

### 3.3. HUMEDALES

La red de control biológico en humedales está compuesta por 40 estaciones. A diferencia de lo que ocurre con la red en embalses, en este caso no hay ningún humedal con más de una estación, con lo que el número total de humedales incluidos en la red es también de 40.

La selección de los 40 humedales pertenecientes a la red de control se ha hecho en base a los trabajos de caracterización desarrollados por la Confederación Hidrográfica del Guadiana en cumplimiento del Artículo 5 de la Directiva Marco del Agua. Los 33 humedales de la cuenca clasificados como masas de agua dentro de la categoría de lagos han sido incluidos en la red. Los siete restantes han sido seleccionados por su singularidad o interés ecológico según criterio de experto.

El diseño definitivo de la red se ha visto igualmente afectado por los cambios ocurridos en la gestión de las cuencas del Tinto, Odiel y Piedras, que han obligado a sustituir dos humedales incluidos en el diseño inicial por otros dos situados en la cuenca del Guadiana.

La lista definitiva de humedales se presenta a continuación:

**Tabla 139.** Humedales pertenecientes a la Red de Control Biológico de la cuenca del Guadiana. Se especifica si son o no masas de agua según la caracterización realizada por la CHG.

HUMEDAL	PROVINCIA	MUNICIPIO	MASA DE AGUA (Lagos)
Laguna de El Hito	Cuenca	El Hito, Montalbo	SI
Laguna de Sánchez-Gómez	Cuenca	Mota del Cuervo	SI
Laguna de Manjavacas	Cuenca	Mota del Cuervo	SI
Laguna del Taray	Cuenca	Las Pedroñeras, Las Mesas	SI
Laguna del Longar (Lillo)	Toledo	Lillo	SI
Laguna del Prado	Toledo	Villacañas	NO
Laguna Larga	Toledo	Villacañas	SI
Laguna de Tirez	Toledo	Villacañas	SI
Laguna de Peña Hueca	Toledo	Villacañas	SI
Laguna Grande de Miguel Esteban	Toledo	Miguel Esteban	NO
Laguna del Taray	Toledo	Quero	SI
Laguna Grande	Toledo	Quero	SI
Laguna Grande de Villafranca	Toledo	Villafranca de los Caballeros	SI
Laguna de las Yeguas	Ciudad Real	Alcázar de San Juan	SI
Laguna del Camino de Villafranca	Ciudad Real	Alcázar de San Juan	SI
La Veguilla	Ciudad Real	Alcázar de San Juan	NO *
Laguna de Alcahozo	Ciudad Real	Pedro Muñoz	SI
Laguna de Retamar	Ciudad Real	Pedro Muñoz	SI

**Tabla 139.** Humedales pertenecientes a la Red de Control Biológico de la cuenca del Guadiana (Continuación).

HUMEDAL	PROVINCIA	MUNICIPIO	MASA DE AGUA (Lagos)
Laguna de Salicor	Ciudad Real	Campo de Criptana	SI
Nava Grande	Ciudad Real	Malagón	SI
Laguna Blanca	Ciudad Real	Villahermosa	NO
Laguna de Cueva Morenilla	Ciudad Real	Ruidera	SI
Laguna de la Colgada	Albacete, C. Real	Ossa de Montiel, Ruidera	SI
Laguna Concejo	Albacete	Ossa de Montiel	SI
Laguna San Pedro	Albacete	Ossa de Montiel	SI
Laguna de la Coladilla	Ciudad Real	Ruidera	SI
Laguna Salvadora	Albacete	Ossa de Montiel	SI
Laguna Batana	Albacete	Ossa de Montiel	SI
Laguna de Santos Morcillo	Albacete	Ossa de Montiel	SI
Laguna Lengua	Albacete	Ossa de Montiel	SI
Laguna Redondilla	Albacete	Ossa de Montiel	SI
Laguna Tinaja	Albacete	Ossa de Montiel	SI
Laguna Tomilla	Albacete	Ossa de Montiel	SI
Laguna del Rey	Ciudad Real	Ruidera	SI
Tablas de Daimiel	Ciudad Real	Daimiel, Villarubia de los Ojos	NO
Laguna de Caracuel	Ciudad Real	Corral de Calatrava	SI
Laguna de los Almeros	Ciudad Real	Villamayor de Calatrava	NO
Laguna de Cucharas	Ciudad Real	Villamayor de Calatrava	NO
Laguna del Prado	Ciudad Real	Pozuelo de Calatrava	SI
Laguna del Huevo	Badajoz	Azuaga	NO

