportes de los arroyos de Santa María y Tamujoso.

El siguiente afluente importante es el Búrdalo, que desemboca por la margen derecha del Guadiana, y que nace en la Sierra de la Centinela, dentro de la provincia de Cáceres.

Aguas abajo del Búrdalo, aparece por la margen izquierda el río Matachel, que nace en Sierra Morena, desarrollándose su curso en una cuenca muy poco accidentada, lo que contribuye a originar una red de drenaje sinuosa y densa. Tiene como afluentes principales por la margen izquierda el río Bonhabal, el río Retín y la Rivera de Usagre y el Palomillas con el San Juan por la margen derecha.

Otros afluentes de la margen derecha en el curso medio del Guadiana dentro de la provincia de Badajoz, son el Albarregas y el Aljucén.

Por debajo de Mérida, y en la margen derecha de la cuenca del Guadiana, la cadena montañosa formada por las Sierras de Sao Mamede, La Calera, El Colorado y la de San Pedro dan origen a un amplio abanico de ríos. En la parte más oriental se encuentra el río Lácara, que presenta una cuenca compacta y poco accidentada. Más al Oeste, y en dirección Norte-Sur aparece el río Guerrero. Nace éste en la Sierra del Vidrio recogiendo las aportaciones de sus afluentes Lorianilla y Alcazaba.



Por último, en la margen derecha dentro de esta zona se encuentra el río Gévora que tiene una parte de su cuenca vertiente dentro de Portugal y nace en la Sierra de Sao Mamede. Incorpora al río Zapatón por su margen izquierda al que afluyen las riberas de Albarragena y Los Castellanos.

Respecto a los afluentes de la margen izquierda del Guadiana pueden distinguirse dos grupos, uno constituido por los ríos Guadajira, Entrín, Albuera y Rivilla, cuyas cuencas ocupan una buena parte de la Tierra de Barros, con presencia masiva de materiales del Mioceno, bastante permeables, y un segundo grupo formados por los ríos Olivenza, Táliga, Fregamuñoz, Alcarrache, Ardila y Múrtigas, caracterizados por que sus cuencas están ocupadas por materiales de naturaleza predominantemente impermeable.

Las principales subcuencas son las siguientes, adjuntándose en el anejo 1.1 la relación de Subcuencas asociadas a las masas de agua definidas.

CUENCA	Superficie (Km²)
Portugal-Gévora	37
Río Gévora	1.902
Gévora-Guerrero	72
Río Guerrero	296
Río Alcazaba	480
Alcazaba-Lácara	160
Río Lácara	427
Lácara-Aljucén	57
Río Aljucén	362
Aljucén- Albarregas	9
Río Albarregas	128
Albarregas- Fresneda	112
Arroyo Fresneda	92
Fresneda-Búrdalo	4
Río Búrdalo	576
Búrdalo-Ruecas	128
Río Ruecas	1.865
Ruecas- Guadalupejo	290
Río Guadalupejo	465
Guadalupejo- Guadarranque	111
Río Guadarranque	261
Guadarranque- Estena	20
Río Estena	940
Estena- Corazoncillo	7

CUENCA	Superficie (Km²)
Arroyo Corazoncillo (o Bohonal)	168
Arroyo Encinarejo	87
Encinarejo- Valdehornos	81
Río Valdehornos	289
Valdehornos-Frío	98
Río Frío	86
Frío-Bullaque	98
Río Bullaque	2.037
Bullaque-Bañuelo	293
Río Bañuelo	681
Bañuelo-Cambrón	36
Arroyo del Cambrón	227
Cambrón-Gigüela	35
Río Gigüela	10.468
Cabecera y Canal del Guadiana	1.502
Cañada del Lencero y Ojos	642
Río Azuer	1.230
Azuer-Valdecañas	79
Arroyo Valdecañas- Pellejero	1.032
Valdecañas- Jabalón	366
Río Jabalón	2.391
Jabalón-	215

CUENCA	Superficie (Km²)
Tirteafuera	
Río Tirteafuera	922
Tirteafuera- Vallehorcajo	135
Arroyo Vallehorcajo	145
Vallehorcajo- Benazaire	227
Arroyo Benazaire	146
Benazaire- Pelochejo	12
Arroyo Pelochejo	137
Pelochejo- Valmayor	15
Arroyo Valmayor	97
Valmayor-Zújar	346
Río Zújar	8.424
Zújar-Ortigas	88
Río Ortigas	457
Ortigas-Guadámez	32
Río Guadámez	993
Guadámez-Caballo	56
Arroyo del Caballo	161
Caballo-Matachel	28
Río Matachel	2.570
Matachel-Tripero	128
Arroyo del Tripero	140
Tripero-Guadajira	71
Río Guadajira	902
Guadajira-Entrín	6



CUENCA	Superficie (Km²)
Río Entrín	382
Entrín-Limonetes	25
Ribera de Limonetes (Albuera o Nogales)	445
Limonetes-Rivillas	48
Arroyo Rivillas	320
Rivillas-Olivenza	141
Río Olivenza	310

CUENCA	Superficie (Km²)
Olivenza-Táliga	231
Ribera de Táliga	190
Táliga- Friegamuñoz	95
Arroyo Friegamuñoz	189
Friegamuñoz- Cuncos	7
Arroyo de Cuncos	70
Río Alcarrache	782

CUENCA	Superficie (Km²)
Río Ardila	2.841
Río Chanza	1.708
Chanza- Golondrina	48
Ribera Grande de la Golondrina	138
Golondrina- Ayamonte y Carreras	364
RÍO GUADIANA EN ESPAÑA	55.514

Tabla II-3: Principales Subcuencas de la Demarcación del Guadiana

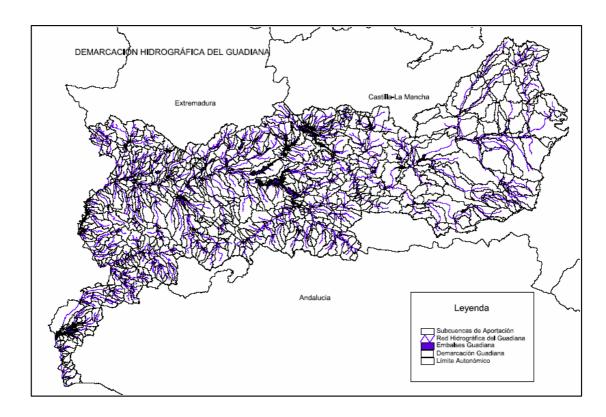


Figura II-11: Mapa Subcuencas de la Demarcación del Guadiana



# II.5.2 Hidrografía superficial del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

La red de drenaje localizada en el territorio del ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras está formada por los ríos Tinto, Odiel y Piedras y sus principales afluentes. Se trata de una red bien desarrollada y que transcurre por tramos donde la pendiente es bastante escasa.

Las principales subcuencas son las siguientes, adjuntándose en el anejo 1.2 la relación de Subcuencas asociadas a las masas de agua definidas.

CUENCA	Superficie (KM²)
Río Piedras	550
Piedras-Odiel	53
Río Odiel	2.417
Río Tinto	1.730
Tinto-Guadalquivir	97
PIEDRAS, ODIEL Y TINTO	4.847

Tabla II-4: Principales Subcuencas del ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

El conjunto de recursos hídricos es bastante importante y se caracteriza por una marcada irregularidad temporal, tanto dentro de un mismo año hidrológico (puesto que en la temporada estival la mayor parte de los cauces de los ríos y arroyos están prácticamente secos), como dentro de un periodo de varios años en que suelen aparecen periodos con una marcada seguía.

# II.5.2.1 Cuenca del río Tinto

La cuenca del Tinto está situada entre las cuencas del Odiel y del Guadalquivir. El río Tinto nace en la Sierra de Aracena, en las estribaciones suroccidentales de Sierra Morena, las cuales atraviesa en dirección N-S. Tras esto, se adentra en la Tierra Llana de Huelva, por la que discurre en dirección NE-SO siguiendo en prolongación la falla del Guadalquivir.

En la parte final de su recorrido, antes de desembocar en el Odiel, da lugar a un estuario con marcada influencia mareal. A lo largo de todo su recorrido, recoge por su margen izquierdo las aportaciones de los ríos Jarrama y Corumbel, y las del arroyo Candón y Rivera de la Nicoba por el derecho.

La zona de cabecera destaca por las explotaciones que se han realizado desde antiguo para la extracción de minerales. Las especiales condiciones químicas del agua del Tinto, con un pH extremadamente ácido, junto al carácter abrupto del terreno en toda la zona media del río, conllevan en ésta un gran aislamiento con respecto a los asentamientos urbanos. Al adentrarse en la Tierra Llana, las amplias vegas de inundación son ocupadas por campos de cultivos, apareciendo alguna pequeña localidad ribereña. En la zona del estuario aparecen varios núcleos ribereños, entre los que sobresale la ciudad de Huelva, y tiene lugar una explotación agrícola e industrial de los aledaños del río.



#### II.5.2.2 Cuenca del río Odiel

El río Odiel drena una cuenca situada entre las del Piedras, Chanza, Múrtigas y Guadalquivir. Tras su nacimiento en la Sierra de Aracena, discurre primero entre colinas de mediana altura, en dirección NE-SO, hasta su confluencia con el río Oraque. A partir de éste cambia su orientación a N-S, atravesando inicialmente una zona de pendientes muy suaves, y dando lugar antes de su desembocadura en el Océano Atlántico a una extensa marisma, que posee varias figuras de protección a nivel autonómico e internacional (Paraje Natural, ZEPA, Reserva de la Biosfera y Humedal de Importancia Internacional según el Convenio RAMSAR).

El Odiel recoge por su margen derecha las aportaciones de la Rivera de Santa Eulalia, Rivera de Olivargas, río Oraque y Rivera de Meca, y las del arroyo Agrio, Rivera del Villar y Río Tinto por la izquierda, este último confluyendo ya en el estuario.

Se trata de un río escasamente humanizado a lo largo de la mayor parte de su recorrido. Destaca la presencia de importantes explotaciones mineras abandonadas, que aparecen ya en su parte alta y cuyos lixiviados provocan la contaminación de las aguas del Odiel hasta su desembocadura. La zona de marismas incluye varias poblaciones ribereñas, entre las que destaca la ciudad de Huelva (140.862 hab.), cuya zona industrial se sitúa en la orilla izquierda del río.

#### II.5.2.3 Cuenca del río Piedras

La cuenca del río Piedras está situada entre las cuencas bajas del Guadiana y del Odiel. El río desemboca directamente en el océano Atlántico en un extenso estuario muy bien delimitado. Con un desnivel total que apenas supera los 100 metros, efectúa su corto recorrido en sentido noroeste-sureste. No posee grandes afluentes, y debido a los dos embalses existentes está sometido a una fuerte regulación, con un régimen hídrico muy alterado. Se puede hablar, por lo general, de un curso fluvial altamente modificado.

Desde el punto de vista de la ocupación el río Piedras queda dividido en dos grandes zonas: la cabecera y tramo medio, con escasa presencia humana y riberas bastante naturalizadas, y el tramo bajo, correspondiente al estuario, muy antropizado, con extensas zonas de cultivo y núcleos urbanos.



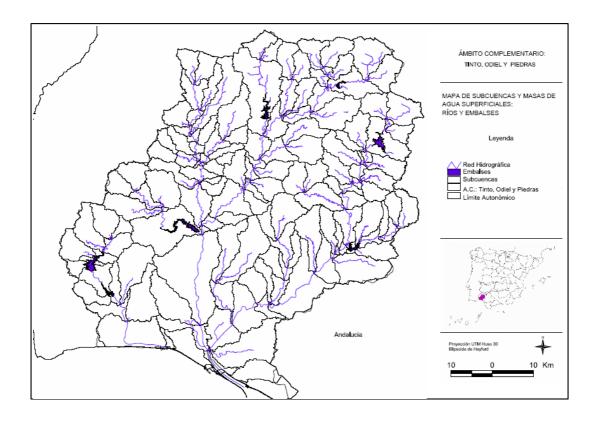


Figura II-12: Mapa Subcuencas del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



#### II.5.3 Recursos hídricos de la demarcación del Guadiana

El volumen de recursos hídricos de la demarcación del Guadiana se caracteriza por una marcada irregularidad temporal, tanto dentro de un mismo año hidrológico, con un periodo estival en que los ríos y arroyos están prácticamente secos, como dentro de un periodo de varios años en los que aparecen épocas de acusada sequía.

En la siguiente tabla se resumen por zonas los recursos naturales de la demarcación:

ZONA	N°CUENCAS	ÁREA TOTAL <sup>3</sup> (Km <sup>2</sup> )	PRECIPIT. MEDIA (mm)	APORTACIÓN (Hm³/año)
ALTO GUADIANA	70	24416,7	510,0	1224,8
<b>GUADIANA MEDIO</b>	185	34252,3	589,7	4271,1
BAJO GUADIANA	58	8511,2	567,3	1367,1

Tabla II-5: Recursos hídricos naturales de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana<sup>4</sup>

# II.5.4 Recursos hídricos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

El volumen de recursos hídricos del ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras es ciertamente importante; se caracteriza, al igual que ocurre con los recursos de la Demarcación del Guadiana, por una marcada irregularidad temporal, tanto dentro del mismo año hidrológico, con un período estival en que los ríos y arroyos están prácticamente secos, como entre años hidrológicos consecutivos.

En la siguiente tabla se resumen por zonas los recursos naturales del ámbito complementario:

ZONA	N°CUENCAS	ÁREA TOTAL (Km²)	PRECIPIT. MEDIA (mm)	APORTACIÓN (Hm³/año)
TINTO	12	1729,8	644,1	278
ODIEL	10	2377,4	710,4	463,5
PIEDRAS	5	544,8	570,7	65,3

Tabla II-6: Recursos hídricos naturales del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> En esta área está incluida la parte comprendida en el territorio de Portugal.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Fuente: Confederación Hidrográfica del Guadiana



# II.5.5 Aguas subterráneas de la demarcación de Guadiana

Si bien en el estudio posterior se van a caracterizar las masas de agua subterráneas existentes en la Demarcación del Guadiana atendiendo a los criterios de la DMA, en la descripción general se van a describir las Unidades Hidrogeológicas (UUHH) que se han utilizado hasta ahora para describir los recursos subterráneos.

En la demarcación del Guadiana se han identificado 11 Unidades Hidrogeológicas (UUHH) de importancia variable en función de los recursos existentes y de la explotación de los mismos. En la siguiente tabla se recogen estas Unidades Hidrogeológicas:

UNIDADES HIDROGEOLÓCAS DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA		
04.01	SIERRA DE ALTOMIRA	
04.02	LILLO-QUINTANAR	
04.03	CONSUEGRA-VILLACAÑAS	
04.04	MANCHA OCCIDENTAL	
04.05	CIUDAD REAL	
04.06	CAMPO DE MONTIEL (GUADALQUIVIR 05.99)⁵	
04.07	BULLAQUE	
04.08	VEGAS ALTAS	
04.09	VEGAS BAJAS	
04.10	TIERRAS DE BARROS	
04.11	ZAFRA-OLIVENZA	

Tabla II-7: Unidades Hidrogeológicas de la Demarcación del Guadiana

Estas Unidades Hidrogeológicas están definidas mediante una línea poligonal referida a vértices de la red geodésica nacional o a otros puntos del territorio que permiten su identificación de una manera precisa.

Estas Unidades corresponden a dos tipos fundamentales de acuíferos:

- Predominantemente permeables por fisuración o karstificación (01, 02, 04, 05, 06 y 11).
- Permeables por porosidad intergranular (03, 07, 08, 09 y 10).
- "Zonas sin acuíferos", son aquellas zonas que pese a que pueden tener capacidad para satisfacer demandas de agua de manera puntual, no poseen un volumen de recursos cuantificable a escala regional. Esta zona está formada por un conjunto de materiales precámbricos o paleozoicos.

A continuación se describen, de manera somera, los acuíferos mencionados.

# II.5.5.1 Acuíferos permeables por porosidad

En su mayoría están localizados en materiales terciarios y plio-cuaternarios o cuaternarios. Ocupan un papel secundario en la geografía hidráulica de la cuenca. A este tipo de acuífero pertenecen las unidades de Consuegra-Villacañas, Bullaque, Vegas Altas, Vegas Bajas y Tierra de Barros.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> La unidad hidrogeológica 04.06 se comparte con la demarcación hidrografía del Guadalquivir.



## II.5.5.2 Terciario

Son unidades que presentan una cierta complejidad por la frecuencia en los cambios de facies y diversidad litológica que condiciona su comportamiento hidráulico. La composición mayoritaria es la de material detrítico (arcillas, arenas, gravas, conglomerados, limos).

## II.5.5.3 Pliocuaternario

En relación con los acuíferos detríticos existen una serie de materiales pliocuaternarios (depósitos de rañas, pie de monte, coluviales, etc.). Desde el punto de vista hidrogeológico presentan poco interés ya que son de escasa extensión y la falta de continuidad, también tiene escaso espesor saturado, baja permeabilidad y presencia esporádica de materiales margosos o yesíferos que limitan la calidad de las aguas.

## II.5.5.4 Cuaternario

Los materiales de este tipo corresponden con las unidades de las Vegas Altas y Bajas, aparte de los aluviales de los ríos comprendidos en las unidades anteriormente descritas y los asociados a materiales calcáreos de las unidades más características e importantes de la cuenca.

Las unidades de las Vegas Altas y Bajas son escasamente conocidas. Litológicamente están constituidas por los aluviales y terrazas del Guadiana cuya potencia puede llegar hasta los 40 m aunque no suele superar los 15 m, con niveles estáticos comprendidos entre 5 y 7 m.

La recarga se produce por infiltración de agua de lluvia y por retorno de riegos con aguas superficiales, con ascensos de nivel de hasta dos metros en época de estiaje. El drenaje se produce al Guadiana y afluentes.

En general, los caudales de explotación son reducidos (inferiores a 10 l/s) y la calidad del agua suele estar condicionada en buena medida por los efectos de una contaminación nitrogenada (abonos y ganadería) que provoca la existencia frecuente de aguas sanitariamente no permisibles.

# II.5.5.5 Acuíferos permeables por fisuración y karstificación

Los principales acuíferos de este tipo, los más importantes e interesantes desde el punto de vista de los recursos subterráneos y del funcionamiento hidraúlico de la cuenca, se localizan en las unidades de Altomira, Mancha Occidental y Campos de Montiel que, en cierta medida, pueden ser considerados como un único conjunto de máximo interés hidrogeológico. Las unidades de Lillo-Quintanar, Ciudad Real y Zafra-Olivenza ocupan un segundo lugar en la cuenca tanto por su potencialidad en recursos como por el grado de utilización de los mismos.

Los tramos acuíferos principales de las tres primeras unidades se localizan en materiales mesozoicos, jurásicos y cretácicos, de las unidades de Altomira y Campos de Montiel y en estas mismas formaciones y en las calizas miopliocenas de la Mancha Occidental, que recibe aportaciones de las dos anteriores y a través de la cual se realiza un aprovechamiento indirecto de los recursos de éstas.

Los materiales mesozoicos funcionan en régimen libre en las zonas de afloramiento; se comportan como acuíferos confinados o semiconfinados en caso de recubrimiento por materiales detríticos terciarios. Las calizas miocenas funcionan en régimen libre, en conexión hidráulica con los ríos.

La recarga en este conjunto de unidades tiene lugar por infiltración de agua de Iluvia, inflitración de excendentes de riego, recarga lateral e infiltración desde los cauces de los ríos en situación de influencia; la descarga se produce por drenaje a ríos y lagunas, evaporación en zonas encharcadas y extracciones por bombeo que, en el caso de la Mancha Occidental han



superado los recursos renovables ocasionando una grave situación de sobreexplotación con repercusiones alarmantes en las zonas húmedas de la región. Similar panorama corresponde a los Campos de Montiel lo que ha provocado la declaración de acuíferos sobreexplotados.

Las condiciones de explotación de estas unidades varían ampliamente, en función tanto del grado de compartimentación tectónico-estructural (Altomira) como de la amplía variabilidad de los parámetros hidráulicos. Basta hacer notar, por ejemplo, que la transmisividad oscila entre 100 y 20.000 m²/día (Mancha Occidental), o entre 100 y 2.000 m²/día en zonas de los Campos de Montiel, aunque en los bordes de la unidad este parámetro suele oscilar entre 10 y 90 m²/día.

Así, no es de extrañar que los caudales de explotación puedan variar entre 10 y 100 l/s en estas dos unidades, que puntualmente se obtengan hasta 200 l/s (Mancha Occidental) o que en la margen derecha del Gigüela, en esta misma unidad, no suelan sobrepasarse los 10 l/s.