\* En el Informe Resumen de los Artículos 5 y 6 de DMA (CHG, 2005) no consta como masa de agua en el apartado de caracterización, sin embargo si aparece en el registro de masas de agua protegidas.

Los trabajos ofertados incluían tres campañas de muestreo por estación, previstas en función de los ciclos hidrológicos de cada humedal. Estos objetivos no se han podido alcanzar debido a la falta de precipitaciones durante los dos años hidrológicos en los que se han desarrollado los trabajos de campo. Las condiciones de acusada sequía han hecho que buena parte de los humedales temporales de la cuenca estuvieran completamente secos durante el periodo de duración de los trabajos. La consecuencia de esta situación es que no ha sido posible realizar todos los muestreos previstos. En la Tabla 140 aparece el número de muestreos llevados a cabo en cada humedal, así como la época del año en que se realizaron dichos muestreos.

**Tabla 140.** Muestréos realizados en humedales de la Red de Control Biológico durante el periodo 2005-2006.

HUMEDAL	2005		2006		Nº TOTAL MUESTREOS
	MARZO	OCTUBRE	MARZO	AGOSTO	
Laguna de Manjavacas	X	-	-	-	1
Laguna del Taray (Pedroñeras)	X	-	X	X	3
Laguna del Longar (Lillo)	X	-	-	-	1
Laguna del Prado (Villacañas)	X	-	-	-	1
Laguna Larga	X	-	-	-	1
Laguna del Taray (Quero)	X	-	X	-	2
Laguna Grande de Villafranca	X	-	X	X	3
Laguna Camino de Villafranca	X	-	-	-	1
La Veguilla	X	-	-	-	1
Laguna de Retamar	X	-	-	-	1
Laguna Concejo	-	X	X	X	3
Laguna Tomilla	-	X	X	X	3
Laguna Tinaja	-	X	X	X	3
Laguna San Pedro	-	X	X	X	3
Laguna Redondilla	-	X	X	-	2
Laguna Lengua	-	X	X	X	3
Laguna Salvadora	-	X	X	X	3
Laguna de Santos Morcillo	-	X	X	X	3
Laguna Batana	-	X	X	X	3
Laguna de la Colgada	-	X	X	X	3
Laguna del Rey	-	X	X	X	3
Laguna de Cueva Morenilla	-	X	X	X	3
Laguna de la Coladilla	-	X	X	X	3
Tablas de Daimiel	X	-	X	X	3
Laguna de Caracuel	X	-	-	-	1

Según muestra la Tabla 140, solamente se han podido completar los muestréos previstos en 15 de los 40 humedales, casi todos ellos en el complejo de las Lagunas de Ruidera. En otros 2 humedales se han podido realizar 2 tandas de muestréos mientras que 8 más pudieron ser muestréados una sola vez. En el resto de humedales no se encontraron durante los años 2005 y 2006 las condiciones hidrológicas necesarias para poder llevar a cabo un muestreo representativo.

En cada estación de muestreo se han analizado parámetros biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos, según muestra la Tabla 141.

**Tabla 141.** Parámetros analizados en los muestreos de las estaciones de la Red de Control Biológico en humedales.

	PARÁMETRO
INDICADORES BIOLÓGICOS	Fitoplancton
	Pigmentos fotosintéticos
	Invertebrados planctónicos y bentónicos
	Macrófitos
	Peces (una sola campaña de muestreo)
INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS	Perfil de la columna de agua (temperatura, turbidez, conductividad, oxígeno, pH)
	Profundidad del Disco de Secchi
	Alcalinidad*
	Cloruro*, Sulfato*, Calcio*
	Nutrientes* (fósforo total, amonio, nitritos y nitratos)
INDICADORES HIDRO-MORFOLÓGICOS	Profundidad máxima
	Régimen hidrológico
	Índice de estado de conservación (ECELS)

\*Analizado en laboratorio

Los muestreos de peces se han realizado solamente en aquellos humedales permanentes en los que se obtuvieron los permisos correspondientes para tal actividad. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, los perfiles verticales se han realizado solamente en los casos en que la profundidad del humedal lo permitía. En humedales someros se han tomado los valores de los parámetros en superficie.

### 3.3.1. RESULTADOS

#### 3.3.1.1. INDICADORES BIOLÓGICOS

##### 3.3.1.1.1. *Fitoplancton y Pigmentos Fotosintéticos*

Las muestras para identificación y recuentos de fitoplancton y las de pigmentos fotosintéticos se obtuvieron a partir de una sola muestra tomada en un punto representativo del humedal. Cuando las condiciones lo requerían, se tomaba una muestra compuesta por submuestras de diferentes lugares.

El análisis de la muestra de fitoplancton se ha realizado mediante el método Utermöhl (Lund *et al.*, 1958).

Para la muestra de fitoplancton cualitativo se utilizó una red de 35 µm de luz de malla, realizando un arrastre en el seno del agua, de forma horizontal, hasta conseguir un filtrado visible. Estas muestras permiten un análisis de abundancias relativas de los diferentes taxones, que complementa el obtenido en las muestras de botella.

Para determinar la concentración de clorofila-a se recogieron las muestras mediante filtración *in situ* de volúmenes conocidos de agua. Los filtros se guardaron en frío y a oscuras hasta su determinación en laboratorio. La extracción de los pigmentos se realizó con acetona y se cuantificaron por espectrofotometría de absorción molecular en el laboratorio.

La Tabla 142 muestra las concentraciones de clorofila-a en las estaciones muestreadas.

**Tabla 142.** Concentración de clorofila-a en las estaciones de humedales de la Red de Control Biológico del Guadiana.

HUMEDAL	CLOROFILA (mg-Chl-a / m <sup>3</sup> )			
	MARZO 2005	OCTUBRE 2005	MARZO 2006	AGOSTO 2006
Laguna de Manjavacas	112,2	-	-	-
Laguna del Taray (Pedroñeras)	1107,7	-	473,17	93,74
Laguna del Longar (Lillo)	1206,8	-	-	-
Laguna del Prado (Villacañas)	25,6	-	-	-
Laguna Larga	138,1	-	-	-
Laguna del Taray (Quero)	84,9	-	54,73	-
Laguna Grande de Villafranca	1,9	-	2,08	2,01
Laguna Camino de Villafranca	43,2	-	-	-
La Veguilla	1222,8	-	-	-
Laguna de Retamar	30,7	-	-	-
Laguna Concejo	-	3,0	0,68	0,99
Laguna Tomilla	-	1,4	0,8	1,43
Laguna Tinaja	-	0,5	1,23	0,86
Laguna San Pedro	-	1,3	1,09	1,45
Laguna Redondilla	-	2,6	2,24	-
Laguna Lengua	-	1,6	1,03	1,78
Laguna Salvadora	-	2,3	0,63	1,16
Laguna de Santos Morcillo	-	1,1	1,14	3,72
Laguna Batana	-	1,8	0,8	1,57
Laguna de la Colgada	-	1,8	0,6	1,89
Laguna del Rey	-	2,5	0,65	2,34
Laguna de Cueva Morenilla	-	2,8	5,77	29,23
Laguna de la Coladilla	-	2,4	9,86	18,63
Tablas de Daimiel	5,1	-	36,16	83,88

Los resultados completos de los recuentos y del fitoplancton de red se presentan en las Tablas 177 a 184 del Anexo III.I.