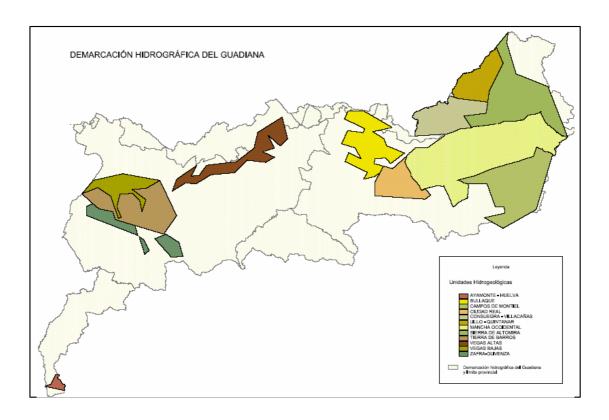


Figura II-13: Mapa UUHH de la Demarcación del Guadiana



# II.5.6 Aguas subterráneas del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

Al igual que lo descrito para la Demarcación del Guadiana, se van a utilizar las Unidades Hidrogeológicas (UUHH) que hasta ahora han sido empleadas para describir los recursos subterráneos. Si bien, en el estudio posterior se van a utilizar las masas de agua subterráneas (según criterios de la DMA) existentes en el ámbito complementario de los ríos Tinto, Odiel y Piedras par

En el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, se han identificado 3 Unidades Hidrogeológicas (UH) de importancia variable en función de los recursos existentes y de la explotación de los mismos. En la siguiente tabla se recogen estas Unidades Hidrogeológicas:

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DEL TINTO, ODIEL Y PIEDRAS		
04.12	AYAMONTE-HUELVA	
04.13	NIEBLA-POSADAS (GUADALQUIVIR 05.49)	
04.14	ALMONTE-MARISMAS (GUADALQUIVIR 05.51)	

Tabla II-8: Unidades Hidrogeológicas del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

Las unidades 04.13 y 04.14 están compartidas por la cuenca hidrográfica del Guadalquivir. Estas Unidades Hidrogeológicas están definidas mediante una línea poligonal referida a vértices de la red geodésica nacional o a otros puntos del territorio que permiten su identificación de una manera precisa.

La unidad 04.12. Ayamonte-Huelva está situada en el extremo suroccidental de la provincia de Huelva, con una superficie que ronda los 600 km², está delimitada por la desembocadura de los ríos Guadiana y Odiel. Se trata de un acuífero detrítico del Neógeno, con tramos de interés hidrogeológico pertenecientes al Mioceno, Plioceno y Cuaternario, que pueden aparecer separados por un nivel margoso más o menos impermeable, o constituir una secuencia acuífera continua y libre, de hasta 70 m de potencia.

Esta unidad hidrogeológica ha sido objeto de intensa explotación mediante pozos destinados a abastecimiento poblacional y, más recientemente, al regadío de una superficie creciente año tras año de naranjos y fresones, con síntomas inequívocos de sobreexplotación del acuífero y problemas puntuales de intrusión de agua salobre por ascenso de la interfaz agua dulce-agua salada, en especial hasta 1995. Existe una red piezométrica desde la que controlamos la evolución de niveles, tanto por parte del Instituto Geológico y Minero de Sevilla, como desde la CHG.

La unidad 04.13. Niebla-Posadas es un acuífero de poco espesor y de pequeña extensión, correspondiente a los depósitos basales del Mioceno sobre el sustrato más o menos impermeable del Paleozoico de Sierra Morena. Los afloramientos de toda la Unidad constituyen una superficie de 287 km², que se extienden sobre una franja de 150 km de longitud y unos 2 km de anchura media, por las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba. En la cuenca del Guadalquivir esta unidad pasa a denominarse U.H.05.49 y en ella se extiende siempre a lo largo de la margen derecha del río Guadalquivir. De hecho, aquí solo hay una subunidad de las cinco que la constituyen, denominada de Niebla-Gerena.

Desde la CHG se llevó a cabo un estudio de esta Unidad Hidrogeológica ("Estudio 5/96 de la Unidad Hidrogeológica 04.13. Niebla-Posadas en relación con el embalse de Corumbel Bajo"), que concluía en la evidencia de una comunicación entre ambos con efectos muy negativos para el segundo, el embalse de Corumbel, así como en la necesidad de realizar una serie de



trabajos complementarios de investigación mediante sondeos y piezómetros de control, geofísica y otros estudios. Nuevamente, tras dos años (desde inicios de 1998 hasta la primavera de 2000) de escasas precipitaciones, volvió a hacerse patente que existen fuertes pérdidas de agua del embalse, que no encajan con las controladas de consumos, evaporación, ni filtraciones hacia el inmediato río Tinto (éstas sí fueron corregidas en su momento), sino que se deberían atribuir a filtraciones desde determinadas áreas del vaso hacia el acuífero, y que están siendo extraídas desde pozos situados más al sur, en la zona de La Palma del Condado, con caudales que llegan a superar los 50 l/seg, a pesar de que no es normal atravesar un tramo acuífero de más de 8 o 10 m de potencia; algunos de estos pozos existían ya en 1995, pero en estos últimos años han aumentado considerablemente en número. Con objeto de concretar esas pérdidas y plantear posibles soluciones o alternativas se inició una actuación en 2001 mediante nuevos sondeos de investigación a transformar en piezómetros, que quedó momentáneamente interrumpida.

La unidad 04.14. Almonte-Marismas ocupa una gran extensión, del orden de 2.400 km², de los que el 75 % corresponden a la provincia de Huelva y el resto a la de Sevilla. Los límites están definidos por los ríos Tinto al Oeste, Guadiamar al Norte y Guadalquivir al Este. Consiste en un acuífero detrítico multicapa, en su mayor parte situado dentro de la cuenca del Guadalquivir y que, por esta razón, desde siempre ha sido objeto de control y seguimiento desde esa otra Confederación Hidrográfica.

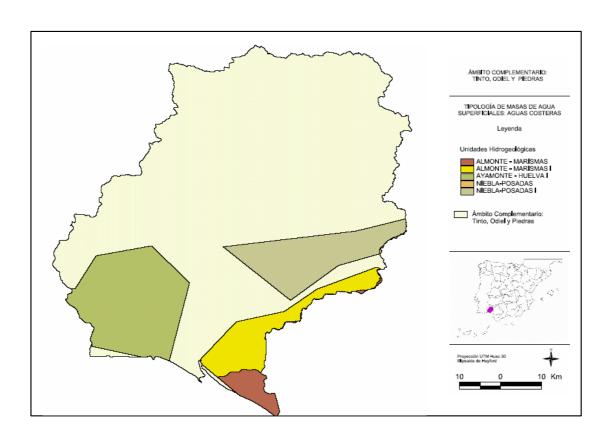


Figura II-14: Mapa UUHH del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



## II.5.7 Recursos subterráneos de la Demarcación del Guadiana

En la demarcación del Guadiana, en base a un estudio realizado en colaboración entre la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Instituto Tecnológico y Geominero de España, se han diferenciado 11 Unidades Hidrogeológicas, de importancia variable en función de sus recursos potenciales y, de lo que es más decisivo, de su explotación actual y de las perspectivas de regularla o incrementarla en el futuro. En la siguiente tabla se recogen, entre otros valores, los recursos hídricos subterráneos de cada una de estas Unidades Hidrogeológicas:

UNIDAD HIDROGEOLOGICA N° y denominación	SUPERFICIE (Km²)	EDAD FORMACION ACUIFEROS	INFILTRACION LLUVIA Y CAUCES (Hm³/año)	INFILTRACION EXCEDENTES DE RIEGO (Hm³/año)	TRANSF. SUBTERRANEA DE OTRAS UNIDADES (Rég. natural) (Hm³/año)	TRANSF. SUBTERRANEA A OTRAS UNIDADES (Rég. natural) (Hm³/año)	BOMBEO AGUA SUBTERRANEA (Hm3/año) (*)	SALINIDAD T.S.D. (p.p.m.)
01. SIERRA DE ALTOMIRA	2951	Jur-Cret- Terciario	135	0	-	10	20	210-3.300
02. LILLO-QUINTANAR	1072	Terciario	26,6	-	-	-	12	300-5.300
03. CONSUEGRA-VILLACAÑAS	1409	Camb-Terc- Plio.Q	15	2,1	-	-	20,3	210-3.300
04. MANCHA OCCIDENTAL	5261	Mesoz-Terc- Plio.Q	260	20 (**)	60	-	200	180-6.210
05. CIUDAD REAL	1086	Terciario-Plio.Q	14	2,8	-	-	18	2.500 máx.
06. CAMPO DE MONTIEL	2791	Jur-Crét-Plio.Q	126	-	-	40	35	200-3.500
07. BULLAQUE	1600	Neogeno-Plio.Q	17	-	-	-	5	144-700
08. VEGAS ALTAS	1251	Cuaternario	-	-	-	-	-	-
09. VEGAS BAJAS	844	Cuaternario	-	-	-	-	-	-
10. TIERRA DE BARROS	1879	Terciario-Plio.Q	-	-	-	-	-	-
11.ZAFRA-OLIVENZA	732	Cámbrico	57	-	-	-	11	195-870

<sup>(\*)</sup> Datos correspondientes a años distintos en función de la información disponible

Tabla II-9: Recursos subterráneos de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana

<sup>(\*\*)</sup> En la actualidad no se pueden contabilizar como recursos



## II.5.8 Recursos subterráneos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

En el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, en base al mismo estudio mencionado en el apartado anterior y realizado por la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Instituto Tecnológico y Geominero de España, se han diferenciado 3 Unidades Hidrogeológicas, de importancia variable en función de sus recursos potenciales y, de lo que es más decisivo, de su explotación actual y de las perspectivas de regularla o incrementarla en el futuro. En la siguiente tabla se recogen, entre otros valores, los recursos hídricos subterráneos de cada una de estas Unidades Hidrogeológicas:

UNIDAD HIDROGEOLOGICA N° y denominación	SUPERFICIE (Km²)	EDAD FORMACION ACUIFEROS	INFILTRACION LLUVIA Y CAUCES (Hm³/año)	INFILTRACION EXCEDENTES DE RIEGO (Hm³/año)	TRANSF. SUBTERRANEA DE OTRAS UNIDADES (Rég. natural) (Hm³/año)	TRANSF. SUBTERRANEA A OTRAS UNIDADES (Rég. natural) (Hm³/año)	BOMBEO AGUA SUBTERRANEA (Hm³/año) (*)	C.E. (μS/cm)
12. AYAMONTE-HUELVA	775,7	Terciario-Plio.Q	97	6	-	-	46	300-1300
13. NIEBLA-POSADAS (1)	357	Mioceno	21,5	-	-	-	10	800-1300
14. ALMONTE-MARISMAS (1)	302	Plioceno-Terc-Cuat.	27,5	-	-	-	25	-

<sup>(1)</sup> Datos correspondientes a la cuenca del Guadiana

Tabla II-10: Recursos subterráneos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



## II.6 SUCESOS EXTREMOS; AVENIDAS Y SEQUÍAS

## II.6.1 Avenidas en la Demarcación del Guadiana

Pese a que la pluviometría media en España no es muy abundante, en ocasiones se producen precipitaciones extraordinarias que en pocas horas producen caudales extremos que generan grandes avenidas que provocan el desbordamiento de los cauces habituales lo que produce la inundación de los terrenos. En el conjunto del territorio de España estas precipitaciones desproporcionadas revierten cierta importancia.

En el caso concreto de la demarcación del Guadiana, pese a que las precipitaciones extremas, del orden de 100 mm en 24 horas, son poco frecuentes, el problema de avenidas ha afectado de forma periódica a la cuenca.

Las inundaciones que históricamente han tenido lugar, se han originado por fenómenos tormentosos de carácter local con fuertes intensidades de precipitación y de duración corta en el tiempo, o bien han coincidido con temporales lluviosos de intensidad horaria media pero de duración más larga. Las primeras se caracterizan por su corta duración pero por la generación de caudales punta muy elevados. Las segundas, la duración de las avenidas es bastante más larga, pero los caudales punta suelen ser inferiores, si bien su magnitud depende de la superficie afectada por el temporal.

Los mayores problemas se han localizado en el tramo medio del río Guadiana, y ha afectado a numerosos núcleos urbanos localizados en la provincia de Badajoz. La causa de estas inundaciones han tenido su origen en los elevados caudales recibidos por el río, procedentes tanto de su propia vertiente como de la del río Zújar, éste último causante de las mayores avenidas que han tenido lugar en este tramo.

Otra zona donde se han registrado episodios de avenidas ha sido en la Llanura Manchega y que pese a registrar las precipitaciones más bajas de toda la demarcación, se han producido numerosos desbordamientos de ríos y arroyos debido al escaso desarrollo de sus cauces.

Según el documento elaborado por la Dirección General de Obras Hidráulicas "Estudio de Inundaciones Históricas y Mapa de Riesgos Potenciales de la Cuenca del Guadiana", se han identificado 51 áreas de riesgo potencial que afectan a siete subzonas.

- ZONA 1: La zona comprende la parte de la cuenca del río Guadiana entre su nacimiento y el embalse de El Vicario.

Generalmente las inundaciones de las áreas afectadas son debidas a avenidas rápidas producidas por fenómenos tormentosos puntuales cuyos efectos aparecen por la incapacidad hidráulica de los cauces de evacuar los caudales de las avenidas. En muchas ocasiones el efecto destructor de las aguas se ve multiplicado por la incapacidad de desagüar de los cruces del cauce con la red viaria; esto genera embalses temporales que tras su ruptura son los que generan los problemas de inundación.

- ZONA 2: La zona comprende la cuenca hidrográfica del río Jabalón.

En esta área, la mayor parte de las inundaciones son debidas, pese al efecto laminador de los embalses, al desbordamiento ocasionado por la orografía llana que favorece la formación de bolsas y por el insuficiente desagüe de los cauces por la sedimentación de caudales sólidos de arrastre, obstáculos en el cauce y por la insuficiencia en los desagües de los cruces de la red viaria.



- ZONA 3: La zona comprende la parte de la cuenca del río Guadiana entre el embalse de El Vicario y la confluencia con el río Valdehornos.

Las inundaciones en esta zona son debidas a fenómenos tormentosos de tipo local y a la insuficiente capacidad de desagüe de los cauces y los cruces con la red viaria. En el registro histórico de las avenidas en esta zona figuran daños en la infraestructura vial y urbana, así como en el sector agropecuario.

- ZONA 4: La zona comprende las cuencas de los afluentes del Guadiana (los más importantes son el Estena, Guadarranque, Guadalupejo y Zújar) desde el río Valdehornos al embalse de Orellana.

Las avenidas registradas en este sector se ajustan al modelo basado en temporales de larga duración e intensidad media, que afectan a una gran superficie, es decir, se ajustan al modelo más clásico de riada. Los embalses existentes han mitigado parte de los efectos de las inundaciones en esta zona, ya que, exceptuando el río Guadiana, las inundaciones de las áreas afectadas son debidas a la insuficiente capacidad de desagüe de los cauces así como de las obras de cruce de la red viaria.

- ZONA 5: La zona comprende la cuenca vertiente al río Guadiana y a sus afluentes, en el tramo comprendido entre las presas de Orellana y Montijo.

En esta zona también se han controlado las avenidas por medio de los embalses. En el registro histórico de avenidas se han producido daños en la infraestructura viaria, en áreas de regadías, red eléctrica y telefónica y en el sector agropecuario, además de haber dañado a núcleos urbanos.

- ZONA 6: La zona comprende la parte de la cuenca del río Guadiana a partir del embalse de Montijo hasta el río Alcarrache incluido.

En esta zona han tenido lugar inundaciones con efectos muy dañinos que además de provocar grandes daños en las infraestructuras y en el sector agropecuario también produjeron pérdida de vidas humanas. La mayor parte de las avenidas se han producido por la crecida incontrolada de afluentes del río Guadiana que desembocan en este sector, sobre todo el río Láncara. Las otras inundaciones han sido consecuencia de la insuficiente capacidad de desagüe de los cauces y de las obras de cruce de la red viaria aunque también se han producido precipitaciones de larga duración.

- ZONA 7: La zona comprende la cuenca vertiente a los ríos Ardila y Múrtigas.

En esta área históricamente se han registrado inundaciones como consecuencia del desbordamiento de Arroyo de las Tenerías, afluente del río Ardila. Los efectos más dañinos se han registrado en Jerez de los Caballeros.

- ZONA 8: La zona comprende el paso del río Guadiana por Sanlúcar de Guadiana y del río Chanza en su desembocadura en el río Guadiana.
- Río Guadiana a su paso por Sanlúcar del Guadiana; se puede considerar como zona de riesgo intermedio.
- Río Chanza en su desembocadura en el río Guadiana; corresponde a una zona que tiene riesgo potencial de sufrirlas por estar situada aguas abajo de la presa de Chanza y en consecuencia sujeta al riesgo, poco probable pero posible de accidentes en la presa.

Generalmente las inundaciones de las áreas afectadas son debidas a la incapacidad hidráulica de los cauces para evacuar los caudales de avenidas, así como de las obras de cruce de la red viaria. El municipio más afectado es el de Sanlúcar del Guadiana.



Las infraestructuras hidráulicas de protección existentes en la zona son las presas de Chanza y Andévalo, sobre el río del mismo nombre, que tiene una capacidad de embalse de 384 Hm³ y está provista de un aliviadero de compuertas capaz de evacuar 2.000 m³/seg.

Históricamente, en la demarcación de Guadiana, al igual que ha venido ocurriendo en el resto de zonas, se han ido acometiendo una serie de medidas estructurales consistentes en la realización de obras de infraestructura que actúen sobre los mecanismos de formación y propagación de las avenidas. Las medidas acometidas se pueden dividir en actuaciones estructurales y no estructurales.

- Actuaciones estructurales: consistentes en la realización de infraestructuras que actúan sobre los mecanismos de formación y propagación de las avenidas. Ejemplos de este tipo de actuaciones son las encaminadas a reducir caudales punta, la reducción de los niveles de inundación para un caudal dado o la reducción de la duración de la las mismas. En este sentido, en la demarcación del Guadiana, se han construido embalses de laminación, zonas de almacenamiento controladas, cauces de emergencia, conservación de suelos y deforestación, encauzamiento y limpieza de cauces, obras de drenaje de las vías de comunicación, etc...
- Actuaciones no estructurales: a diferencia de las estructurales, no actúan sobre la avenida en sí, sino que modifican la susceptibilidad de la zona inundable frente a los daños por inundación. En la demarcación de Guadiana, también se han realizado actuaciones de este tipo tales como las encaminadas a la ordenación de las zonas inundables, mediante la zonificación de los cauces, o el establecimiento de sistemas de previsión de avenidas, entre otros.

# II.6.2 Avenidas en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

En lo relativo a la caracterización de sucesos de avenidas en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, éste ámbito se ve afectado por la formación de gotas frías al Suroeste de la Península o en el área del Estrecho. Este centro actúa especialmente durante los meses fríos, Octubre a Abril, dando lugar a una gran inestabilidad vertical, con lluvia o tormentas más o menos generalizadas según la humedad relativa de la masa superficial de aire.

El fenómeno de precipitaciones torrenciales afecta fundamentalmente a la parte sur de la provincia de Huelva. Las precipitaciones máximas en 24 horas están en torno a 70 mm, cifra que no es excesivamente elevada, pero la impermeabilidad de los terrenos de gran parte de la cuenca facilita una escorrentía muy elevada.

La gran mayoría de las reseñas históricas relativas a inundaciones en la zona de la ciudad de Huelva, indican que su causa ha sido las fuertes lluvias y el escaso drenaje de la zona. En el resto de los casos, las crecidas de los ríos Tinto y Odiel han coincidido con la pleamar que ha impedido su desagüe provocando la inundación o incrementando sus efectos.

La falta de sistemas de drenaje adecuados a las zonas de marisma, en la desembocadura de los Ríos Tinto y Odiel, ha prolongado la eliminación de las aguas procedentes de las inundaciones, agravando los daños; sobre todo en las últimas décadas en las que se han multiplicada las infraestructuras y los daños ocasionados sobre éstas han sido muy elevados.

La construcción de embalses como los de Piedras, Los Machos y Corumbel han paliado, en parte, los problemas seculares de las inundaciones, al producir la laminación y retraso de las grandes avenidas; no obstante, quedan todavía grandes ríos como el Tinto y Odiel que carecen de presas de regulación y laminación de avenidas.



De acuerdo con el documento "Estudio de Inundaciones Históricas y Mapa de Riesgos Potenciales de la Cuenca del Guadiana" de la D.G.O.H. se identifican un total de 9 áreas de riesgo, descritas a continuación dentro del apartado correspondiente a la Zona donde se ubican.

Zonas de riesgo de inundación en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras:

## ZONA 9:

- 1. Ambas márgenes de la desembocadura del Río Piedras
- 2. Desembocadura del río Tinto
- 3. Zona baja de los ríos Tinto y Odiel en Huelva
- 4. Río Odiel, aguas abajo del embalse del Sancho
- 5. Ambas márgenes del Arroyo Trigueros
- 6. Río Tinto a su paso por el pueblo de Niebla
- 7. Río Piedras, aguas abajo del embalse de Piedras
- 8. Río Piedras, aguas abajo del embalse de Los Machos

Las tres primeras áreas se pueden considerar como de riesgo intermedio, mientras que las restantes corresponden a zonas en las que históricamente se han producido inundaciones o bien portadoras de riesgo potencial de sufrirlas por estar situadas aguas abajo de algún embalse.

En la zona 9 los daños por las inundaciones son ocasionados por diversos motivos, que varían desde la insuficiente capacidad de desagüe de los cauces, como es el caso de los arroyos Brejillo, Canillas y Salinero, hasta las lluvias torrenciales locales, coincidentes con la pleamar, como es el caso del área 56 situada en la desembocadura del río Odiel, donde por tratarse de una zona de marisma, existe dificultad en drenar la zona inundada; no obstante las construcciones de embalses realizados en tiempos modernos han mejorado los problemas de inundación provocados por las avenidas. La primera de las áreas, correspondiente a la desembocadura del Río Piedras, los daños registrados se han debido a intensas lluvias locales, coincidentes con la pleamar.

Los daños que se han producido, según las reseñas históricas consultadas han afectado a la red vial, infraestructura urbana y sector agropecuario, ocasionando incluso víctimas como es el caso de la zona situada en la parte sur de la provincia de Huelva y próxima a la desembocadura de los ríos. Los núcleos de población más afectados corresponden a Lepe, Cartaya y El Rompido.

Las poblaciones más afectadas por las avenidas dentro de la zona n°9 son: San Juan del Puerto, Palos de la Frontera, La Rábida, Huelva, Punta Umbría, Corrales, Trigueros y Niebla y la barriada de Cardeñas.

Al igual que en la demarcación hidrográfica del Guadiana, en el ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, se han ido acometiendo una serie de medidas estructurales consistentes en la realización de obras de infraestructura que actúen sobre los mecanismos de formación y propagación de las avenidas. Las medidas acometidas se pueden dividir en actuaciones estructurales y no estructurales.

Las infraestructuras hidráulicas de protección existentes en la zona son las siguientes:

- Embalse del Piedras, sobre el río del mismo nombre, tiene una capacidad del embalse de 59,5 Hm³, dispone de un aliviadero en lámina libre capaz de evacuar 750 m³/seg.
- Embalse de Los Machos, sobre el río Piedras, aguas abajo del embalse de Piedras, tiene una capacidad de 14,4 Hm³, y permite una regulación anual de 5,8 Hm³/año.



- Embalse de Beas, situado sobre el río Castaño, afluente del Tinto, tiene una capacidad de embalse de 3,16 Hm<sup>3</sup>.
- Embalse de Corumbel, situado sobre el río Corumbel, afluente del Tinto, tiene una capacidad de embalse de 12 Hm<sup>3</sup>.
- Embalse del Sancho, sobre el río Meca, afluente del Odiel, capaz para 58,3 Hm³ y provisto de aliviadero con compuertas capaz de evacuar 960 m³/seg.
- Embalse de Olivargas, sobre el río del mismo nombre, capaz para 28 Hm³ y provisto de aliviadero de labio fijo, capaz de evacuar 200 m³/seg.

# II.6.3 Sequías

La sequía es un fenómeno hidrológico difícil de definir ya que no existe un consenso al respecto. El principal problema es que suele confundirse con otros conceptos como la aridez o la escasez de agua.

La sequía no es simplemente la escasez de agua ya que esto es un hecho normal, lo que realmente le caracteriza es que se trata de un fenómeno anormal. Además, la sequía es un fenómeno mucho más complejo en el que no sólo hay que tener en cuenta los aspectos estrictamente hidrológicos sino que también son muy importantes las consideraciones de tipo socio-económico.

A nivel nacional, históricamente se han registrado tres periodos de sequías muy importantes:

- Entre octubre de 1941 y septiembre de 1945.
- Entre octubre de 1979 y septiembre de 1983.
- Entre de octubre de 1990 y septiembre de 1995.

En la siguiente tabla se indican los porcentajes de disminución de la precipitación en las sequías consideradas respecto a la media<sup>6</sup>.

ZONA AFECTADA	1990-1994	1979-1982	1941-1944
Demarcación de Guadiana	27	24	19
AC <sup>7</sup> de las cuencas de los ríos Tinto,	30	35	24
Odiel y Piedras			
VALOR MEDIO	28,5	29,5	21,5

Tabla II-11: Porcentajes de disminución de la precipitación en los periodos de sequía considerados con respecto a la media:

Estas tres sequías fueron muy generalizadas en todo el territorio español y en cuencas como la del Guadiana se produjeron porcentajes de disminución de la precipitación cercanos al 30%. Las mayores disminuciones se produjeron en las zonas con mayor influencia de la entrada de los frentes húmedos procedentes del Atlántico.

De todos los periodos de sequía, los más importantes fueron el de 1990/91-1994/95, además, según el criterio de déficits acumulados (EWRA, 1995), esta sequía podría englobarse en la que comienza en 1979, lo que daría lugar a un periodo de sequía continuado de unos 15 años.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta es que las precipitaciones no son directamente proporcionales a la escorrentía ya que no se trata de una relación lineal y, además, junto con el dato de la precipitación anual hay que tener en cuenta su distribución temporal que influye mucho en la recarga de los acuíferos.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Fuente: Libro Blanco del Agua en España

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> AC: Ámbito complementario



La disminución media de la escorrentía durante este periodo de sequía fue superior al 40%. Estas reducciones supusieron más del 70% de la aportación media interanual en la cuenca del Guadiana., tal y como se recoge en la siguiente tabla:

ZONA AFECTADA	1990-1994
Demarcación de Guadiana	74
AC <sup>8</sup> de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras	74

Tabla II-12: Porcentaje de disminución de la aportación total respecto a la media en la sequía de 1990/91 a 19995.

Durante estos años secos las consecuencias fuero bastante importante en la cuenca del Guadiana ya que incluso no fue posible atender a las demandas de riego desde 1992, una situación que se agravó al no poderse atender tampoco las demandas de abastecimiento a poblaciones en 1995.

Este problema se palió en parte con la búsqueda de nuevos recursos subterráneos que sirvieron para suavizar los efectos de la sequía en los regadíos de las vegas del Guadiana.

## II.7 ACTIVIDADES HUMANAS MÁS RELEVANTES

Tradicionalmente, las actividades económicas que ha predominado en el ámbito de la demarcación del Guadiana han sido las de tipo agrícola, por lo que siempre ha predominado aquellas actividades enmarcadas en el sector primario; junto con la agricultura también se han desarrollado las actividades ganaderas, la minería y la pesca. Las actividades secundarias han sido las comerciales y administrativas.

En las últimas décadas, la estructura económica de esta parte del territorio ha experimentado algunos cambios estructurales ya que se produjo un proceso tardío de industrialización, un progresivo aumento del turismo y de la agricultura intensiva con la consiguiente crisis de las actividades agrícolas tradicionales junto con un peso cada vez mayor del sector servicios en el conjunto del sistema productivo.

Todo lo anterior tiene lugar en el contexto de una progresiva integración en una economía cada vez más internacionalizada e integrada en el tejido productivo europeo.

Pese a que la base de la economía de este territorio es eminentemente rural y está basada en el aprovechamiento de los recursos naturales, se está transformando hacia una economía mixta de base rural y urbana.

Destaca sin duda, el progresivo crecimiento del turismo, principalmente en la franja litoral de esta demarcación lo que está modificando la estructura económica tradicional de la zona.

Tal y como se aprecia en el mapa adjunto de usos de suelo para la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, la mayor parte del territorio está ocupado por zonas destinadas a cultivos de secano. La mayor concentración de este tipo de suelos se localiza en la parte alta de esta demarcación. En la parte central y sur, si bien la presencia de zonas de zonas destinadas a cultivos de secano también es abundante, las praderas también están ampliamente representadas. En lo que respecta a los cultivos de regadío, éstos se encuentran repartidos por toda la demarcación, si bien se encuentran concentrados en el sector noroeste, disponiéndose de manera alineada en sentido oeste noreste.

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> AC: Ámbito complementario



En cuanto a los núcleos urbanos más importante estos están concentrados, en su mayoría, en áreas contiguas a zonas de regadío.

En lo relativo al Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, presenta unas características similares a las descritas para la Demarcación del Guadiana. En este ámbito destacan por su importancia, por un lado, la fuerte concentración de actividad industrial en el polígono de Huelva lo que le confiere una gran importancia en la economía de la zona, y por otro, la enorme actividad turística que se localiza en la franja costera de éste ámbito.

En lo relativo a la actividad agrícola, destaca el predominio de los cultivos de secano en toda la franja sur este del ámbito.

En las siguientes figuras están representados los tipos de suelos y los usos de los mismos, para la Demarcación del Guadiana y para el ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras.



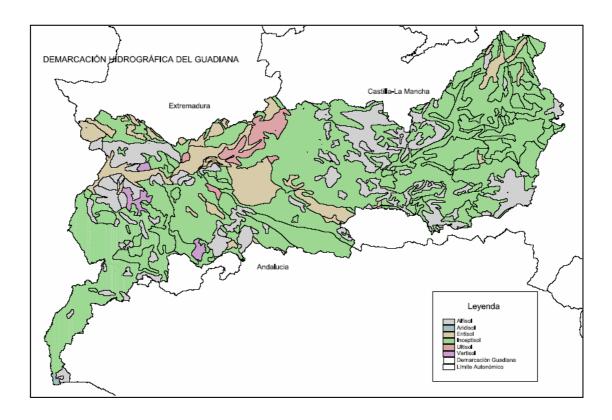


Figura II-15: Mapa de Suelos de la Demarcación del Guadiana

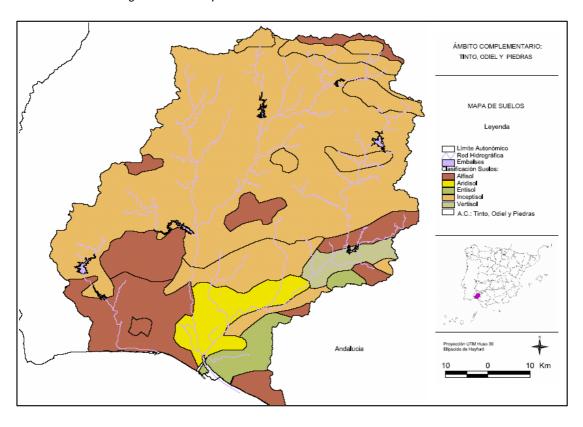


Figura II-16: Mapa de Suelos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



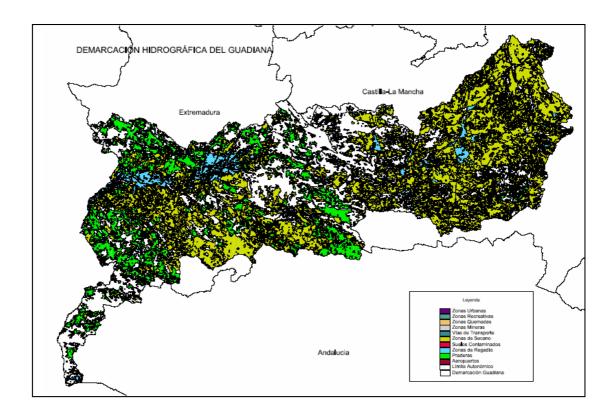


Figura II-17: Mapa de Usos del Suelo de la Demarcación del Guadiana

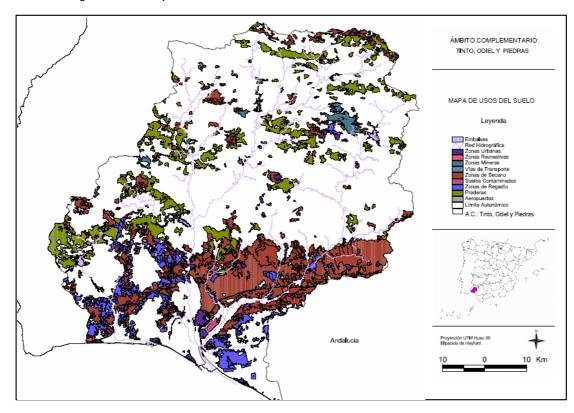


Figura II-18: Mapa de Usos del Suelo del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



## II.8 DEMANDAS DE AGUA

## II.8.1 Demandas de agua en la Demarcación del Guadiana

La superficie del ámbito de gestión de la Cuenca del Guadiana está definida en el propio Plan Hidrológico de Cuenca, con un total de 426 poblaciones, que representan aproximadamente 63.309 Km², alcanzando el 12,5% de la superficie total de España (505.988 Km²). Dentro de éste ámbito, la superficie ocupada por la DH del Guadiana es de 55.514 Km², que representa un 88% de la superficie de la CH del Guadiana, con 390 poblaciones.

Los usos del agua identificados en la Demarcación del Guadiana son los definidos en el artículo 60 del Real Decreto Legislativo 1/2001 de 21 de julio por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLAg):

- Abastecimiento de población, incluyendo en su dotación la necesaria para industrias de poco consumo de agua situadas en los núcleos de población y conectadas a la red municipal,
- Regadíos y usos agrarios,
- Usos industriales para producción de energía eléctrica,
- Otros usos industriales no incluidos en los apartados anteriores,
- Acuicultura.
- Usos recreativos,
- Navegación y transporte acuático,
- Otros aprovechamientos.

A continuación se describen de forma somera cada uno de estos usos identificados que se desarrollan de manera más amplia en el capítulo VIII (Análisis económico de los usos del agua).

## II.8.1.1 Usos para el abastecimiento urbano

Aunque, en general, no se aprecian problemas graves de calidad de las aguas utilizadas para el abastecimiento en la actualidad, al problema de escasez de recursos subterráneos se ha sumado el derivado del empeoramiento de la calidad de los mismos, sobretodo en los acuíferos de la Llanura Manchega, afectados por los tratamientos dados a los cultivos en modo suficiente como para considerar a corto plazo un cambio de las fuentes de suministro de los municipios que se abastecen de los mismos.

El volumen estimado de agua superficial para abastecimiento extraído en la DH del Guadiana es de  $147.420.000~\text{m}^3/\text{año}$  y de subterráneas  $97.460.000~\text{m}^3/\text{año}$ , con un volumen total de agua distribuida de  $244.880.000~\text{m}^3/\text{año}$ 

La población que se estima conectada a la red de abastecimiento en la DH del Guadiana es de un 90% siendo la población con autoabastecimiento del 10%, dato que hay que corroborar en estudios posteriores.

La dotación media en litros por habitante y día es de 278, según la encuesta de la AEAS<sup>9</sup> de 2002, apreciando que la CH del Guadiana tiene una dotación muy próxima al valor medio de todas las cuencas.

Asimismo, de la encuesta de AEAS, se puede extrapolar el dato de que el consumo comercial e industrial alcanza el 20% del total, lo que se representa en los dos gráficos siguientes:

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento (AEAS)



En cuanto a los valores de este tipo de demanda existentes sobre las masas de agua de la DH del Guadiana, se han utilizado los datos del Seguimiento del vigente Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadiana (que incluye la DH del Guadiana y el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras), obteniendo la siguiente estimación:

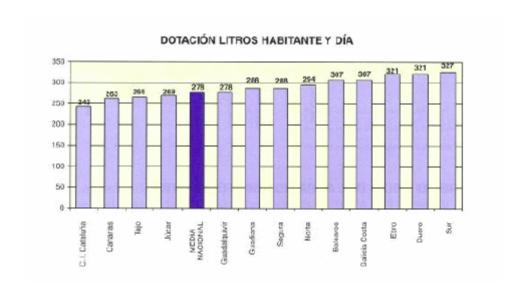


Figura II-19: Dotación litros/habitante/día para las diferentes Confederaciones Hidrográficas

Asimismo, de la encuesta de AEAS, se puede extrapolar el dato de que el consumo comercial e industrial alcanza el 20% del total, lo que se representa en los dos gráficos siguientes:

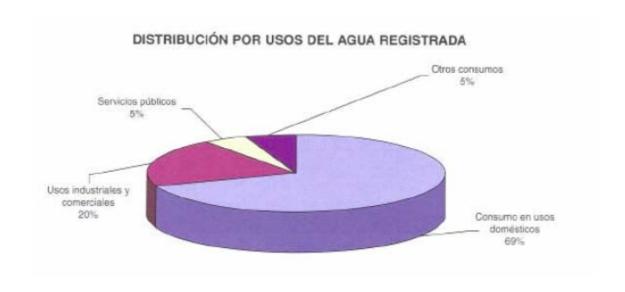


Figura II-20: Distribución por usos del agua



## II.8.1.2 Regadíos y usos agrarios

El uso agrícola del agua es uno de los más importantes de España. Actualmente el 43 % aproximadamente de la superficie nacional está cultivada. Además, en el último medio siglo la superficie de regadío ha experimentado un gran crecimiento; sobrepasando en la actualidad los tres millones de hectáreas.

Esto explica el enorme incremento del agua consumida por la agricultura nacional que se estima en más de 24.000 Hm³ anuales, lo que representaba casi el 80 % del consumo total nacional (*Fuente: Datos INE*).

Sin embargo, hay que tener presente que un gran número de los embalses llamados de usos múltiples, con una capacidad de más del 50 % del total, atienden también al uso agrícola además de otros aprovechamientos.

Por Comunidades Autónomas, Extremadura es la región que mayor cantidad de agua embalsada destina exclusivamente para riego. Le siguen Andalucía, Castilla y León y Castilla-La Mancha. Como se ve, están encuadradas en las primeras posiciones las Comunidades Autónomas que pertenecen a la DH del Guadiana y al Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras.

El grado de satisfacción de la demanda de agua para riego, dentro del ámbito territorial de la Demarcación del Guadiana, presenta diferencias muy marcadas en función de la fuente de suministro de agua. En general, los regadíos dependientes de ríos y arroyos carentes de regulación o de acuíferos de poca entidad, tienen garantías de suministro muy bajas, pues la marcada estacionalidad de las Iluvias, que se concentran fundamentalmente en los meses de invierno y al comienzo de la primavera, la falta de nieve, debida a su escasa altitud media, y la escasa capacidad de regulación de los acuíferos de tipo local, son causa de la aparición de un acusado estiaje en los cauces secundarios y de orden inferior de la demarcación.

Los usuarios que se hallan en esta circunstancia utilizan una alternativa de cultivos adaptada a las condiciones del año, que proporciona menor rentabilidad de la que podría obtenerse si se dispusiera de agua suficiente en verano. En este caso se halla una parte relativamente elevada de los regadíos de la demarcación y que puede estimarse en más de 13%.

Otro caso que se presenta en la demarcación es el de los regadíos que se abastecen mediante extracciones de agua de los acuíferos. En esta situación se hallan casi la mitad de los regadíos actuales, concentrándose en la parte alta de la demarcación.

La demanda de estos se halla bien lejos de verse satisfecha, debido a los problemas de sobreexplotación de los recursos subterráneos llevada a cabo durante el decenio de los ochenta, que ha obligado a la Administración a la adopción de medidas correctoras sobre la ampliación de la superficie regada, ó limitando las cantidades a extraer para el riego, de donde se deduce una menor dotación asignada a los diferentes cultivos y una reorientación a cultivos menos consumidores de aqua.

El descenso de los niveles piezométricos en los bordes de los acuíferos ha obligado a abandonar terrenos que se regaban anteriormente, aumentando el regadío en la zona central de los mismos.

Un tercer caso es el de los regadíos que reciben aguas reguladas por embalses superficiales, ya sea mediante bombeo o transportadas por gravedad. Estos regadíos se encuadran dentro de las Zonas Regables del Estado o se trata de riegos de iniciativa particular, que se sitúan en las proximidades de las márgenes de los ríos.



En general, salvo en el caso de los regadíos que dependen de los embalses de Peñarroya y de El Vicario, puede decirse que la demanda de agua para este tipo de regadíos es satisfecha en un alto grado.

En algunos casos existen cifras de consumos excesivos y se dan sobretodo en los regadíos de iniciativa pública. Los privados, en general abastecidos por medio de bombeos, realizan un uso más eficiente del agua, ya que el coste de elevación incide muy directamente en los costes de producción.

Para muchos cultivos aún se utiliza de forma mayoritaria el riego a pie o por aspersión, que se caracterizan por su baja eficiencia, lo que unido al bajo coste del agua (se paga por hectárea regada y con una parte de la tarifa, no por m³ consumido), con lo cual el peso del factor agua es bastante reducido dentro del capítulo de costes de producción, trae como consecuencia un mayor gasto de agua del considerado como normal.

La evolución, no obstante, es positiva puesto que en cultivos arbóreos y hortícolas, fundamentalmente, hay implantados sistemas de riego de alta eficiencia con excelentes resultados, pudiéndose prever un aumento notable de su utilización en el futuro.

Entrando en una mayor detalle sobre el uso del agua para riego, cabe hacer los siguientes comentarios: Los regadíos de la parte alta de la demarcación del Guadiana, están concentrados en la Llanura Manchega y más concretamente en la provincia de Ciudad Real , y utilizan como fuente principal de suministro los recursos subterráneos de las Unidades Hidrogeológicas 04.01, 04.02, 04.03, 04.04 y 04.05 y 04.06.