## ■ **Lagunas permanentes y semipermanentes**

### Tablas de Daimiel (Molemocho)

En esta estación de muestreo el nivel de agua disminuyó en cada uno de los muestreos realizados desde Octubre de 2005 a Agosto de 2006, y probablemente por ello, fue aumentando el nivel de eutrofia, ya que en Marzo de 2005 se hallaba en niveles de mesotrofia (5,1 mg/m<sup>3</sup> de clorofila-a) y en Agosto de 2006 la concentración de clorofila-a llegó a 83,88 mg/m<sup>3</sup>. En marzo de 2005 y Agosto de 2006, el fitoplancton estaba compuesto en su mayor parte por Clorofíceas, Diatomeas y Cianobacterias, si bien las especies presentes eran diferentes en cada caso. En Marzo de 2005 las especies dominantes fueron *Merismopedia tenuissima*, *Nitzschia palea* y *Scenedesmus quadricauda*, especies todas ellas propias de ambientes con mesotrofia-eutrofia. En Agosto de 2006, el fitoplancton fue más diverso. Entre las Clorofíceas dominaron géneros como *Scenedesmus*, *Monoraphidium*, *Didymogenes* y *Actinastrum*, y entre las diatomeas *Nitzschia*, *Cyclotella* y *Chaetoceros muelleri*, especie ésta última que se encuentra en aguas continentales salobres (Ortega-Mayagoitia y Rojo, 2000). En Agosto de 2006 cabe destacar también la presencia de Euglenofíceas. Este grupo suele aparecer ligado a aguas con gran cantidad de materia orgánica. En Marzo de 2006, además de los tres grupos ya señalados, se hallaron densidades elevadas de la Criptofíceas *Rhodomonas minuta* y la Crisofíceas *Chrysococcus sp.* La diatomea predominante en este caso fue *Cyclotella sp.* En cuanto a las clorofíceas aparecieron los mismos géneros que en Agosto de 2006, aunque las densidades celulares fueron mucho menores.

### Grande de Villafranca

La Laguna Grande de Villafranca se mantuvo en niveles de oligotrofia durante todo el periodo de estudio. La concentración de clorofila-a estuvo entre 1,9 y 2,08 mg/m<sup>3</sup> (Tabla 142) y las densidades celulares se mantuvieron en general también bajas, aunque en Agosto de 2006 sí fueron elevadas debido a la presencia de las cianobacterias coloniales *Aphanothece clathrata* y *Aphanocapsa incerta*, que presentan un gran número de células por colonia pero de muy pequeño tamaño. En Marzo de 2005 y de 2006 los grupos de fitoplancton dominantes en la laguna fueron Diatomeas, Clorofíceas y Criptofíceas, y en 2006, además de estos grupos, también fueron muy abundantes las Cianobacterias. En Agosto de 2006 dominaron Clorofíceas (cf. *Tetrachlorella incerta*) y Cianobacterias (*Aphanothece clathrata* y *Aphanocapsa incerta*).

### Taray de Quero

En esta laguna sólo se llevaron a cabo los muestreos de Marzo de 2005 y Marzo de 2006, ya que en Agosto de 2006 estaba seca. En ambos muestreos la laguna se encontraba en

estado de eutrofia, aunque la concentración de clorofila-a fue inferior en 2006 (Tabla 142). Sin embargo, las densidades celulares fueron mucho mayores en Marzo de 2005 (139.923 cel/ml) que en Marzo de 2006 (4.443 cel/ml), seguramente debido a la presencia en 2006 de especies como *Entomoneis alata*, que por su mayor tamaño aporta más biomasa. En 2005 dominaron las Diatomeas (la especie dominante fue *Nitzschia palea*) y en 2006 Diatomeas (en este caso *Entomoneis alata*) y Clorofíceas.