Dentro de los acuíferos donde se realizan las extracciones el más importante es el de la Mancha Occidental; en este acuífero se han detectado unos descensos muy acusados en sus niveles debido a su sobreexplotación.

Evidentemente esta situación con extracciones tan cuantiosas, que casi doblaban el recurso renovable, no podía mantenerse, ya que se producía un vaciado progresivo del acuífero, con la consiguiente profundización de los niveles de agua de los pozos y la inversión del flujo de agua en los puntos de salida natural del acuífero, extremo éste último que origina la desecación y desaparición de lagunas y zonas encharcadas de importancia ecológica reconocida.

Esta sobreexplotación ha producido asimismo un cambio en la distribución geográfica de las superficies de regadío, al reducir el número de hectáreas regadas en los bordes del acuífero, por agotamiento de los pozos someros o poco profundos. Esta reducción de superficie regada en esas áreas, se ha visto contrarrestada por una proliferación de sondeos en la parte central del acuífero.

A diferencia de la parte alta de la demarcación, en las zonas más intermedias y bajas predomina el riego con aguas superficiales, merced a las aguas reguladas por los embalses del Plan Badajoz, que permitieron regar algo más de 100.000 has en 1990, por medio de las redes de transporte y distribución construidas al efecto y otras. Estas superficies, englobadas en grandes zonas regables, necesitaron un desembalse de 812 Hm³ en 1990 para asegurar su riego, lo que representa una dotación media de 8.133 m³ por hectárea y año, volumen considerablemente superior al necesario para el riego en la Llanura Manchega, justificable en gran medida no sólo por las superiores evapotranspiraciones de los cultivos en el Plan Badajoz, sino también por los problemas de control de vertidos de los grandes canales de riego, carentes de automatización en el manejo de sus compuertas, y fundamentalmente por el incorrecto uso del agua de gran número de regantes.



No obstante, si se comparan estas cifras con las de otras zonas regables de la Península, puede decirse que en la demarcación del Guadiana se realiza en general un uso bastante ajustado del agua de riego, sin que pueda hablarse de grave derroche de recursos a nivel de regantes, a no ser en casos muy localizados, o de pérdidas importantes por mala conservación o por dificultades de control de las grandes redes de canales y acequias, pérdidas que se han conseguido reducir considerablemente en los últimos años.

Con lo expuesto se puede concluir que los problemas actuales desde el punto de vista del regadío corresponden tanto a problemas originados por escasez de recursos, como a problemas de consumos excesivos por deficiencias de las redes de transporte y distribución, así como por un deficiente manejo del agua de riego e inadecuada planificación por parte de los usuarios.

De los datos disponibles, la superficie regada con aguas superficiales es de 202.282 Has, y la superficie regada con aguas subterráneas se cifra en 128.473 Has, siendo el ratio de aguas regadas con aguas superficiales frente a las subterráneas de 1,57.

Para el caso de la DH del Guadiana el volumen bruto de aguas superficiales utilizadas<sup>10</sup> para riego es de 1.473.550.000 m<sup>3</sup> /año y el de aguas subterráneas de 267.750.000 m<sup>3</sup> /año.

En el siguiente cuadro se resumen estos resultados:

DH del GUADIANA	Has	Hm3/año	m3/Ha
Aguas superficiales utilizadas para riego	202.282	1.473,55	7.284,63
Aguas subterráneas utilizadas para riego	128.473	267,75	2.084,10
Total	330.755	1.741,30	5.264,62

Tabla II-13: Consumo de aguas superficiales y subterráneas de las actividades agrarias localizadas en la DH del Guadiana

En la DH del Guadiana existen las Zonas Regables Oficiales de:

Z.R de Orellana
 Z.R. Docenario
 Z.R del Zújar
 Z.R. Entrerríos

- Z.R. Vegas Bajas (Montijo y Lobón) - Z.R. Rivera de Olivenza

Z.R. Centro de Extremadura
Z.R. Brovales
Z.R. Vicario
Z.R. Valuengo
Z.R. Los Auriles

Z.R PeñarroyaZ.R Bullaque

El valor de la producción de las zonas regables oficiales en el ámbito de la Cuenca del Guadiana, correspondiente a la DH del Guadiana, es de 280.630.581 € (Fuente: Datos estimados en base a las Memorias de Explotación de las Zonas Oficiales de la CH del Guadiana), para una superficie de 119.333 Ha. La productividad media es en este caso de 2.351 €/Ha. Aplicando el valor medio obtenido para esta DH de 7.285 m³/Ha, se obtiene una producción por metro cúbico de 0,32 €/m³. La superficie agraria útil (SAU) de la DH del Guadiana es de 5.979.028 Ha.

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Menor al reconocido por concesión u otro derecho



## II.8.1.3 Usos industriales para la producción de energía eléctrica

Los únicos aprovechamientos energéticos existentes en la actualidad dentro de la demarcación son de tipo hidroeléctrico. Los graves problemas de escasez de recursos imposibilitan su desarrollo en la parte alta de la demarcación. En la parte media se generan la mayor parte de los recursos regulados. Dado que hasta el momento el uso para el regadío es prioritario frente a este tipo de aprovechamientos, estos se hallan supeditados al régimen de desembalses para riegos.

En estas condiciones el aprovechamiento hidroeléctrico no significa aumento de gasto de agua con relación a los recursos regulados. Excepcionalmente y durante el período de llenado de los embalses, se han autorizado desembalses para fines hidroeléctricos en exclusiva, pero el porcentaje utilizado sobre el conjunto de recursos es realmente despreciable.

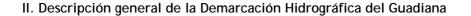
A su vez, existe una fuerte desincronización entre las necesidades de producción hidroeléctrica y el regadío. En definitiva, se trata de un problema de prioridad entre usos, sin que parezca oportuno invertir los términos, dado el valor de la producción agrícola de regadío y su fuerte impacto social.

En la DH del Guadiana y en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras se encuentran las siguientes centrales térmicas, con una potencia instalada conjunta de 1.002 MW:

PROVINCIA	TITULARES	TECNOLOGIA	COMBUSTIBLE	POT. MW
CIUDAD REAL	ELCOGAS S.A.	GICC	HULLA+ANTRA./COQUE DE P.	320,0
HUELVA	ENDESA GENERACIÓN S.A.	CT FUEL-GAS	FUELOLEO-GAS NATURAL	70,0
HUELVA	ENDESA GENERACIÓN S.A.	CT FUEL-GAS	FUELOLEO-GAS NATURAL	148,0
HUELVA	ENDESA GENERACIÓN S.A.	CT FUEL-GAS	FUELOLEO-GAS NATURAL	160,0
CIUDAD REAL	REPSOL PETRÓLEO, S.A.	COGENERACIÓN	GAS DE REFIN./GASOIL/GAS NAT.	84,0
CIUDAD REAL	VIESGO GENERACIÓN, S.L.	CT CARBÓN	HULLA+ANTRACITA	220,0
TOTAL				1.002,0

Tabla II-14: Centrales térmicas localizadas en la Demarcación del Guadiana y en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

Por otro lado, en el ámbito de la DH del Guadiana, se distinguen en el Régimen Ordinario las siguientes centrales hidroeléctricas:





CENTRAL / GRUPO	TECNOLOGIA	RIO	POT. MW	TEN. CONEX.
CIJARA M. DCHA. 1	EMBALSE	GUADIANA	50,4	132
CIJARA M. IZDA. 1	EMBALSE	GUADIANA	17,2	132
CIJARA M. IZDA. 2	EMBALSE	GUADIANA	17,2	132
CIJARA M. IZDA. 3	EMBALSE	GUADIANA	17,4	132
ORELLANA CANAL	EMBALSE	GUADIANA	4,5	132
ORELLANA PIE PR.	EMBALSE	GUADIANA	18,5	132
PUERTO PEÑA 1	EMBALSE	GUADIANA	18,5	132
PUERTO PEÑA 2	EMBALSE	GUADIANA	18,5	132
PUERTO PEÑA 3	EMBALSE	GUADIANA	18,5	132
SALTO MARTEL 1	FLUYENTE	GUADIANA	0,4	13,2
SALTO MARTEL 2	FLUYENTE	GUADIANA	0,3	13,2
LA SERENA	EMBALSE	ZÚJAR	25,1	132
ZÚJAR 1	EMBALSE	ZÚJAR	18,4	132
ZÚJAR 2	EMBALSE	ZÚJAR	10,0	132

Tabla II-15: Centrales hidroeléctricas en régimen ordinario en la DH del Guadiana.

La producción de energía hidroeléctrica anual nacional se establece en 35.743 GWh/año, valorable en 1.377 Mill. €/año, dependiendo su valor de la estabilidad de la producción y de los precios crecientes de los combustibles. Siendo la producción en régimen ordinario en la DH del Guadiana de 254,2 GWh/año, esta cifra representa un porcentaje sobre el total de producción nacional (35.743 GWh/año) equivalente al 0,71% (Fuente: Datos UNESA).

En la DH del Guadiana se encuentran en el Régimen Especial (hidráulica de baja potencia, fundamentalmente <10 MW) las siguientes instalaciones:

CENTRAL	TITULAR	POBLACION TITULAR	PROVINCIA. TITULAR	Subestación. Eléctrica.	POTENCIA kW
CHANZA	CONFEDERACION HIDROGRAFICA GUADIANA	BADAJOZ	BADAJOZ	CSE	4.500
CASTILSERAS	MINAS DE ALMADEN Y ARRAYANES, S.A.	ALMADEN	CIUDAD REAL	IB	1.600
ALANGE	NATURENER, S.A. (SALTOS EXTREMEÑOS, S.A.	MADRID	MADRID	CSE	9.140
VILLAR DEL REY	NATURENER, S.A. (HIDRONORTE, S.A.)	MADRID	MADRID	IB	1.638

Fuente: Seguimiento del vigente Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadiana

Tabla II-16: Instalaciones en régimen especial en la DH del Guadiana



Los datos de producción de energía hidroeléctrica en los últimos años se adjuntan a continuación:

ENERGÍA PRODUCIDA en GWh/año	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01	0102	02-03	03-04
ALANGE	0,73	3,41	14,48	14,47	9,50	3,95	5,40	3,89	5,65
VILLAR DEL REY	3,80	4,37	5,05	0,61	0,95	5,92	0,81	4,95	5,08
CHANZA	13,09	7,67	0,03	-	-	10,43	2,52	7,73	2,87

Tabla II-17: Datos de producción de energía en las centrales de la DH del Guadiana

La energía del régimen especial representa el 3,7% de toda la energía suministrada en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana

Los embalses, con central hidroeléctrica, situados en la DH del Guadiana destinados a usos múltiples con capacidad superior a 5 Hm³ se representan en el siguiente cuadro:

EMBALSES	DE USOS MULTIPLES	CON CAPACIDAD > 5	Hm3
Embalse	Río	Capacidad	Potencia
		Hm <sup>3</sup>	MW
Cijara	Guadiana	1.505	102
García de Sola	Guadiana	554	56
Orellana	Guadiana	808	23
Alange	Matachel	852	9
Villar del Rey	Zapatón	131	2
Zujar	Zujar	309	28
Serena	Zujar	3.219	25
Chanza	Chanza	338	45
		7.750	291

Fuente: Seguimiento del vigente Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadiana

Tabla II-18: Embalses con central hidroeléctrica en la DH del Guadiana

Del total de los embalses que se encuentran en la DH del Guadiana, solamente el 16,28% tiene capacidad de producción hidroeléctrica (*Fuente: Datos estimados a partir del Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadiana*).

De la potencia de producción hidroeléctrica disponible en la DH del Guadiana, solamente 0,7 MW es de tipo fluyente y 253,5 MW son para generación de energía hidroeléctrica producida a través de aqua embalsada.

Comparándolo a nivel nacional en régimen ordinario, la potencia instalada en la DH del Guadiana es el 15,41% de la potencia aportada a toda la red nacional (16.569 MW).

A nivel nacional en régimen especial, la energía aportada a la red nacional por la DH del Guadiana es únicamente el 0,01% de toda la energía total producida.



## II.8.1.4 Otros usos industriales no incluidos en los apartados anteriores

Los trabajos realizados sobre abastecimientos urbanos han permitido disponer de datos sobre la parte más importante de la demanda de agua de las principales industrias de la Demarcación del Guadiana, y que corresponde en buena parte a las conectadas a las redes de abastecimiento de los municipios. No obstante, en bastantes casos disponen de fuentes de suministro complementarias o independientes. En su conjunto, disponen las industrias de agua en cantidad suficiente para satisfacer su demanda, por lo que en general puede considerarse que no hay problemas de suministro de agua para este tipo de usos.

El principal problema que presenta el uso industrial es el de los caudales de vertido por su mala calidad y su escaso nivel de depuración. Los efluentes normalmente no cumplen las condiciones mínimas admisibles para ser recibidos en los cauces y algunas veces incluso no son aptos para el regadío por su alto contenido en contaminantes. No obstante, en los grandes núcleos de población, donde se concentra la mayor parte de la industria, se está llevando a cabo una activa campaña de proyectos y obras de depuración de vertidos industriales que ya ha empezado a dar sus frutos.

#### II.8.1.5 Acuicultura

Los acusados estiajes de los ríos de la demarcación del Guadiana constituyen un considerable obstáculo para el desarrollo de la acuicultura, dado que las piscifactorías y las astacifactorías necesitan caudales continuos de aguas de buena calidad a lo largo de gran parte del año y fundamentalmente en primavera-verano.

La poca demanda existente de este tipo de aprovechamientos, que se limita a unas pocas instalaciones en toda la demarcación, es atendida sin mayores problemas.

La acuicultura como actividad económica dentro de la DH del Guadiana y el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras se desarrolla en las siguientes instalaciones identificadas según las provincias, de acuerdo con la información facilitada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y las Comunidades Autónomas:

NOMBRE	DIRECCIÓN	LOCALIDAD	СР	PROVINCIA	ACTIVA	ÁMBITO
PISCIFACTORIA DE YEMEDA	PARAJE EL GALGO	Remeda	16276	CUENCA	SI	Acuicultura Continental
EL VOLUNTARIO	EL VOLUNTARIO	Santa Amalia	6120	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental
CENTRO DE ACUICULTURA "VEGAS DEL GUADIANA"	ANTIGUA CTRA N-V KM 391.7 (VILLAFRANCO DEL GUADIANA	Talavera la Real	6128	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental
PISZOLLA (HUELAMO)	AFUERAS, S/N	Huelamo	16107	CUENCA	SI	Acuicultura Continental
JAVIER LEON PIZARRO	JAVIER LEON PIZARRO- BADAJOZ	Badajoz	6015	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental
LA MURALLA, FINCA EL BERCIAL	LA MURALLA, FINCA EL BERCIAL- VALENCIA DE LAS TORRES	Valencia de las Torres	6139	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental
CHARCA DE LAS CABEZAS	CHARCA DE LAS CABEZAS- CASTUERA Y	Castuera	6036	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental



NOMBRE	DIRECCIÓN	LOCALIDAD	СР	PROVINCIA	ACTIVA	ÁMBITO
	MALPARTIDA					
LA ENCINOSA DE AREVALO (CHARCA DE LA ENCINOSA)	LA ENCINOSA DE AREVALO	Badajoz	6015	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental
PISCIFACTORÍA "LAS VEGAS DEL GUADIANA"	VILLAFRANCO DEL GUADIANA	Montijo	6088	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental
CHARCA DE LITO	FINCA LOS ROSTROS. VILLAFRANCO DEL GUADIANA	Montijo	6088	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental
CENTRO DE ASTACICULTURA EL CHAPARRILLO	CTRA PORZUNA, KM 3.5	Ciudad Real	13034	CIUDAD REAL	SI	Acuicultura Continental
CHARCA MUNICIPAL	CHARCA MUNICIPAL	Maguilla	6076	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental
EL JARDIN	CTRA. ALBACETE-JAEN KM.309	Robledo	2068	ALBACETE	SI	Acuicultura Continental
LA MINA MARI Y LA LAGUNA	ARROCAMPOS	Valle de la Serena	6146	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental
PISCIFACTORIA PROFORCA	CTRA. TARANCON- TERUEL KM. 156	Canete	16052	CUENCA	SI	Acuicultura Continental
ESPARRAGAL	VALDIVIA	Villanueva de la Serena	6153	BADAJOZ	SI	Acuicultura Continental

Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPYA)

Tabla II-19: Instalaciones de acuicultura de la DH del Guadiana y del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

De la información suministrada por la Confederación Hidrográfica del Guadiana, en cuanto a centros de acuicultura que disponen de concesión administrativa, sólo aparecen tres.

La producción en Tm/año de producción de acuicultura continental perteneciente a las provincias integrantes de la DH del Guadiana y del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras da como resultado una producción reducida con respecto a otras Comunidades Autónomas.

## II.8.1.6 Usos recreativos

Los usos recreativos que se pueden desarrollar en la DH del Guadiana y el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras hay que dividirlos en actividades recreativas que consumen agua (usos consuntivos) y en actividades recreativas que no comportan un consumo de agua (usos no consuntivos).

La navegación deportiva a lo largo de la DH del Guadiana y del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras no comporta un uso consuntivo del agua sino que su presión es sobre la calidad de las aguas. La diferencia es patente con el golf que es una actividad recreativa en auge que sí supone un consumo de agua.



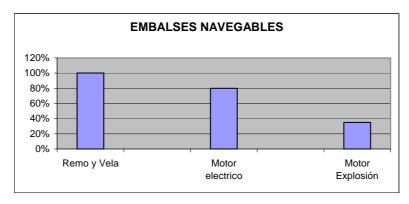
En la siguiente tabla se hace una distinción de los embalses de la DH del Guadiana, con autorización para uso recreativo de navegación y las condiciones para tal uso:

EMBALSE		REMOS Y VELAS	MOTOR ELÉCTRICO	MOTOR DE EXPLOSIÓN
1	GASSET	SÍ	NO	NO
2	EL VICARIO	SÍ	SÍ	SÍ
3	PEÑARROYA	SÍ	NO	NO
4	LA CABEZUELA	SÍ	SÍ	NO
5	VEGA DEL JABALÓN	SÍ	NO	NO
6	PUERTO DE VALLEHERMOSO	SÍ	NO	NO
7	CÍJARA	SÍ	SÍ	SÍ
8	ORELLANA	SÍ	SÍ	SÍ
9	GARCÍA DE SOLA	SÍ	SÍ	SÍ
10	LA SERENA	SÍ	SÍ	SÍ
11	ZÚJAR	SÍ	SÍ	SÍ
12	ALANGE	SÍ	SÍ	SÍ
13	LOS MOLINOS	SÍ	SÍ	NO
14	BOQUERÓN	SÍ	SÍ	NO
15	HORNO TEJERO	SÍ	SÍ	NO
16	PROSERPINA	SÍ	SÍ	NO
17	CORNALBO	SÍ	SÍ	NO
18	MONTIJO	SÍ	SÍ	NO
19	VILLAR DEL REY	SÍ	SÍ	NO
20	TENTUDÍA	SÍ	SÍ	NO

Fuente: Seguimiento del vigente Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadiana

Tabla II-20: Embalses de la DH del Guadiana con autorización para uso recreativo de navegación y las condiciones para tal uso.

Tal como muestra el gráfico siguiente, en la DH del Guadiana la actividad de navegación deportiva se circunscribe con exclusividad a los embalses representando las siguientes modalidades de navegación:



Fuente: Elaboración propia con datos del Seguimiento del vigente Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadiana

Tabla II-21: Modalidades de navegación deportiva en los embalses navegables de la DH del Guadiana



La pesca con finalidad deportiva puede practicarse en tramos libres de río o en zonas acotadas. En la Comunidad Autónoma de Extremadura existen un total de 159 cotos de pesca (Fuente: Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Extremadura) mientras que en la provincia de Huelva solamente hay un coto ciprinícola (Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía).

En la Comunidad Autónoma de Castilla La-Mancha hay un total de 56 cotos de pesca incluyendo los cotos de repoblación sostenida, los cotos intensivos y los cotos especiales sin gestión natural sin repoblación.

Por otro lado, como se ha indicado ciertos deportes como es el golf comportan un uso consuntivo del agua por el mantenimiento de sus infraestructuras y por los riegos de los campos, así en las dos demarcaciones se encuentran las siguientes poblaciones que tienen campos de Golf.

CAMPOS DE GOLF EN LA DH DEL GUADIANA						
CASTILLA-LA MANCHA	Albacete	El Bonillo	Club de Golf El Bonillo			
CASTILLA-LA IVIANCHA	Ciudad Real	Tomelloso	Club de Golf Media Legua (San Rafael)			
FXTRFMADURA	Badajoz	Badajoz	Golf del Guadiana			
EXTREMIADORA	Badajoz	Mérida	Don Tello Club de Golf			

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II-22: Campos de golf en la DH del Guadiana

El número total de campos de golf en toda España alcanza aproximadamente una cifra de 200, por lo que la proporción de los que se encuentran en la DH del Guadiana es muy reducida.