### Taray de Pedroñeras

Esta laguna se encontró en todos los muestreos en niveles de eutrofia-hipereutrofia, si bien la concentración de clorofila-a disminuyó progresivamente desde 1.108 mg/m<sup>3</sup> en marzo de 2005 a 93,74 mg/m<sup>3</sup> en Agosto de 2006 (Tabla 142). En marzo de 2005 y marzo de 2006 el fitoplancton de esta laguna estuvo compuesto casi exclusivamente por la Clorofícea *Chlorella ellipsoidea*, aunque cabe destacar la elevada presencia de Euglenofíceas, grupo que se asocia generalmente con aguas ricas en materia orgánica. En Agosto de 2006 esta especie fue sustituida por otras dos clorofíceas: *Pandorina morum* y *Tetraedron triangulare*, y además fue abundante la Criptofícea *Chroomonas* sp.

### Ruidera

En los tres muestreos realizados en las Lagunas de Ruidera durante el periodo de estudio tanto la concentración de clorofila-a como la abundancia total del fitoplancton se encontraban en rangos de oligotrofia, excepto en las lagunas Coladilla y Cueva Morenilla donde en 2006 se alcanzaron valores de mesotrofia. El rango de clorofila-a va desde 0,5 mg/m<sup>3</sup> (Tinajas, Octubre de 2005) a 3,7 mg/m<sup>3</sup> (Santos Morcillo, Agosto de 2006) excepto en las dos lagunas señaladas, donde el rango fue de 2,4 mg/m<sup>3</sup> (Octubre de 2005) a 29,23 mg/m<sup>3</sup> (Agosto de 2006) (Tabla 142). La abundancia total de fitoplancton en general fue baja en todas las muestras estudiadas, encontrándose siempre entre 347 y 5.036 cel/ml, excepto en Cueva Morenilla en Agosto de 2006, donde se alcanzó la máxima abundancia (21.536 cel/ml). Las densidades mínimas se hallaron en marzo de 2006, cuando sólo cuatro lagunas (Cueva Morenilla, Coladilla, Salvadora y Lengua) superaron las 2.000 cel/ml.

En octubre de 2005 los grupos dominantes en el fitoplancton fueron Diatomeas, Clorofíceas y en menor medida las Criptofíceas. Aunque en las diferentes lagunas se encontraron porcentajes relativos variables de estos tres grupos, en la mayoría dominaron las Diatomeas y sólo en Redondilla y Lengua dominaron las Clorofíceas. Las Diatomeas halladas pertenecen en su mayoría al género *Cyclotella* en todas las lagunas excepto en Coladilla y Cueva Morenilla, donde domina la especie *Asterionella formosa*. Las Clorofíceas más representadas fueron Chlorococales de pequeño tamaño, pertenecientes a géneros como *Tetrachlorella* o *Choricystis*. Destaca la presencia de *Planctonema lauterbornii* (Ulotrichaceae) en casi todas las lagunas, y en especial en Lengua donde llega a alcanzar 2.000 cel/ml. Esta

especie se ha descrito en lagos y embalses de la península Ibérica con alta mineralización del agua y en un periodo temporal que va desde el final del verano hasta final de otoño (Ramón y Moyá, 1984).

En Marzo de 2006 Cueva Morenilla y Coladilla continuaron dominadas por *Asterionella formosa*. En Colgada, Rey y Conceja el fitoplancton estaba compuesto principalmente por Crisofíceas (*Dinobryon sertularia*), Diatomeas (*Cyclotella* sp.) y Dinoflagelados (*Peridinium* sp.). En el resto de lagunas los grupos que aparecen mayoritariamente son Criptofíceas (sobre todo *Rhodomonas minuta*) y Clorofíceas, aunque San Pedro presentaba una densidad importante de Diatomeas (*Cyclotella* sp. y *Fragilaria ulna*) y Tinajas de *Dinobryon sertularia*. Destaca en Tomilla la presencia de la cianobacteria *Microcystis aeruginosa*, que no se halló en ninguna otra laguna. Esta especie puede llegar a formar *blooms* en condiciones ambientales adecuadas y es una especie potencialmente productora de toxinas.