## II.8.1.7 Navegación y transporte acuático

La navegación y transporte acuático, como actividad económica en la DH del Guadiana no es una actividad que tenga una incidencia significativa como sector productivo, ya que no se ha registrado ninguna actividad que se desarrolle en la actualidad que tenga que emplear como sistema de transporte el cauce de los ríos.

## II.8.1.8 Otros aprovechamientos

Dentro de esta categoría se han considerado aquellos aprovechamientos destinados a la prevención y laminación de avenidas en el territorio de la Demarcación del Guadiana.

Es de destacar los riesgos producidos por las inundaciones como fenómeno natural a controlar mediante la protección con infraestructuras hidráulicas como las presas, una de cuyas funciones es la laminación de avenidas



## II.8.2 Demandas de agua en el Ámbito de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

A la hora de caracterizar las demandas de agua existentes en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, la mayor parte de sus características son comunes a las descritas para la DH del Guadiana por lo que a continuación sólo van a mencionarse aquellos aspectos particulares de éste ámbito.

En este caso, el territorio a considerar es el correspondiente a la superficie ocupada por el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras que es de 4.847 Km², con un total de 36 poblaciones, que representa un 12% de la superficie de la CH del Guadiana.

## II.8.2.1 Usos para el abastecimiento urbano

La dotación media en litros por habitante y día es de 278, dato obtenido de la encuesta de la AEAS de 2002, apreciando que la DH del Guadiana tiene una dotación muy próxima al valor medio de todas las cuencas.

## II.8.2.2 Regadíos y usos agrarios

Para el caso del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras el volumen bruto de aguas superficiales utilizadas para riego es de 135.680.000 m³ /año y el de aguas subterráneas de 52.470.000 m³ /año (Fuente: Estudio de impacto y presiones del art. 5 de la DMA desarrollado paralelamente a este estudio y Seguimiento del vigente Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadiana).

En el siguiente cuadro se resumen estos resultados:

Ámbito complementario Tinto, Odiel y Piedras	Has	Hm3/año	m3/Ha
Aguas superficiales utilizadas para riego	18.490	135,68	7.338,02
Aguas subterráneas utilizadas para riego	7.950	52,47	6.600,00
Total	26.440	188,15	7.116,11

Tabla II-23: Consumo de aguas superficiales y subterráneas de las actividades agrarias localizadas en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

En la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras existe una Zona Regable Oficial:

Z.R Chanza

Además existen las siguientes Zonas Regables no Oficiales:

- Z.R Sur Andévalo
- Z.R Onuba
- Z.R Piedras
- Z.R Jarrama
- Z.R Condado (Val de María, Palos, El Fresno, Resto Condado)



## II.8.2.3 Usos industriales para la producción de energía eléctrica

En el ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, no existen centrales hidroeléctricas en el Régimen Ordinario, estando situadas las existentes en la DH del Guadiana.

En el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras tampoco se encuentran instalaciones en el Régimen Especial (hidráulica de baja potencia, fundamentalmente <10 MW). Las existentes pertenecen a la DH del Guadiana.

No existen el ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras embalses destinados a usos múltiples con central hidroeléctrica.

## II.8.2.4 Otros usos industriales no incluidos en los apartados anteriores

Los datos son los que corresponden con los descritos para la DH del Guadiana.

#### II.8.2.5 Acuicultura

Los datos son los que corresponden con los descritos para la DH del Guadiana.

#### II.8.2.6 Usos recreativos

En el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras no hay embalses con autorización para uso recreativo de navegación.

Por otro lado, como se ha indicado ciertos deportes como es el golf comportan un uso consuntivo del agua por el mantenimiento de sus infraestructuras y por los riegos de los campos, así, tanto en la DH del Guadiana como en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras se encuentran las siguientes poblaciones que tiene campos de golf.

CAMPOS DE GOLF EN EL ÁMBITO COMPLEMENTARIO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TINTO, ODIEL Y PIEDRAS						
	Huelva	Aljaraque	Club de Golf Bellavista			
ANDALUCÍA		Minas de Riotinto	Club de Golf Corta Atalaya			
		Isla Cristina	Islantilla Golf Club			

Tabla II-24: Campos de golf en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

El número total de campos de golf en toda España alcanza aproximadamente una cifra de 200, por lo que la proporción de los que se encuentran en la DH del Guadiana es muy reducida.

## II.8.2.7 Navegación y transporte acuático

La navegación y transporte acuático, como actividad económica en el Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras no es una actividad que tenga una incidencia significativa como sector productivo, ya que no se ha registrado ninguna actividad que se desarrolle en la actualidad que tenga que emplear como sistema de transporte el cauce de los ríos.

## II.8.2.8 Otros aprovechamientos

Los datos son los que corresponden con los descritos para la DH del Guadiana.



## II.8.3 Caudales ecológicos

## II.8.3.1 Caudales ecológicos de la Demarcación del Guadiana

En la actualidad, tanto las obras hidráulicas como las detracciones de cantidades importantes de agua son tan abundantes, que son pocos los ríos cuyos caudales no están regulados de manera artificial.

El uso de estas obras hidráulicas origina una regulación artificial de los caudales lo que afecta directamente en la fauna reófila, no tanto por las variaciones de nivel sino por el desfase temporal que se produce con respecto a la fenología natural. Junto con las obras de regulación, las detracciones para distintos consumos también juegan un papel importante sobre los caudales.

En las últimas décadas, la creciente preocupación por el medio ambiente ha hecho que en cualquier planificación hidráulica se tengan en cuenta los llamados caudales ecológicos o caudales mínimos ambientales.

Se consideran caudales ecológicos o ambientales aquellos que son necesarios para atender las necesidades ecológicas mínimas de la cuenca. Por su definición, no son una demanda propiamente dicha si no que plantean una restricción de los sistemas de explotación existentes.

En el caso de la demarcación del Guadiana, las primeras referencias a caudales ecológicos las encontramos en los estudios que se realizaron para la redacción del Plan Hidrológico I de la cuenca del Guadiana, para lo que se llevó a cabo una simulación de funcionamiento de los Sistemas de Explotación de Recursos, en la que, ante la inexistencia de un estudio detallado sobre caudales mínimos medioambientales, se optó por establecer unos caudales mínimos equivalentes al 1% de la aportación total recogida en cada uno de los embalses. Esta simulación sirvió para determinar el volumen y grado de garantía de los suministros de agua a las diferentes demandas consideradas.

Así, el Plan Hidrológico del Guadiana (BOE 208, de 31 de agosto de 1999) en su Artículo 19, se reserva el 1% del volumen de capacidad de los embalses "para fines ecológicos", en tanto no se estructure un régimen de caudales ecológicos, régimen que aún no se ha aprobado por el Consejo del Agua de la Cuenca.

Con posterioridad a la redacción de este Plan, la Confederación Hidrográfica del Guadiana realizó un "Estudio de Caudales Medioambientales en los Cauces de la Cuenca del Guadiana" en el año 1998, de características y caudales medioambientales en 60 tramos de diferentes ríos. En ese estudio se define un régimen de caudales ecológicos para las situaciones óptima, normal, y crítica, definidas de la manera siguiente:

- <u>Óptima:</u> aquella en el que el cauce y su entorno mantengan las mejores condiciones para el equilibrio de los ecosistemas, y el conjunto no se vea afectado por las actividades humanas habituales.
- <u>Normal:</u> se mantendrá un equilibrio estable, si bien considerando la necesidad de tomar alguna medida cautelar, y sin que de su falta pueda derivarse un riesgo inadmisible.
- <u>Crítica:</u> será el mínimo permisible para el tramo sin que se produzcan desastres ecológicos y siempre apoyado por medidas importantes, y considerada como situación a recuperar en el plazo más breve posible.

Estos estudios aún no han sido sometidos a consideración por el Consejo del Agua de la cuenca.



# II.8.3.2 Caudales ecológicos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

Un dato a tener en cuenta a la hora de hablar de los caudales ecológicos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras es que, los recursos hídricos de la cuenca son escasos y la demanda de los usos tradicionales es considerable y creciente. En este marco, no puede asumirse el compromiso de potenciar la capacidad biogénica de los ríos asegurando caudales mínimos superiores a los que de forma natural tendrían lugar, ni se debe alterar el régimen natural en el sentido de poner en tiempo y/o espacio agua que no existe naturalmente.

En el Plan Hidrológico II de la cuenca del Guadiana (que corresponde en parte al territorio localizado dentro de éste ámbito de estudio) se reglamentaron los caudales mínimos exigibles por razones medioambientales, con vistas a la recuperación dentro del primer horizonte del Plan de todos los espacios medioambientales de importancia existentes dentro de la cuenca.

No obstante, se precisó que era necesario profundizar en el conocimiento de las necesidades de caudales mínimos para los diferentes tramos de los ríos de la cuenca, por lo que los caudales que figuran en el Artículo 15 del Reglamento del Plan deben tomarse como meramente indicativos, a falta de que estudios posteriores los establezcan con criterios técnicos y científicos. En la actualidad se está trabajando para determinar estos caudales.

Los caudales mínimos planteados tenían un carácter experimental y eran susceptibles de ser corregidos en sucesivas ediciones del Plan Hidrológico en función de los estudios que se han ido realizando o que se están llevando a cabo en la actualidad sobre la materia. Para conocer su adecuación a la realidad de la cuenca, se está efectuando un seguimiento de la biota en base a indicadores biológicos sencillos.

Así pues, hasta que no sea aprobado por el Consejo del Agua de la Cuenca, no existirá un régimen de caudales ecológicos definitivos.



#### II.9 MARCO BIÓTICO

## II.9.1 Marco biótico de la Demarcación del Guadiana

A la hora de describir el marco biótico de la Demarcación del Guadiana<sup>11</sup> se deben diferenciar dos tipos de ambientes; por un lado, los ambientes acuáticos, que incluyen la flora acuática, el fitoplacton, el zoobentos y los peces, y por otro, los ambientes ribereños. A continuación, se describen de forma general cada uno de ellos.

#### II.9.1.1 Comunidades acuáticas

Las características de los hábitats acuáticos están condicionados por las características morfológicas del cauce fluvial (anchura, profundidad y pendiente), las hidrológicas (velocidad del agua) y del sustrato (granulometría, macrófitos,...), estas características permiten definir la calidad potencial de un tramo fluvial.

#### II.9.1.1.1 Flora acuática

Debido a las características heterogéneas del río Guadiana, es muy difícil hacer una caracterización general del la flora acuática ya que, como se ha indicado en la introducción, la composición y abundancia de la misma dependerá de las características hidromorfológicas en cada uno de los puntos del recorrido del río. Por ello, se va a realizar una descripción más detallada teniendo en cuenta la tramificación del Guadiana:

- En las tablas que se forman aguas abajo del manantial de los Zampuñones y en las lagunas altas de Ruidera, de aguas transparentes y buena calidad, hay Apium nodiflorum, Verónica anagallis-aquatica, Potamogeton pectinatus, Ranunculus peltatus, Zannichellia palustris, Utricularia vulgaris, Myriophyllum verticillatum, abundantes carófitos (Chara hispida, Nitella confervacea y N. hyalina) y también son abundantes los helófitos (Schoenus nigricans, Phragmites australis, Scirpus holoschoenus y Cladium mariscus). Puntualmente aparecen Potamogeton coloratus y Poligonum amphibium. En las lagunas bajas el agua pierde transparencia y disminuye la vegetación acuática sumergida, el crecimiento de helófitos es muy importante avanzando en la colonización de las lagunas más someras y colmatadas como la Cenagosa.
- En las Tablas de Daimiel, en las orillas y en las zonas someras y estacionales hay diferentes carófitos, acompañados de Ceratophyllum sp, lentejas de agua, ranúnculos y Ruppia marítima, entre otras. La vegetación emergente está dominada por espadañales, carrizales y juncales. Cabe destacar la importancia de los masegales (Cladium mariscus) que aunque actualmente ven mermados sus dominios originales, todavía constituyen el mayor masegar de Europa Occidental.
- En los tramos situados inmediatamente aguas abajo de la desembocadura del Bullaque, la vegetación acuática presenta, en general, una buena calidad hasta la cola de Cijara.
- La zona de la desembocadura del Zújar presenta un alto crecimiento de la vegetación acuática, que forma densas masas de macrófitos (sumergidos y emergentes). La continuidad del flujo aguas abajo, incrementado por los aportes de caudal del Ruecas, favorece el crecimiento de la vegetación acuática que se mantiene a lo largo de las orillas y coloniza las ensenadas y zonas someras; la calidad se considera aceptable y buena dependiendo de las afecciones al cauce y la zona de ribera.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> "Valoración del estado ecológico del río Guadiana, de sus principales afluentes y de los ríos Tinto, Odiel y Piedras". Confederación Hidrográfica del Guadiana, 2002.



- Aguas abajo de Badajoz la calidad de la vegetación acuática es buena y muy buena hasta la desembocadura del río en el océano. Se trata de tramos que atraviesan zonas muy poco alteradas, que en general, presentan vegetación natural. La vegetación sumergida es abundante, especialmente en los primeros tramos, representada por (Marsilea strigosa, Ceratophyllum demersum, Nuphar luteum, Myriophyllum spicatum) y sigue siendo abundante el crecimiento de helófitos siguiendo las orillas (juncos, eneas, carrizo y cañas). En los tramos en que el río circula sobre sustrato rocoso hay helófitos únicamente en las orillas de pendiente suave y en los últimos tramos dominan las cañas y en menor proporción hay carrizo y eneas.
- En los tramos con poca disponibilidad hídrica la vegetación acuática está compuesta únicamente por helófitos (juncos, espadaña, carrizo y caña), restringida a las orillas y zonas encharcadas y en algunas zonas invaden completamente el cauce.
- En los tramos fluviales entre la presa de Puente Navarro y la desembocadura del Bullaque, destaca la presencia de Botomus umbellatus, Eleocheris uniglomus y Lytrum salicaria. En las pozas de agua estancada que se encuentran aguas abajo se observaron algas filamentosas, natas de cianofíceas (Microcystis) y macrófitos emergidos (Lemna) formando densos tapices sobre el agua.
- Los tramos situados aguas abajo de presas que están afectados por la regulación de las presas.
- En la zona de estuario la vegetación acuática se limita a una banda de cañas (Arundo donax) hasta llegar a los últimos tramos correspondientes a la zona de marismas mareales, en que hay numerosas alteraciones relacionadas con los núcleos urbanos y urbanizaciones turísticas cerca de la desembocadura en el océano.
- En los tramos correspondientes a embalses la vegetación acuática está afectada por las variaciones de la cota del embalse y, en general, está poco desarrollada, dependiendo del régimen de regulación.
- La calidad más baja de la vegetación acuática se da en los tramos urbanos de Mérida y Badajoz y sus alrededores; hay que destacar que el tramo de Badajoz está muy naturalizado, especialmente en la orilla izquierda cuyas pendientes son más suaves con helófitos en primera fila y formaciones de vegetación de ribera.

## II.9.1.1.2 Fitoplancton

- Las zonas más favorables para el desarrollo del fitoplancton son los grandes embalses del río Guadiana, ya que se trata de zonas compuestas por grandes masas de agua de profundidad considerable. La mayor parte de este fitoplacton está formado por diatomeas y cianofíceas. El porcentaje de estas últimas es mayor en la zona de la presa de Orellana, lo que denota un mayor grado de eutrofia que en los embalses anteriores (este fenómeno está directamente relacionado con el vertido de aguas residuales de Orrelana la Vieja).
- En el Alto Guadiana, sólo en el embalse de Peñarroya se encuentran especies propias de fitoplancton: dominan las cianofíceas (Microcystis aeruginosa) acompañadas de diatomeas (Cyclotella sp., Melosira sp.) que determinan unas aguas potencialmente eutróficas con una concentración baja de clorofila (3,5 mg/m³). En la laguna del Rey y en la laguna de la Cueva Morenilla se detectan especies poco representativas de fitoplancton. Las elevadas concentraciones de clorofila detectadas se atribuyen a la presencia de algas bentónicas, de pequeño tamaño, la mayoría clorofíceas que no constituyen verdadero fitoplancton.
- Los tramos con pozas de aguas estancadas o circulación muy lenta del agua presentan especies propias del fitoplancton junto a otras menos representativas, en general, predominan las cianofíceas y diatomeas. Hay especies propias de fitoplancton que denotan aguas calizas (Ceratium hirundinella) y de carácter eutrófico (Aphanizomenon flosaquae, Volvox aurens, Pediastrum duplex y clorofíceas filamentosas) en las pozas situadas aguas abajo de la desembocadura del Bullaque y la composición específica cambia en la tabla que recibe las aguas residuales de la



Puebla de Don Rodrigo, con predominancia de Melosira granulata. Hay especies de aguas eutróficas en el tramo fluvial que une los embalses de Cijara y García de Sola y, aumenta el número de especies del fitoplancton en el tramo que comprende desde la confluencia con el Zújar hasta la confluencia con el Ruecas, predomina Dinobryon divergens y diversas especies de clorofíceas y diatomeas, lo que denota aguas menos mineralizadas procedentes del Zújar y un grado de eutrofia moderado, con presencia de Microcystis.

- El fitoplancton se empobrece a partir de la confluencia con el Ruecas, debido al aumento de la tasa de renovación del agua por el incremento del flujo, predomina Ceratium hirundinella. A medida que el río incrementa el caudal por aportes de los diferentes afluentes disminuyen el número de especies propias del fitoplancton, predominan las diatomeas (Melosira granulata) y las cloroficeas (Pediastrum sp.). Las cianofíceas están presentes en los tramos 23 al 28 y disminuyen su presencia aguas abajo, desapareciendo en algunos tramos, lo que indica un grado medio de eutrofia.
- No se consideran especies propias del fitoplancton las encontradas en el resto de tramos del Guadiana: zona de cabecera, los tramos de la cuenca alta del Guadiana hasta la confluencia con el río Bullaque, el Estrecho de Las Hoces, las pozas situadas aguas abajo de la presa de Orellana (tramo 20) y el tramo del congosto del "Pulo do Lobo". Las concentraciones elevadas de clorofila que se dan en algunos de estos tramos se atribuyen a pequeñas clorofíceas que no constituyen verdadero fitoplancton.

#### II.9.1.1.3 Zoobentos

Al igual que ocurre con el resto de organismos, la composición, abundancia y diversidad del zoobentos va variando a lo largo del recorrido fluvial puesto que depende de las características hidromorfológicas de cada tramo. No obstante, sí se puede asegurar que el desarrollo de taxones de macroinvertebrados acuáticos es relativamente bajo ya que están muy condicionados por la escasez o ausencia de fljo durante la época estival.

A continuación se describe el zoobentos existente y su valoración, en aquellos tramos de los que se posee información:

- Valoración buena: La comunidad de macroinvertebrados bentónicos está dominada por organismos de aguas lénticas; son muy abundantes los efemerópteros, dípteros, oligoquetos, heterópteros y crustáceos y en menor proporción se encuentran larvas de odonatos, coleópteros, diversos moluscos, hidrácaros y tricópteros y hay varias familias de moluscos, crustáceos, coleópteros, odonatos y turbelarios.
- Valoración aceptable: Las puntuaciones del índice BMWP' oscilan entre 62 y 74. En general la composición de la comunidad agrupa a una mezcla de organismos tolerantes a la contaminación orgánica y otros que son indicadores de buena calidad. A destacar las familias de efemerópteros que aparecen en algunas estaciones que obtienen puntuación alta en el índice biótico (Heptageniidae y Leptophlebiidae).
- Valoración deficiente: Presentan unas comunidades empobrecidas con diversidad baja y predominio de organismos tolerantes a la contaminación orgánica. Los valores del índice BMWP' dan valores que oscilan entre 44 y 50. La composición de la comunidad se debe a los grupos siguientes: efemerópteros, dípteros, oligoquetos, odonatos, tricópteros, crustáceos, moluscos y heterópteros.
- Valoración mala: El índice BMWP' da valores que oscilan entre 4 y 33. El valor más bajo del índice se obtiene en la estación de Valbuena (E-74), aguas abajo del vertido de la EDAR de Ciudad Real, donde la comunidad es muy pobre, dominada por organismos muy tolerantes a la contaminación (dípteros y oligoquetos). En Sanlúcar del Guadiana, la comunidad está dominada por crustáceos, oligoquetos, y aguas abajo, en Foz de Odeleite la comunidad tiene fuerte influencia marina y no se puede aplicar el índice biótico.