En agosto de 2006 la composición del fitoplancton en todas las lagunas sigue de nuevo la misma pauta que en Octubre de 2005. Vuelven a dominar Diatomeas (*Cyclotella* y en Coladilla y Cueva Morenilla, *Asterionella formosa* y *Cyclotella*), junto con Clorofíceas, entre las que destaca *Planctonema lauterbornii*. Sólo en Tomilla, Colgada y Rey aparece además una población representativa de Criptofíceas.

En resumen, podemos decir que todas las lagunas tienen una composición del fitoplancton muy similar, con especies características de ambientes oligotróficos, excepto Cueva Morenilla y Coladilla que se encuentran físicamente separadas del resto y en un estado de mesotrofia.

## ■ **Lagunas temporales**

De las lagunas temporales muestreadas en Marzo de 2005, Camino Villafranca, Retamar, y Prado se encontraban en estado de mesotrofia, Manjavacas en eutrofia y Laguna Larga, Lillo, y Veguilla presentaban condiciones de hipereutrofia. En estas dos últimas la concentración de clorofila-a superaba los 1.000 mg/m<sup>3</sup> (Tabla 142).

En casi todas las lagunas dominaron Diatomeas y Clorofíceas, excepto en Veguilla donde sólo se encontraron Clorofíceas y en Lillo y la Laguna Larga, donde además aparecen elevadas densidades de cianobacterias. La mayoría de las especies de Diatomeas presentes pertenecen a los géneros *Navicula* y *Nitzschia*, siendo éste último el más abundante en número de células. Destaca además en la Laguna Larga la especie *Caetoceros muellerii*, indicadora de conductividad elevada. Respecto a las Clorofíceas, encontramos más diferencias entre las lagunas en cuanto a la composición específica, aunque en la mayoría se encontraron especies de Clorofíceas Volvocales, como *Chlamydomonas* spp. o *Carteria* sp. y Prasinofíceas como *Tetraselmis* sp. Todos estos géneros suelen ser abundantes en ecosistemas eutróficos. En

Manjavacas destaca la gran abundancia de Clorofíceas flageladas de pequeño tamaño pertenecientes al grupo de las Prasinofíceas.

### **3.3.1.1.2. Macrófitos**

Al igual que en ríos, el muestreo de macrófitos en humedales consistió en identificar en campo las especies presentes y determinar su abundancia. De las especies cuya identificación taxonómica generaba dudas, se tomaba una muestra para su posterior identificación en el laboratorio. Para la recolección de muestras sumergidas en zonas de cierta profundidad se utilizaban rastrillos como en los muestreos en embalses (véase apartado 3.2.1.1.4). Los métodos de conservación de las muestras son los mismos que para ríos y embalses (véase apartado 3.1.1.1.3).

El análisis de los datos se ha realizado de forma análoga al de las estaciones en ríos (véase apartado 3.1.1.1.3 y Tablas 88 y 89). Se ha establecido una valoración de la calidad del agua y del estado de conservación de cada humedal en función de las especies de hidrófitos, helófitos, higrófitos y halófitos hallados.

#### **■ Valoración por subcuencas**

Se han prospectado humedales pertenecientes a tres subcuencas fluviales. Las tablas con los resultados completos de los taxones encontrados, su abundancia y el grado de calidad que indican se presentan en el Anexo III.II (Tablas 185 y 186).