#### II.9.1.1.4 Ictiofauna

Atendiendo a las campañas de muestreo realizadas para el control de parámetros biológicos que se llevaron a cabo en el río Guadiana, se capturaron las siguientes 19 especies de peces:

- · Anguilla anguilla (anguila)
- · Esox lucius (lucio)
- · Barbus comizo (barbo comizo o picarro)
- · Barbus microcephalus (barbo cabecicorto)
- · Barbus sclateri (barbo gitano)
- · Carassius auratus (pez rojo)
- · Chondrostoma willkommii (boga del Guadiana)
- · Cyprinus carpio (carpa)
- · Scardinius erithrophthalmus (gardí)
- · Squalius alburnoides (calandino)
- · Squalius pyrenaicus (cacho o cachuelo)
- · Gobio gobio (gobio)
- · Tinca tinca (tenca)
- · Cobitis paludica (colmilleja)
- · Ameiurus melas (pez gato)
- · Gambusia holbrooki (gambusia)
- · Salaria fluviatilis (fraile)
- · Lepomis gibbosus (pez sol)
- · Micropterus salmoides (perca americana)

La valoración de los tramos según la fauna ictiológica fue la siguiente:

- Valoración muy buena: Las características hidromorfológicas de los tramos son, en general, buenas. La comunidad está bien estructurada y hay elevada diversidad de especies autóctonas.
- Valoración buena: El río tiene la comunidad bien estructurada con predominio de especies autóctonas. En los dos primeros tramos del Alto Guadiana (Ruidera) existen condiciones hidromorfológicas diversas para la ictiofauna y diversos afluentes que sirven de refugio para el mantenimiento de las especies autóctonas. La cuenca alta del Guadiana y Guadiana medio aunque sufre un estiaje acusado, en algunos tramos e considera que las condiciones del hábitat fluvial favorecen el mantenimiento de la ictiofauna. Aguas abajo de Badajoz hasta el océano (tramos 37, 38 y del 41 al 46), el río posee unas características hidromorfológicas heterogéneas con pocas alteraciones que favorecen las poblaciones ícticas.
- Valoración aceptable: El 36,5% del recorrido del Guadiana pertenece a esta categoría que indica una comunidad poco estructurada con una proporción considerable de especies exóticas. Las condiciones hidromorfológicas son aceptables o buenas para la fauna íctica aunque presentan un cierto grado de alteración del hábitat o de la calidad del agua. Se incluyen los tramos bajos del Alto Guadiana, y varios tramos de la cuenca alta y media del río.
- Valoración deficiente: Cuatro tramos del Guadiana, que representan un 6,6% de la longitud del río, presentan una baja densidad de peces y una composición específica dominada por especies alóctonas y exóticas. Las características hidromorfológicas de los tramos presentan condiciones poco favorables para los peces.
- Valoración mala: Hay dos tramos fluviales con condiciones malas para la ictiofauna, que corresponden a un 10% de la longitud del río: el tramo 6 aguas abajo de Peñarroya y el tramo 10, entre la presa de El Vicario hasta el Puente de Alarcos. El primero, en condiciones naturales conectaría el Alto Guadiana con el Záncara y presenta habitualmente el cauce seco, y el segundo, también a causa de la escasez



presenta el cauce prácticamente seco, excepto en algunos puntos como la Tabla de la Yegua donde se mantienen algunas especies de peces, la mayoría carpas que soportan las altas temperaturas y la falta de oxígeno.

En lo referente a los tramos embalsados, la valoración según la fauna ictiológica es la siguiente:

- Valoración buena: El embalse de García de Sola que representa el 4,1% de la longitud del río tiene mejor calidad para la fauna de peces, con mayor cantidad y diversidad de refugios y ensenadas y playas.
- Valoración aceptable: Los embalses de Cijara y Orellana presentan una calidad aceptable del hábitat y del agua para la fauna de peces. Éstos representan el 10,2% de la longitud total del río. Las especies exóticas son las que se desarrollan mejor en estos embalses (lucio, perca americana, ...) y son muy apreciadas por los pescadores deportivos que los frecuentan, especialmente el embalse de Orellana que tiene una mejor accesibilidad.
- Valoración deficiente: En esta categoría se incluyen los embalses de Peñarroya, El Vicario y Montijo que corresponden al 3,6% de la longitud del Guadiana. En Peñarroya la calidad del agua es buena pero las condiciones hidromorfológicas están severamente afectadas por la fuerte variación de cota del embalse a lo largo del año que afectan al volumen del embalse y a la calidad del agua a la vegetación de las orillas y a la disponibilidad de refugios para los peces. En El Vicario, el agua tiene un tiempo de residencia alto y habitualmente queda aislado del entorno a causa de la escasez de caudal que aportan el Bañuelos y el Guadiana y, la propia presa, que tiene un efecto barrera aguas abajo. En el embalse de Montijo, la deficiente calidad del agua afecta negativamente a la fauna de peces, aunque está atenuada por un tiempo de residencia corto del agua en el embalse (1,5 días).

#### II.9.1.2 Comunidades ribereñas

Las zonas de las riberas de los ríos son lugares especialmente ricos en fauna dado que son una zona de contacto entre el ambiente acuático y el terrestre. A continuación se recoge una breve reseña de las principales especies características de los ambientes de ribera del río Guadiana:

## II.9.1.2.1 Avifauna

Es la avifauna la que se ve más favorecida, en general, a lo largo de todo el Guadiana. Entre otras, se citan el porrón moñudo (Aythya fuligula), el porrón común (Aythya ferina), pato colorado (Netta rufina), somormujo lavanco (Podiceps cristatus), calamón común (Porphyrio porphyrio), y numerosas especies de ardeidas, fochas (Fulica atra), rállidos, anátidas, garzas, grullas, rascones y numerosos limícolas. En los carrizales encuentran cobijo especies como el avetorillo común (Isobrichus minutus), el carricero tordal, el bigotudo (Panurus biarmicus), el aguilucho lagunero (Circus aeruginosus), que ha visto muy mermada su población en los últimos años, y el aguilucho palido (Circus cyaneus).

La avifauna mantiene su importancia en el Guadiana medio -zona del Alentejo portugués- a lo largo de prácticamente todo el tramo hasta el estuario. Destacan martín pescador (Alcedo atthis), cigüeña negra (Ciconia nigra), chorlitejo chico (Charadrius dubuis), andarríos chico (Actitis hypoleucos), andarríos grande (Tringa ochropus), abundantes especies de anátidas, garzas, garcetas, charranes y gaviotas. Las aves rupícolas encuentran en las laderas rocosas y escarpadas del río y de los alrededores un medio ideal: alimoche (Neophron percnopterus), buitre común (Gyps fulvus), milano real (Milvus milvus), águila perdicera (Hieraetus fasciatus), búho real (Bubo bubo) y buitre negro (Aegypius monachus), que frecuenta la zona del estuario alto para alimentarse. En las marismas y en las salinas del estuario, las aves representan la comunidad más numerosa e importante, sobretodo en los pasos migratorios y



de invernada. Destaca una gran concentración de flamencos, espátulas (Platalea leucorodia), alcaravanes, canasteras, charrancitos y limícolas en verano y una colonia reciente de gaviotas de Audouin.

## II.9.1.2.2 Mamíferos

Dentro de los mamíferos, la nutria (Lutra lutra) se encuentra en las lagunas de Ruidera y a lo largo de todo el río, presentado poblaciones en buen estado, especialmente en la zona portuguesa. La rata de agua (Arvicola sapidus) es constante en todo el río, así como varias especies de mustélidos y existe lince en la zona del estuario alto (tramos 42 a 44). Destacar un hecho insólito ocurrido en febrero del 2002, en que se encontró muerto entre las redes de un pescador un delfín hembra (Delphinus delphinus) en la zona de Areia Gorda (tramo 42), aguas abajo de Mértola.

# II.9.2 Marco biótico del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

#### II.9.2.1 Comunidades acuáticas

A la hora de describir el marco biótico del ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras se deben diferenciar dos tipos de ambientes; por un lado, los ambientes acuáticos, que incluyen la flora acuática, el fitiplacton, el zoobentos y los peces, y por otro, los ambientes ribereños. A continuación, se describen de forma general cada uno de ellos. Las características de los hábitats acuáticos están condicionados por las características morfológicas del cauce fluvial (anchura, profundidad y pendiente), las hidrológicas (velocidad del agua) y del sustrato (granulometría, macrófitos,...), estas características permiten definir la calidad potencial de un tramo fluvial.

#### II.9.2.1.1 Flora acuática:

Debido a las características heterogéneas de la red hidrográfica de la demarcación de los ríos Tinto, Odiel y Piedras, es muy difícil hacer una caracterización general del la flora acuática ya que, como se ha indicado en la introducción, la composición y abundancia de la misma dependerá de las características hidromorfológicas en cada uno de los puntos del recorrido de estos ríos.

## Río Tinto

Hay que tener en cuenta que dadas las particulares excepcionales del río Tinto, éste presenta un contenido de flora acuática muy peculiar.

La vegetación acuática sumergida se limita casi exclusivamente a algas filamentosas, entre las que predominan las clorofíceas (*Klebsormidium flaccidum* y *Mougeotia sp.*). También se encuentran euglenales (*Euglena mutabilis*) y diatomeas (*Pinnularia acoricola*), las últimas responsables de recubrimientos que dan un tono de color marrón a las piedras (datos del recorrido y de Sabater *et al.*, 2003).

Éstos crecimientos de algas se encuentran a lo largo de la mayor parte de los tramos fluviales, y en algunos son abundantes. En las riberas se encuentran helófitos entre los que predominan juncos; éstos aparecen en casi todo el recorrido del río , aunque de forma desperdigada y alejados del cauce. En los tramos finales, los helófitos están más desarrollados y existen formaciones discontinuas de enea, junco y caña. En el tramo correspondiente al estuario



aparecen formaciones de halófitos, encontrando en la zona inundable *Spartina maritima* y más alejados de las orillas almajos (*Sarcocornia fruticosa*, *S. perennis*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Salicornia* spp.).

#### Río Odiel

La presencia de fanerógamas sumergidas y flotantes se limita a los tramos fluviales altos del río, anteriores a la contaminación del agua, y a la zona de marismas, siendo en todos estos tramos variadas y abundantes. En los tramos iniciales del río aparece lenteja de agua, berro y, en menor medida, polígono anfibio, especies que van siendo sustituidas paulatinamente por espiga de agua, jopozorra y milhojas.

En las marismas aparecen macrófitos propios de estuarios y zonas intermareales, como *Zostera noltii, Cymodocea nodosa* y *Ruppia Cirrhosa*. Los helófitos aparecen en todos los tramos hasta lazona de marisma, con un claro predominio de los juncos. Éstos son más abundantes en algunas zonas localizadas en las partes más altas del recorrido, disminuyendo gradualmente su presencia a partir del embalse Odiel-Perejil aparecen de forma discontinua.

Aparte de los juncos, en uno de los sectores iniciales del recorrido aparece una mata de caña, en la parte media del recorrido, se encuentra alguna pequeña formación de eneas y en otro sector existen dos pequeñas matas de carrizo.

En las marismas aparecen entren otros halófitos *Spartina alterniflora* y *Salicornia ramosissima* en la marisma baja, *Sarcocornia perennis* y *Halimione portucaloides* en la marisma media y *Spartina densiflora*, *Spergularia marginata* y *Frankenia laveis* en la marisma alta. Las algas filamentosas abundan a lo largo de todo el río, especialmente en los tramos medios afectados por loslixiviados de minas. En éstos aparecen amplias formaciones que en algunos casos llegan a cubrir completamente el lecho.

## Río Piedras

La presencia de vegetación acuática es muy reducida y se limita a algunos tramos fluviales. En algunas zonas del río aparecen únicamente formaciones de espadaña, y en otras aparecen inicialmente junco y carrizo, especies que van siendo sustituidas por comunidades halófilas, compuestas entre otros por almajos (Salicornia ramosissima, Sarcocornia sp., Arthrocnemum sp.), espartina (Spartina marítima, S. densiflora), limoniastrum (Limoniastrum monopetalum) o el brezo de mar (Frankenia laevis).

## II.9.2.1.2 Fitoplacton

## Río Tinto

El fitoplancton está ausente de las aguas del Tinto. En las muestras sólo aparecen especies bentónicas que arrastra el agua; entre éstas hay algas euglenofíceas y diatomeas en los tramos altos, crisofíceas en uno de los tramos más bajos y algas filamentosas en numerosos tramos.

La concentración de clorofila es variable, y en general baja excepto en los tramos finales y especialmente en el estuario donde se mide un máximo de 56 mg/m³.

## Río Odiel

Únicamente el embalse Odiel-Perejil cuenta con fitoplancton lacustre, predominando las cianofíceas (Anabaena sp. y *Aphanizomenon flosaquae*, esta última especie potencialmente tóxica). La concentración de clorofila (5,70 mg/m3) y la profundidad del Disco de Secchi



(entorno a 2 m) son indicadores del carácter mesotrófico del agua embalsada. En los tramos iniciales aparecen diatomeas bentónicas propias de aguas corrientes y limpias, mientras que los tramos medios y finales se ven dominados por algas filamentosas, apareciendo además en uno de los tramos una especie de dinofícea propia de aguas saladas.

#### Río Piedras

Únicamente en los tramos embalsados hay presencia de fitoplancton, ya que las características de los tramos fluviales impiden el desarrollo de éste. En el embalse del Piedras hay predominio de cianofíceas (*Aphanothece* sp. Y *Gomphosphaeria aponina*) y diatomeas (*Melosira granulata*), encontrando especies características de una eutrofia moderada. La concentración de clorofila es elevada y propia de aguas eutróficas.

En el embalse de los Machos hay un claro predominio de cianofíceas, apareciendo mayoritariamente *Gomphosphaeria aponina*, pero también aparecen *Microcystis aeruginosa* y *Aphanizomenon flosaquae*, especies potencialmente tóxicas y características de aguas fuertemente eutrofizadas. La concentración de clorofila es de 16 mg/m3.

#### II.9.2.1.3 Zoobentos

#### Río Tinto

El bajo pH del agua limita el desarrollo de la comunidad zoobentónica a lo largo de todo el río (en el estuario las condiciones de pH son adecuadas para el zoobentos pero éste se mantiene muy escaso por la mezcla de las aguas fluviales y marinas y los procesos de contaminación por vertidos de aguas residuales).

Los muestreos efectuados presentan resultados que van desde la ausencia total de organismos en alguno de los tramos estudiados, hasta un inventario reducido de taxones constituido por escasos ejemplares de efemerópteros (bétidos), heterópteros (gérridos y coríxidos), odonatos, coleópteros y dípteros.

## Río Odiel

El estado y la composición de la fauna macroinvertebrada se puede dividir en tres zonas claramente diferenciadas a lo largo del río Odiel: (1) la zona alta de aguas limpias, (2) la zona de aguas contaminadas y (3) las marismas.

Uno de los tramos localizado dentro de la denominada zona alta de aguas limpias (4,1 % de la longitud total del río) presenta una comunidad variada y abundante, que engloba organismos tolerantes a la contaminación orgánica y otros indicadores de buena calidad.

Los órdenes más abundantes son los dípteros, tricópteros y efemerópteros. Como indicadores de buena calidad del agua, dentro de estos últimos destaca la presencia de leptoflébidos, mientras que en el orden de los odonatos aparecen gómfidos y dentro de los plecópteros hay presencia de leuctridos.

En los sectores intermedios, localizados en la zona denominada de aguas contaminadas, (18, 7 % del recorrido fluvial) es evidente la influencia de las aguas contaminadas procedentes de las minas. Las comunidades que aparecen son similares, siendo poco abundantes y variadas. En general destacan por su mayor presencia los dípteros y heterópteros, dominando los organismos tolerantes a la contaminación; como excepción a esto, aparecen algunos ejemplares de odonatos (familias *Aeshnidae* y *Libellulidae*), dentro de los plecópteros, se encuentran leuctridos.

En otros de los tramos localizados de este sector de aguas contaminadas (17,9 % del recorrido fluvial) se ven muy afectados por la contaminación del agua por metales. las comunidades son



muy pobres, con predominio de dípteros, y aparecen casi exclusivamente organismos tolerantes a la contaminación; como excepción, existe una esporádica presencia de libélulas (orden odonatos).

#### Río Piedras

La presencia de fauna betónica en los tramos fluviales del Piedras es bastante escasa. Se ha detectado una comunidad poco abundante y moderadamente variada, con predominio de coleópteros, crustáceos, dípteros, oligoquetos y tricópteros.

#### II.9.2.1.4 Ictiofauna

## Río Tinto

Según datos bibliográficos y de campo, en el río Tinto se han capturado las siguientes especies:

- · Barbus sclateri (barbo gitano).
- · Micropterus salmoides (perca americana).

El barbo es una especie autóctona y la perca americana es exótica e ictiófaga. En función del conjunto de información disponible, la cuenca del Tinto se puede dividir en las siguientes zonas:

- · Eje del río Tinto, desde cabecera hasta el estuario. El río Tinto presenta condiciones de acidez y concentraciones elevadas de metales pesados en el agua desde la cabecera, lo que impide la existencia de ictiofauna.
- · Afluentes.
- En las dos localidades donde se han realizado muestreo se pescaron barbo gitano y perca americana, con clara dominancia del barbo en ambos puntos.
- Según datos aportados por la Universidad de Huelva (Blanco, F. et al.) se citan cachuelo, colmilleja, anguila, boga del Guadiana y pardilla en toda la cuenca.
- . Estas especies están repartidas en los diferentes afluentes formando diferentes asociaciones. La distribución de todas las especies autóctonas en la cuenca, excepto la anguila, se atribuye a razones antrópicas.
- · Estuario. Aguas arriba de San Juan del Puerto y Moguer ya se considera zona de influencia mareal, apareciendo en la cercanía de la confluencia con el Odiel especies propias de aguas estuarinas o marinas.

## Río Odiel

Según datos bibliográficos y de campo, en el río Odiel se han caracterizado las siguientes especies:

Se han capturado un total de cuatro especies, todas ellas autóctonas:

- · Barbus sclateri (barbo gitano)
- · Chondrostoma lemingii (pardilla)
- · Squalius alburnoides (calandino)
- · Squalius pyrenaicus (cachuelo)



En función del conjunto de información disponible, la cuenca del Odiel se puede dividir en las siguientes zonas:

- Zona alta: En Campofrío, se pescaron barbo y calandino; domina el barbo en un 75%. Se dispone de poca información de la ictiofauna de la cabecera del río Odiel.
- Embalse: Según los pescadores locales, en el embalse del Odiel-Perejil, hay barbo y carpa.
- Zona media: A partir de la confluencia con el arroyo de Mina Concepción, la elevada acidez y concentración en metales del agua, provocada por los aportes provenientes de minas, impide la presencia de ictiofauna en el eje del Odiel.
- Marismas: En los tramos con influencia mareal, la ictiofauna es abundante, apareciendo especies propias de aguas estuarinas o marinas- En la Ribera del Villar, aparecen barbo gitano, pardilla y cachuelo en proporciones similares (28-35%). Según datos anteriores, además se citan boga del Guadiana y colmilleja.

Según lo descrito anteriormente, se extraen las siguientes conclusiones:

Los tramos de mayor calidad en lo relativo a la ictiofauna son los de cabecera, que abarcan el 16,4 % del río, poseen hábitats excelentes y bien conservados para peces. Las combinaciones hidromorfológicas y el sustrato son variados, con presencia de pequeñas barras de cantos, gravas y arenas, aparecen numerosos refugios en el lecho y las orillas (bloques, troncos, raíces,...), hay abundantes macrófitos acuáticos y la vegetación ribereña protege el cauce de la luz solar.

Con una calidad que puede considerarse como buena se encuadran varios sectores correspondientes al 25,4 % del trazado fluvial. Las combinaciones hidromorfológicas y el sustrato son variados, aparecen numerosos refugios en el lecho y las orillas y hay abundantes macrófitos acuáticos que sirven de alimento. El grado de exposición lumínica del cauce es inicialmente bajo, si bien aumenta progresivamente, mientras que el agua, cuya calidad es buena en general, presenta cierta turbidez en la zona inicial, debido a las filtraciones provenientes del embalse Odiel-Perejil.

Los hábitats de los tramos de marisma, si bien son homogéneos, presentan buenas cualidades para el desarrollo de la ictiofauna, al ser las zonas de transición entre agua salada y dulce muy productivas. La moderada calidad de las aguas es un factor negativo para la fauna íctica.

Los tramos de la zona media presenta una deficiente calidad, estos tramos representan el 54,7 % del recorrido fluvial), presentan en algunos casos hábitats potencialmente buenos para el desarrollo de la ictiofauna. Sin embargo, el carácter ácido y contaminado por metales pesados de sus aguas impide por completo la presencia de ésta.

En cuanto al tramo correspondiente al embalse Odiel-Perejil (3,5 % del trazado fluvial), la valoración según la fauna ictiológica es aceptable; los hábitats acuáticos son poco variados y se limitan a aguas profundas, ya que las orillas presentan en general elevada pendiente. La vegetación acuática se restringe a helófitos dispersos y la calidad del agua es deficiente, presentando en época estival anoxia en todo el hipolimnion.

### Río Piedras

Según datos bibliográficos y de campo, en el río Piedras se han caracterizado las siguientes especies:



Se han capturado un total de cuatro especies:

- cf. Anaecypris hispanica (jarabugo).
- Barbus sclateri (barbo gitano).
- Cobitis paludica (colmilleja).
- Lepomis gibbosus (pez sol).
- Gambusia holbroki (gambusia).
- Micropterus salmoides (perca americana).

Hay tres especies autóctonas y tres exóticas, dos de las cuales se consideran ictiófagas. El jarabugo es una especie rara que no se ha citado en la cuenca del Piedras y podría provenir de la cuenca del Guadiana a través del trasvase del río Chanza.

En función del conjunto de información disponible, el eje del Piedras se puede dividir en las siguientes zonas:

- Zona fluvial: Se dispone de poca información de la ictiofauna fluvial del Piedras.
- En la Ribera Montes: Se han capturado todas las especies citadas. La zona donde se han tomado las muestras es el final de una tabla profunda (>1m) de gran tamaño que continúa con una zona somera de aguas rápidas con un cauce muy estrecho (<1m). La especie más abundante es el jarabugo (86%), que se refugia en las zonas de aguas someras con corriente, la segunda especie más abundante es el pez sol (7%) y finalmente, el barbo gitano; ambas especies se encuentran en las zonas de aguas profundas.
- La localidad situada entre los embalses del Piedras y de los Machos: presenta unas características del hábitat parecidas al tramo anterior, con una tabla de gran tamaño seguida de una zona somera. El punto es de difícil acceso y únicamente se ha capturado en la última campaña de toma de muestras un ejemplar de gambusia. Según estudios anteriores también se cita boga del Guadiana.
- Embalses: Se tienen referencias de la existencia de sábalo o saboga.
- Estuario: Aguas abajo del embalse de los Machos se considera zona de estuario. Según referencias hay fúndulo (*Fundulus heteroclitus*) en la parte baja del río Piedras.

Según lo descrito anteriormente, se extraen las siguientes conclusiones:

En los tramos más superiores (59,7 % del recorrido fluvial) la calidad de la ictiofauna es bastante buena ya que ésta es abundante y variada, apareciendo especies propias de aguas salobres o salinas. Entre éstas destacan el fúndulo (*Fundulus heteroclitus*) o especies de interés comercial como el róbalo (*Dicentrarchus labrax*), la dorada (*Sparus aurata*), el sargo (*Diplodus sargus*) o la anguila (*Anguilla anguilla*).

Dentro de los tramos superiores también aparece uno de ellos donde la calidad de la ictiofauna puede clasificarse como mala (11,7 % del recorrido fluvial), dado el escaso o nulo caudal circulante durante largos periodos, debido a la presencia aguas arriba de la presa del Piedras, unido a la calidad moderada de las aguas, repercute negativamente sobre el desarrollo de la ictiofauna.

En lo que se refiere a los tramos embalsados la calidad de la ictiofauna puede considerarse como aceptable ya que estas zonas presentan ciertas características positivas para el desarrollo de la ictiofauna, como la escasa pendiente y las numerosas irregularidades de las orillas y, especialmente en uno de los tramos que presenta un substrato variado. La desoxigenación hipolimnética en verano y la disminución del nivel del agua por los riegos son factores que limitan la potencialidad para los peces.



### II.9.2.2 Comunidades ribereñas

#### Río Tinto

Los ambientes ribereños (sotos, cortados, escarpes, etc.) son enclaves especialmente ricos en fauna, al constituir zonas de frontera (ecotonos) en los que confluyen especies de los ecosistemas adyacentes (acuático y terrestre). En el caso del Tinto, el carácter ácido de las aguas y el escaso desarrollo de la vegetación de ribera en la práctica totalidad del río conlleva la escasa presencia de fauna ribereña, que se limita a los tramos finales.

# Ríos Odiel y Piedras

Cabe señalar que el carácter ácido de las aguas y el escaso desarrollo de la vegetación de ribera en la zona media de estos ríos tiene como consecuencia la casi nula presencia de fauna ribereña.

### II.9.2.2.1 Avifauna

#### Rio Tinto

Como áreas de interés para la avifauna destaca únicamente el estuario del Tinto, con diversos hábitats utilizados por diferentes tipos de aves. Dentro de éstas, aparecen entre otras: ardeidas (garza imperial, garcilla bueyera,...), láridos (gaviota cabecinegra, gaviota picofina, ...) y limícolas (avoceta, zarapito real,...). Los tramos anteriores al estuario son también utilizados por diferentes aves, aunque su abundancia y variedad es mucho menor, habiendo sido observadas cigüeñuela común y garcilla bueyera.

### Rio Odiel

Como áreas de interés para la avifauna destacan las marismas del Odiel , cuyos diferentes hábitats son aprovechados por distintos tipos de aves. Dentro de éstas, aparecen entre otras: limícolas (aguja colinegra, correlimos común, andarríos bastardo, avoceta), gaviotas (g. argéntea, g. sombría, g. reidora), zancudas (garceta común, garza real, garza imperial), acuáticas (pato cuchara), aves de presa (águila pescadora) y paseriformes (bisbita común, lavandera boyera, martín pescador, buitrón). Los tramos fluviales de cabecera poseen sotos bien desarrollados, perfectos para el desarrollo de la avifauna ribereña; en ellos se ha observado garza real y martín pescador.

### Rio Piedras

Como áreas de interés para la avifauna destacan las marismas del Piedras, en las que se encuentran sobretodo especies de aves acuáticas invernantes y limícolas; en la zona cercana a la desembocadura aparecen gaviotas, charranes y cormoranes. También los dos embalses situados en el Piedras dan cobijo a diferentes especies de avifauna, con presencia de anátidas, ardeidas (garza real), cormoranes y cigüeñas.

A lo largo del río Piedras la ausencia de vegetación de ribera en los tramos embalsados, el escaso caudal circulante y la moderada calidad de las aguas en uno de sus tramos, junto a la ocupación humana del entorno de otro sector, son los mayores problemas a los que se enfrenta la fauna ribereña.

En función de la bibliografía consultada y las observaciones de campo la calidad de los tramos del Piedras según la disponibilidad y la calidad de los hábitats para la fauna ribereña es la siguiente:



En el último tramo del río Piedras la calidad es muy buena (59,7 % del recorrido fluvial), la fauna ribereña, especialmente en lo que concierne a las aves, es abundante y variada, a pesar de la presión humana a la que se ven sometidas las marismas, con presencia de urbanizaciones y campos de cultivo cercanos.

En el segundo tramo la calidad puede considerarse aceptable (11,7 % del recorrido fluvial); presenta una vegetación de ribera bien estructurada y que por el margen izquierdo presenta una buena conectividad con el pinar adyacente. La moderada calidad del agua resta sin embargo valor a los hábitats ribereños.

La calidad de los tramos embalsados según la disponibilidad y la calidad de los hábitats para la fauna ribereña es aceptable. Los dos embalses que hay (28,6 % del recorrido fluvial) se encuadran en esta categoría. Si bien la vegetación de ribera es prácticamente inexistente, las vertientes de ambos embalses presentan un bosque y un sotobosque bien desarrollado y la presencia humana en el entorno es muy escasa.

### II.9.2.2.2 Mamíferos

#### Rio Tinto

Dentro de los mamíferos, la rivera de la Nicoba y el estero de Domigo Rubio, entran dentro del área de distribución de la nutria. Esta especie está considerada de "Especial Interés" en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Real Decreto 439/90), y está estrictamente protegida según la Directiva Hábitat y en el Convenio de Berna. Según su estatus de conservación es "Vulnerable" en España y "No Amenazada" a nivel mundial.

A lo largo del río Tinto, la contaminación del agua y la práctica ausencia de vegetación de ribera por causas naturales son los mayores problemas a los que se enfrenta la fauna ribereña.

En el tramo correspondiente al estuario, las afecciones provocadas por el polígono industrial y la urbe de Huelva (ocupación de riberas, vertidos, etc) tienen un efecto muy negativo sobre la fauna ribereña.

Debido a las características naturales del Tinto, los únicos tramos fluviales en los que aparecen hábitats y fauna ribereños son los tramos finales.

Los tramos más distales (32,7 % del recorrido fluvial) son los que presentan una calidad que puede considerarse como aceptable. En esta zona hay presencia de helófitos en las orillas, a los que se unen arbustos de forma intermitente, algún chopo y formaciones discontinuas de eucaliptos, que llegan a alcanzar varios cientos de metros de anchura. El entorno está muy antropizado y se halla ocupado por campos de cultivo. El último tramo presenta hábitats estuarinos, con extensas formaciones de pastizales y matorrales halófilos, si bien el entorno se halla muy modificado por la presencia del hombre.

En el sector anterior al descrito anteriormente (12,0 % del recorrido fluvial) presenta una calidad que puede considerarse como deficiente; la vegetación de ribera se limita a las orillas y es discontinua. Predominan helófitos (enea, junco y caña) y arbustos, apareciendo una formación en hilera de chopo y sauce llorón. El entorno está muy antropizado y se ocupa completamente por campos de cultivo. Presencia de barras de grava, arena y limo en las orillas y cauce.



#### Rio Odiel

Dentro de los mamíferos, la zona de cabecera alberga poblaciones de nutria y de rata de agua; esta última ha sido igualmente observada en otros tramos, mientras que la primera especie aparece también en las marismas. La nutria está considerada de "Especial Interés" en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Real Decreto 439/90), y está estrictamente protegida según la Directiva Hábitat y en el Convenio de Berna. Según su estatus de conservación es "Vulnerable" en España y "No Amenazada" a nivel mundial.

A lo largo del río Odiel, la contaminación del agua y la desaparición de la vegetación de ribera por causas de origen antrópico (explotaciones mineras y polígono industrial de Huelva principalmente) son los mayores problemas a los que se enfrenta la fauna ribereña.

En función de lo arriba mencionado y las observaciones de campo, la calidad de los tramos del Odiel según la disponibilidad y la calidad de los hábitats para la fauna ribereña es la siquiente:

Los tramos superiores del río Odiel (18,3 % del recorrido fluvial) se caracterizan por presentar una calidad que se puede clasificar como muy buena presentan una vegetación de ribera compuesta por especies autóctonas, muy bien estructurada y continua. Ésta conecta en su mayor parte con el ecosistema adyacente (encinares y alcornocales principalmente) y la presencia humana es muy baja.

Alguno de los tramos comprendidos hacia el final del recorrido del río, salvo uno de ellos que está más próximo al inicio (23,5 % del recorrido fluvial), presenta una calidad buena. Uno de los tramos presenta vegetación de ribera formada por especies autóctonas y continuas en casi toda su extensión, si bien se halla algo desestructurada y la vegetación arbórea aparece de forma intermitente. La conectividad con el entorno, formado por dehesas ocupadas por ganado, es media. Las marismas poseen hábitats variados especialmente importantes para las aves, si bien la presencia del núcleo urbano y el polígono industrial de Huelva, así como de otras poblaciones de inferior tamaño, ha destruido una importante parte de éstos.

Las zonas de peor calidad se encuentran repartidas a lo largo del 54,7 % del trazado fluvial y se localizan fundamentalmente en la parte media del río, posee unos hábitats ribereños en muy mal estado. La presencia de aguas ácidas ha limitado enormemente el desarrollo de la vegetación de ribera, inexistente en la mayor parte de estos tramos y muy desestructurada allí donde aparece.

La calidad en el embalse Odiel-Perejil (3,5 % del trazado fluvial) según la disponibilidad y la calidad de los hábitats para fauna ribereña es aceptable; la vegetación de ribera es discontinua y se limita a los márgenes, estando ausente el estrato arbóreo. El entorno se halla muy alejado de los núcleos de población y la gran masa de agua puede suponer un atractivo para ciertas especies.



### II.10 REDES DE CONTROL

# II.10.1 Red de vigilancia y control de las aguas superficiales

Estas redes de control de calidad de las aguas se inscriben en el marco legislativo que configura la Ley de Aguas de 2 de Agosto de 1985, con los Reglamentos que lo desarrollan como son el Reglamento del dominio Público, de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica; asimismo, en cumplimiento de las Directivas y decisiones del Consejo de las Comunidades Europeas.

Todo este marco legislativo obligó a la Confederación Hidrográfica del Guadiana a realizar las actividades necesarias para el control de la calidad de las aguas superficiales y a ejercer el control de los vertidos que se realizan a ellos.

La gestión efectiva del seguimiento y control de las actividades de provocar la contaminación del medio hídrico, requiere incrementar las actuaciones que se han venido ejerciendo. Ello ha implicado, entre otros aspectos, la integración de las diferentes redes de control de las aguas superficiales en una única red, ICA, adaptada a las necesidades y exigencias de la legislación en vigor.

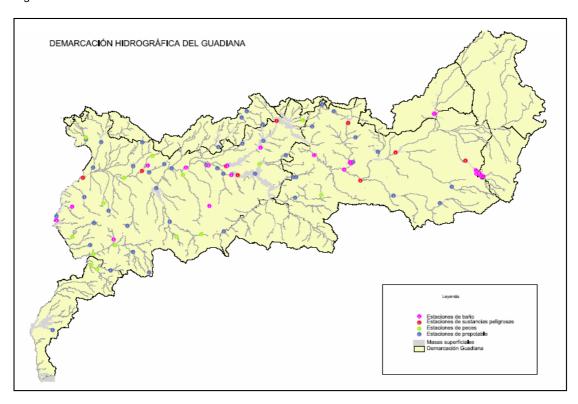


Figura II-21: Mapa de la RED ICA de la Demarcación del Guadiana



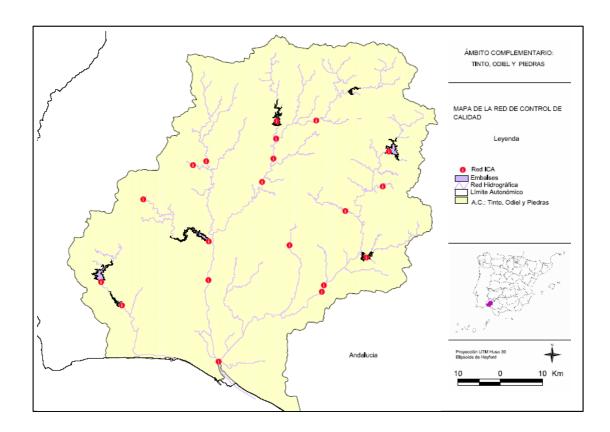


Figura II-22: Mapa de la RED ICA del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras

Las estaciones de muestreo están constituidas por todos aquellos puntos en los que se toman muestras de agua que posteriormente se analizan tanto de un modo sistemático, como que obedezca en cada momento a las necesidades específicas de los estudios, trabajos o actividades concretas que pueda desarrollar la Comisaría de Aguas del organismo de cuenca (por ejemplo episodios de eutrofización).

Por otro lado, esta red de estaciones de muestreo periódico viene a sustituir y complementar todas las redes de control de calidad existentes hasta el momento presente. Por tanto, constituye el esquema básico para la obtención de muestras y la realización de análisis sobre las mismas que permitan conocer la evolución de la calidad a lo largo del tiempo, y su comparación con los objetivos o calidades deseables que se hayan designado para los diferentes tramos de río.

La red ICA (Red Integral de Calidad de las Aguas) se diseñó en el 1993 basándose en la Red de Control de Calidad del Agua (COCA), la Red de Control de agua destinada al Abastecimiento (COAS) y la Red de Control de la calidad del agua para la vida Piscícola (COPI) y completándose con la Red de Control de Sustancias Tóxicas (TOX).

En la Cuenca del Guadiana, esta red está constituida por un total de unos 200 puntos de muestreo periódico que integran a las estaciones de la antigua red COCA, a las de la red COAS para control de tramos prepotables y a las de la red PISCIS o ICTIOFAUNA para control de la calidad de las aguas en relación con la vida piscícola y que, además, integran estaciones adicionales que completan el sistema de control periódico de la calidad tal como está definido en la actualidad.

La explotación de esta red de estaciones durante cada año, genera la necesidad de realizar un total de 5.100 tomas de muestras en su conjunto, de las que se derivan numerosas



determinaciones analíticas a realizar sobre diferentes parámetros, por parte del laboratorio de la Confederación Hidrográfica del Guadiana.

### II.10.1.1 Red de control de aguas prepotables

La calidad exigida a las aguas superficiales que sean destinadas a la producción de agua potable, está fijada en el anejo nº 1 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (R.D. 927/1988) como condiciones mínimas que deben cumplir sus objetivos de calidad definidos en el correspondiente Plan Hidrológico de cuenca.

Anteriormente se publicaron los métodos de medición y la frecuencia de muestreos y análisis de aguas superficiales que se destinen a la producción de agua potable (O. de 8-II-88), y las características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable (O. de 11-V-88), donde se asumen respectivamente las Directivas 79/869/CEE Y 757/440/CEE.

Esta normativa específica debe respetarse en aquellos puntos en que las aguas superficiales de los ríos se derivan con la finalidad de ser destinadas a consumo humano, en función del grado de tratamiento potabilizador a que deban someterse antes de su distribución. Por ello, estas aguas quedan clasificadas en tres tipos:

Tipo A1: tratamiento físico simple y desinfección, por ejemplo filtración rápida y desinfección.

Tipo A2: tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección, por ejemplo, precloración, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección (cloración final).

Tipo A3: tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección, por ejemplo,

Tipo A3: tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección, por ejemplo, cloración al break-point, coagulación, floculación, decantación, filtración, refino (carbón activo) y desinfección (ozono, cloración final).

A cada tipo de los citados, se asigna una calidad diferente (mejor si precisa menos tratamiento) con características físicas, químicas y biológicas definidas, que después de los tratamientos del agua confluyen en una única calidad correspondiente a agua potable de consumo público que se comentará más adelante.

Las Comisarías de Aguas de los Organismos de cuenca, y según la Planificación Hidrológica, ha fijado para cada tramo inmediatamente superior a una toma de agua para abastecimiento de aguas potables, las características básicas de calidad que serán como mínimo las de los parámetros incluidos en la Tabla adjunta, adaptando la calidad real mediante las pertinentes actuaciones sobre los vertidos que impidan su adecuación, y en su caso exigiendo el tratamiento potabilizador adecuado al tipo de agua clasificada. Aguas inferiores a la calidad A3 no podrán ser usadas, salvo excepcionalmente si se prevee un tratamiento especial que las potabilice, situación que deberá notificarse a la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del Ministerio de Medio Ambiente para su comunicación a la Comisión de la C.E.E.

Esta calidad debe ser protegida, mantenida y vigilada con especial atención, por lo que se preveen controles para el seguimiento de su evolución. Estos controles se realizarán por las Confederaciones Hidrográficas o empresas colaboradoras, con Métodos y Frecuencias establecidas que no podrán ser menos estrictos que los adjuntados.

Las muestras deben ser representativas, tomadas en el punto de muestreo donde se recojan las aguas antes de ser enviadas al tratamiento de depuración. Su frecuencia vendrá determinada según la población servida en número de habitantes, detalladas de las mismas Comisarías de Aguas de los Organismos de cuenca correspondientes, pudiéndose reducir cuando por la Confederación Hidrográfica se observe que los valores obtenidos de algunos parámetros sean mucho mejores que los establecidos en los objetivos de calidad fijados en sus Planes Hidrológicos, previa notificación a la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas; incluso llegado el caso en que no existiese contaminación alguna ni riesgo de deterioro de la calidad de las aguas, podrá proponerse la supresión de todo análisis regular.



## II.10.1.2 Red de control de aguas piscícolas

La calidad exigible a las aguas continentales cuando requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces, queda definida en el anexo nº 3 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (R.D. 927/1988) en el sentido de condiciones mínimas de los objetivos de calidad recogidos en el Plan Hidrológico de cada cuenca. Posteriormente, se publicaron los métodos y frecuencias de análisis o de inspección de las aguas continentales que requieran protección o mejora para el desarrollo de la vida piscícola (O. de 16-XII-88), completando la adaptación de la Directiva 78/659/CEE.

Se entiende por aguas continentales que requieran protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces, en las que viven o podrían vivir distintas especies piscícolas, por lo que se clasifican en los dos grupos siguientes:

Tipo S: Aguas salmonícolas, especies tales como el salmón (Salmo salar), la trucha (Salmo trutta), el tímalo (Thymallus) y el corégono (Coregonus).

Tipo C: Aguas ciprinícolas, ciprínidos (Cyprinidae), u otras especies tales como el lucio (Esox lucius), la perca (Perca fluviatilis) y la anguila (Anguilla anguilla).

Se definen las aguas continentales para el uso piscícola, de manera que habrán de poseer unos niveles de calidad no menos estrictos que los valores de los parámetros exigidos para los dos tipos de especies definidos.

Dado que el control de calidad a realizar, es particularmente necesario en aquellos tramos de ríos donde se ha reconocido una especial vocación para un determinado uso, o a los que se ha asignado una protección expresa para el desarrollo de la vida piscícola en sus aguas, los Métodos analíticos y las Frecuencias mínimas que se emplearán para ello corresponderán a los adjuntados.

El punto de muestreo exacto en función de las condiciones locales del medio será determinado fijando la distancia al vertido de contaminantes más cercano y la profundidad a que deba muestrearse.

# II.10.1.3 Red de control de sustancias tóxicas en aguas superficiales

El origen de la Red de sustancias tóxicas, diseñada y explotada por la Confederación Hidrográfica, son las Directivas del Consejo de las Comunidades Europeas, relativas a la contaminación causada por los vertidos de determinadas sustancias peligrosas, que tienen por cometido la protección del medio acuático de la Comunidad.

La aplicación de las citadas Directivas exige a los Estados miembros el establecimiento y seguimiento de la Red Nacional de Vigilancia y Control (vertidos y aguas superficiales), de acuerdo al art. 13 de la Directiva 76/464/CEE; debiendo informar periódicamente al Consejo sobre dichos pormenores, mediante la cumplimentación de cuestionarios específicos o esquemas elaborados por la Comisión con arreglo al procedimiento previsto en el artículo 6 de la Directiva 91/692/CEE, y prescrito en la Decisión 95/337/CEE que modifica la 92/446/CEE.

En febrero de 1997 sale a la luz la nueva Propuesta de Directiva 97/0067 (DO C0067 26/2/1997) de la Comisión de las Comunidades Europeas relativa a la política ambiental del agua, desde ahora denominada Directiva Marco, que ha pasado por sucesivos borradores hasta su aprobación el 23 de octubre de 2000.

En cuanto a los objetivos referidos a aguas superficiales naturales, la Directiva Marco dice en su artículo 4 que los estados miembros tratarán de "prevenir el deterioro y la contaminación de las aguas superficiales y regenerar las aguas superficiales con objeto de alcanzar un buen estado de las mismas", recogiendo en sus anejos VIII, IX y X las sustancias contaminantes prioritarias y obligando a:



- La caracterización y determinación del estado químico de las masas de agua (art.5, Aneio II)
- El seguimiento y evolución de la concentración de contaminantes (art. 8, Anejo V)

Los datos existentes de la explotación de esta Red han sido utilizados para la evaluación del impacto sobre la calidad de las aguas, dentro de la primera caracterización de la Demarcación Hidrográfica (art.5, Anejo II). Sin embargo, esta Red deberá ser adaptada a la definición de las masas de agua y a los resultados de estudios de presiones e impactos para constituir la Red de seguimiento de contaminantes (art. 8, Anejo V).

II.10.2 Sistema automático de vigilancia y control de la calidad de las aguas superficiales En la cuenca del Guadiana, está implantado el Sistema Automático de Calidad de las Aguas (SAICA), compuesto por una serie de estaciones de medida de la calidad de las aguas y una base de datos que contiene toda la información referente a la normativa, organismos implicados, información cartográfica de cauces, vertidos, captaciones, estaciones de control, etc.

Se trata de un sofisticado sistema de control y gestión de la calidad de las aguas, que permite recibir y procesar en continuo la información generada tanto por las estaciones de la Red de Alerta como por el laboratorio de la Confederación. Asimismo, posibilita la posterior gestión automatizada de toda la información generada, facilitando la realización de informes, diágnosticos de la calidad y evaluación de aptitud de las aguas para los diferentes usos, gestión gráfica y estadística de los datos disponibles, intercambio de información entre la Confederación Hidrográfica y otros organismos, etc....

Se trata de un sistema abierto y flexible, en proceso de continua mejora y adaptación a las nuevas exigencias que las diferentes normativas en materia de calidad de las aguas van disponiendo.

El Sistema SAICA se apoya en dos tipos de redes de control, la Red ICA (obtiene los datos analíticos a partir de un muestro manual en las estaciones) y a Red ALERTA (obtiene los datos en continuo a través de estaciones automáticas mediante analizadores y tomas de muestras automáticas, lo que proporciona datos en tiempo real).

El mapa adjunto muestra la situación de las estaciones automáticas de alarma del SAICA. Se han implantado en dos fases, las cuales están diferenciadas en el mapa con los colores verde y rojo.



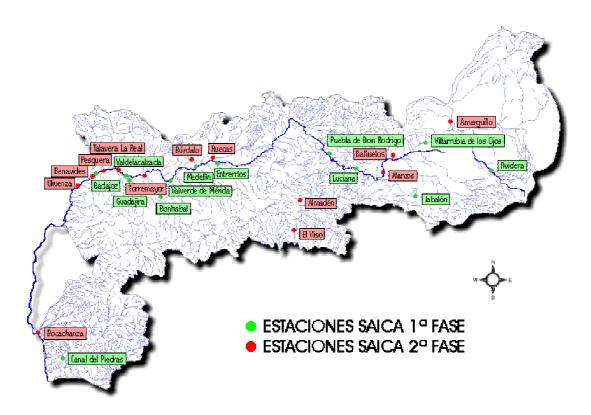


Figura II-23: Mapa de la RED ICA de la Demarcación del Guadiana y del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



# II.10.3 Red de control de sustancias tóxicas en aguas subterráneas

En la demarcación hidrográfica de la C.H. Guadiana, se encuentran 14 Unidades Hidrogeológicas que ocupan una superficie poligonal de 23.881 Km². Algunas de éstas, como es el caso de La Mancha Occidental o Los Campos de Montiel, juegan un papel prioritario en el abastecimiento de población y son fundamentales en los equilibrios hídricos de Parques como Las Tablas de Daimiel, Lagunas de Ruidera, etc. Otras suministran optativamente en períodos de seguía agua a población, o se utilizan para regadío de cultivos especiales, etc...

En estas UU.HH. la Comisaría de Aguas ha realizado diversos estudios, entre los que destaca en el aspecto analítico el llevado a cabo en los años 1.990-94, en las UU.HH. 0404 y 0406, en que se investigó la presencia de microcontaminantes orgánicos y sus posibles orígenes.

En 1.994 se inició el control sistemático de la calidad del agua de las UU.HH., focalizando los escasos recursos que disponía esta Unidad Administrativa al control de las UU.HH. 0404 y 0406. Recientemente, se han incorporado las 0413 y 0414, por la posibilidad de interconexión con la contaminación inducida por el vertido de Minas de Aznalcollar.

El consejo de la Unión Europea en su Directiva 2000/60/CEE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas , y en su Anexo V.2., apartados 2.3, 2.4 y 2.5 establece que se creará una red de control de aguas subterráneas de conformidad con lo dispuesto en los artículos 8 y 10. La red de control debía estar diseñada de modo que proporcionara una apreciación coherente y amplia del estado químico de las aguas subterráneas en la demarcación, y detectara la presencia de tendencias al aumento prolongado de contaminantes, inducidas antropogénicamente.

Por otra parte, la Ley de Aguas en su Título Primero, del Dominio Público Hidraúlico del Estado en su capítulo primero, 2.a y el Reglamento del Dominio Público Hidraúlico que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de Agosto, de Aguas en su Título Primero 2.a define a las aguas subterráneas renovables, con independencia del tiempo de renovación como constitutivas del Dominio Público Hidráulico del Estado y consecuentemente, en la demarcación hidrográfica del Guadiana, responsabilidad de esta Comisaría de Aguas.

En consecuencia se acometió el control de las aguas subterráneas con tres diferentes estadíos: en el básico y con frecuencia trimestral, se analizarían los definidos en 2.4.2 del Anexo V.2 de la Propuesta de Directiva mencionada, y los cationes y aniones mayoritarios. En el segundo, y con frecuencia semestral, se cuantificarían los elementos tóxico-acumulativos. En el tercero, anual, los Plaguicidas PAH, PCB's y los compuestos orgánicos incluidos en la Lista I de la Directiva 76/464 y 80/68.

Esta red, cuyos datos han sido también utilizados en la primera caracterización de la demarcación, deberá adaptarse a la definición de las masas de agua subterráneas e integrarse dentro de los programas de control de vigilancia, en los que se realizarán controles operativos con objeto de:

- Determinar el estado químico de todas las masas o grupos de masas de agua subterránea respecto de las cuales se haya establecido riesgo.
- Determinar la presencia de cualquier tendencia prolongada al aumento de la concentración de cualquier contaminante inducido antropogénicamente.



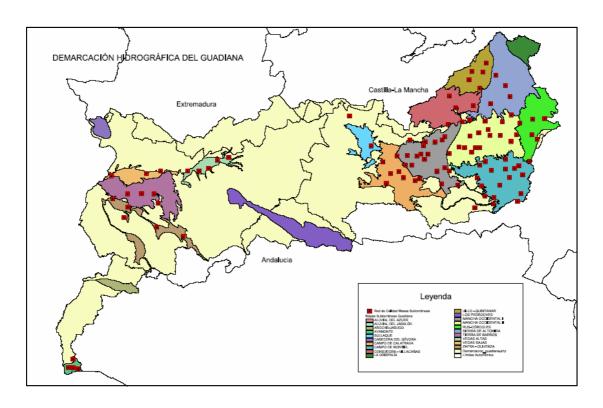


Figura II-24: Mapa de la Red de Control de las aguas subterráneas de la Demarcación del Guadiana

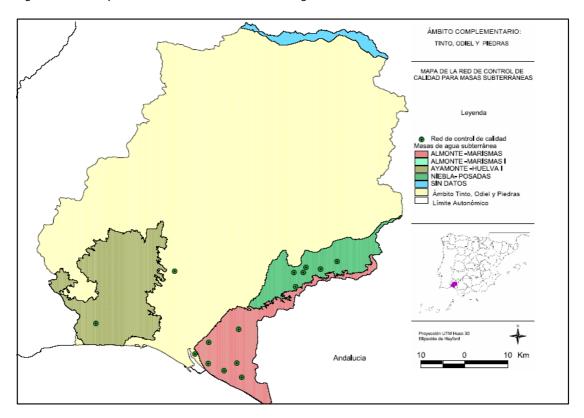


Figura II-25: Mapa de la Red de Control de las aguas subterráneas del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



### II.10.4 Red de vigilancia y control de caudales circulantes

#### II.10.4.1 Red foronómica

Normalmente, la estación foronómica más simple debe poseer, además de la inevitable escala de niveles, el limnígrafo registrador. Los tipos de estaciones de aforo son los siguientes:

- Escala simple. Sólo debe de adoptarse en circunstancias de excepción, como por ejemplo con carácter provisional, hasta que pueda montarse por lo menos un limnígrafo. Mientras se llega a ello será preciso multiplicar las lecturas diarias, particularmente durante las crecidas, incluso de noche, aunque esto en general suele ser poco viable.
- Escala y limnígrafo. Esta solución suele considerarse suficiente en muchos casos para los ríos principales, donde la importancia del cauce no admite normalmente encauzamientos ni vertederos. Bien atendidas las instalaciones y con aforos frecuentes para garantizar la curva de gastos aplicada, se puede llegar a la mayor precisión y seguridad que quepa normalmente desear, siempre que, como es natural, haya puentes adecuados para aforar.
- Escala con limnígrafo y vagoneta para aforar. Sólo difiere del caso anterior en la adición de la vagoneta para aforar, por no existir puente próximo adecuado o barca de paso que la reemplace.
- Tramo canalizado con vertedero simple. Se utiliza cuando las dimensiones del cauce y terreno de cimentación permitan hacer un encauzamiento, dejando sección rectangular mediante muros laterales en ambas márgenes y un vertedero que marque el umbral.
- Vertederos múltiples. Esta categoría de estación de aforos es perfectamente asequible, si las condiciones del terreno de cimentación no son extremadamente negativas, y el cauce del río puede ser recto, en una cierta longitud aguas arriba de los vertederos, y aguas abajo no haya irregularidades u obstáculos que influyan en el régimen de aguas arriba.

No existe un patrón estándar de clasificación de las redes foronómicas; sino que éstas se clasifican siguiendo diversos sistemas, ya sea de acuerdo al periodo de operación, al tipo de parámetros observados o al uso que se le darán a los datos. Normalmente el periodo de observación (permanente o temporal) y el tipo de parámetros que observados categorizan al punto de medición dentro de un sistema de protocolos de observación en tanto que el uso que se le da a los datos es un rasgo que por lo general caracteriza a toda la red, esto quiere decir que según la finalidad misma de la red las estaciones se pueden clasificar en:

- a) Estaciones de Régimen General: Están destinadas a suministrar la información básica para el estudio, al nivel regional, de las variables en observación (elementos del Balance Hídrico) y sustentan la aplicación de los principios de generalización a zonas con características hidroclimáticas homogéneas. Pueden ser de carácter permanente y proporcionan la base para estudios estadísticos, de regionalización y caracterización.
- b) Estaciones de Régimen Específico: Se utilizan para obtener información que permita describir el comportamiento específico de zonas que cuentan con características anómalas al régimen general o en las cuales es necesaria una administración mas detallada del recurso. Por ejemplo, zonas donde existe alta presión sobre el recurso, con condiciones fisiográficas especiales y/o características geológicas o hidrogeológicas particulares. Estas estaciones pueden ser permanentes o temporales y ocasionalmente pueden ser utilizadas para establecer relaciones validas entre los datos de ellas y los datos de las estaciones de régimen general.



Los criterios de optimización para una red de referencia de régimen general y otra de régimen específico difieren y por ende siempre es necesario definir con claridad el propósito de la optimización. Es necesario aclarar que los dos tipos de estaciones no discrepan entre sí y que en la mayoría de los casos una red de administración integral del recurso hídrico debe contener los dos tipos de estaciones.

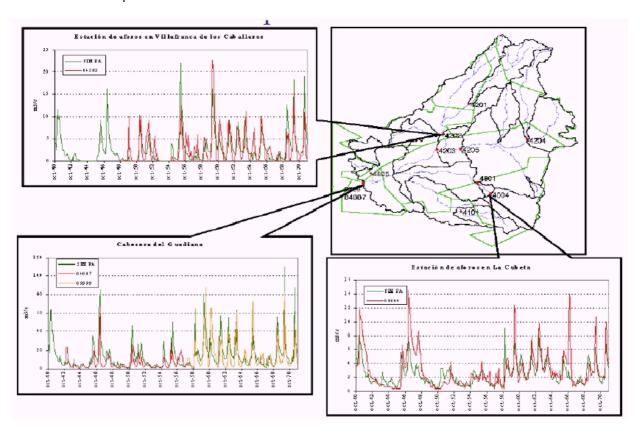


Figura II-26: Ejemplo de estaciones de aforo en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana



### II.10.4.2 Sistema automático de información hidrológica

El Sistema Automático de Información Hidrológica de la Cuenca Hidrográfica (SAIH) responde a la necesidad de racionalizar y agilizar el proceso de toma de decisiones en tres aspectos fundamentales relacionados con la gestión hidráulica de la Cuenca:

- Gestión global de los recursos hidráulicos, a fin de optimizar su asignación y explotación (abastecimientos, regadíos, centrales hidroeléctricas, etc.)
- Previsión y actuación en situaciones de avenidas, con objeto de minimizar los daños causados por las mismas.
- Vigilancia de los niveles de contaminación de las aguas de los ríos y canales

Para cumplir estos objetivos se ha dispuesto de una red de telemedida y telecontrol que transmite y procesa todas las variables captadas, proporcionando datos en tiempo real que permiten la mejora en la toma de decisiones, en especial en avenidas.

El SAIH se estructura en tres niveles jerárquicos. En los Puntos de Control se efectúa la adquisición de los datos de campo, realizándose un almacenamiento de la información, una primera elaboración de la misma y la transmisión al nivel jerárquico superior, Punto de Concentración.

Los Puntos de Concentración constituyen el segundo nivel y responden a la necesidad de dividir la Cuenca en varias zonas siguiendo, fundamentalmente, criterios de explotación. En cada uno de estos puntos, se concentra la información captada en los puntos de control de su zona, se procesa y almacena esa información y se transmite al Centro de Proceso de Cuenca.

Finalmente, el tercer nivel corresponde al Centro de Proceso de Cuenca, en donde se recibe la información de todos los puntos, se procesa y almacena, soportando las funciones de configuración, mantenimiento, gestión y supervisión de toda la Cuenca.

La transmisión de la información entre los tres niveles se realiza mediante una red de comunicaciones.

En los siguientes mapas están representadas las redes de aforos de la Demarcación del Guadiana y la del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras.



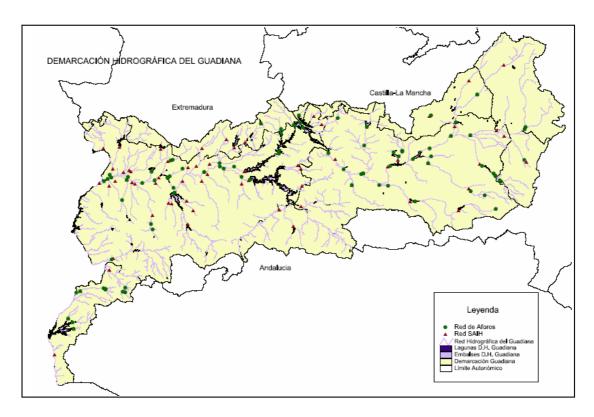


Figura II-27: Mapa de las Redes de Aforos de la Demarcación del Guadiana

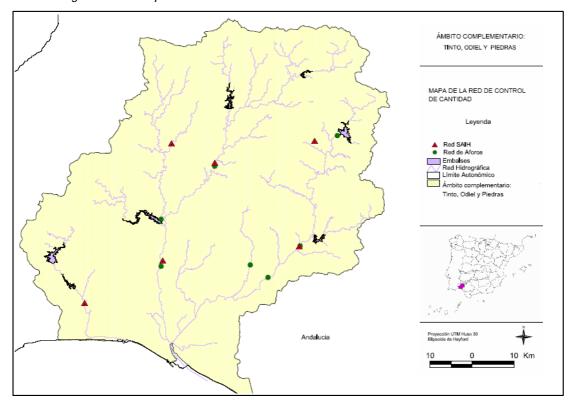


Figura II-28: Mapa de las Redes de Aforos del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras



# II.10.5 Redes de vigilancia y control de los niveles piezométricos

Con respecto a las aguas subterráneas, las redes de piezometría e hidrometría son las que aportan datos sobre niveles de agua en los acuíferos y caudales en los manantiales, respectivamente. La red de hidrometría incluye también, ocasionalmente, mediciones de algunos cursos de agua además de los manantiales.

De las redes existentes destacan, por su mayor aproximación a los objetivos de una red de propósito general de alcance nacional, las de piezometría e hidrometría operadas por el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) desde finales de los años 60 hasta la actualidad. En los últimos años vienen siendo operadas conjuntamente por el ITGE y la DGOHCA.

La toma de datos sistemática comienza a finales de los años 60, mientras que el gran impulso de investigación de las aguas subterráneas que se dio en la primera mitad de los 70 llegó a producir casi 4.000 datos anuales.

En los últimos años se ha producido un descenso en el número de puntos de estas redes. Desde 1996, la responsabilidad de la publicación de los datos de estas redes, junto con las aguas superficiales, corresponde a la DGOHCA, del Ministerio de Medio Ambiente.

La red básica de control piezométrico está constituida al final del año 2002, por 109 puntos de observación, con los que ha sido posible registrar niveles en 8 UU.HH; la densidad espacial de observación más elevada se tiene en la unidad hidrogeológica 04.04.

Últimamente se han incorporado a la red algunos puntos de reciente construcción.

Cuenca	Número de puntos de control		
Hidrográfica del	De nueva ejecución	Preexistentes	Total
Guadiana	118	86	204



En los mapas siguientes están representadas las Redes de Control Piezométrico para la Demarcación del Guadiana y para el ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras.

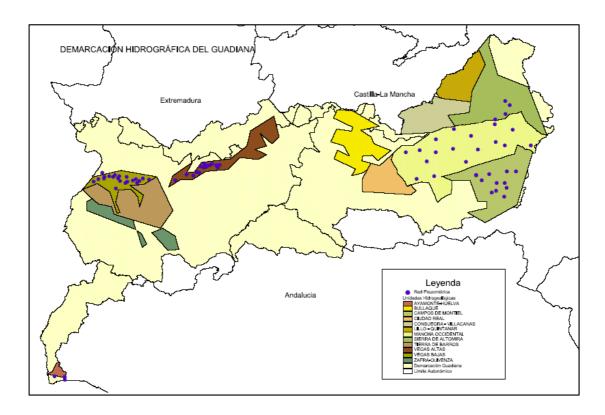


Figura II-29: Red de control piezométrico de la Demarcación del Guadiana





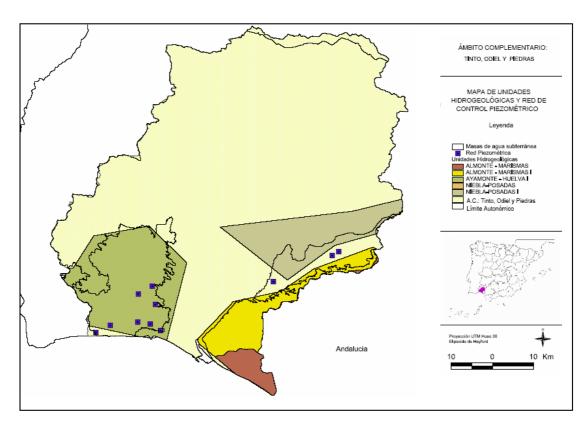


Figura II-30: Mapa de la Red Piezométrica del Ámbito complementario de las cuencas de los ríos Tinto , Odiel y Piedras