En la subcuenca del Alto Guadiana se han prospectado 15 localidades, todas ellas pertenecientes al complejo de Lagunas de Ruidera, en las que se ha observado una gran diversidad de macrófitos propios de aguas de buena o muy buena calidad (*Callitriche* sp., *Potamogeton* spp., *Sparganium angustifolium*, *Ranunculus* gr. *aquatilis*, *Chara* spp., *Nitella hyalina*, *Myriophyllum* sp.), aunque acompañados en algunos casos de filamentosas, indicadoras de una cierta alteración natural o antrópica. Los helófitos son muy diversos, destacando sin embargo la presencia frecuente de *Cladium mariscus*, cuyas comunidades figuran en el Anexo I de la Directiva Hábitats. No se han encontrado *taxa* en bastantes lagunas y humedales.

En el Gigüela se han prospectado 13 localidades, dando como resultado un número mucho menor de hidrófitos, propios también de aguas de calidad elevada (*Callitriche* sp., *Chara* spp., *Riella helicophylla*). La laguna de Yeguas es rica en halófitos, la mayoría propios de saladares algo alterados (*Frankenia pulverulenta*, *Salicornia ramosissima*, *Salsola soda*, *Suaeda vera*) probablemente por el ganado, aunque otros (*Sarcocornia perennis*) son propios de sistemas más estables. La laguna del Hito es de aguas salobres y rica por ello en *Ruppia*

*drepanensis* y en carófitas de los géneros *Chara* y *Tolypella*, todas ellas de elevado interés de conservación. En las zonas menos encharcadas de este humedal aparecen halófitas pioneras (*Frankenia laevis*, *Puccinellia fasciculata*, *Salicornia ramosissima*), también de elevado interés. Pero la joya de la laguna es *Limonium soboliferum*, una plumbaginácea halófila endémica del Hito, que tiene por ello su única población mundial en esta localidad. Esta especie está incluida en el Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Completan el cortejo algunos helófitos e hígrófitos halófilos (*Scirpus maritimus*, *Schoenus nigricans*) relativamente comunes. No se han encontrado *taxa* en gran número de lagunas y humedales de la cuenca.

En el Tirteafuera únicamente se ha muestreado la Laguna de Caracuel, sin hígrófitos y con helófitos e hígrófitos comunes en sus márgenes (*Phragmites australis*, ciperáceas).

### **3.3.1.1.3. Invertebrados Bentónicos**

#### **3.3.1.1.3.1. Microinvertebrados Bentónicos**

El muestreo de microinvertebrados bentónicos se realizó efectuando transectos con redes de mano de 100  $\mu\text{m}$  de abertura de poro. La metodología varió en función de la comunidad de microinvertebrados muestreada: zooplancton si estaba asociada al plancton o microbentos se se encontraba en el bentos.

En las lagunas semipermanentes o temporales las comunidades que se encontraron fueron propias de ambientes bentónicos. El muestreo se realizó a lo largo de la superficie de la laguna efectuando pasadas entre la vegetación (hígrófitos y helófitos) y resuspendiendo el sedimento. A la red de 100  $\mu\text{m}$  se acopló una de mayor tamaño de diámetro de poro (250  $\mu\text{m}$ ) con la finalidad de evitar la colmatación de la muestra con restos vegetales.

Sin embargo, en las lagunas permanentes, al encontrarse las dos comunidades anteriormente descritas se realizaron dos submuestreos. La muestra bentónica se realizó con el mismo procedimiento aplicado en las lagunas semipermanentes y temporales, mientras que la planctónica se efectuó mediante pescas horizontales desde la embarcación con red cónica de 30 cm de diámetro y 100  $\mu\text{m}$  de abertura de poro.

Las muestras se depositaron en envases apropiados, debidamente etiquetadas y fueron fijadas con formaldehído al 4%.

El análisis en el laboratorio se realizó con un estereomicroscopio de 40 aumentos e iluminación hiposcópica y con un microscopio con capacidad entre 40 y 1000 aumentos. La muestra se agitó dentro del vial, se vertió un volumen conocido en una placa de Petri analizando posteriormente el contenido mediante el estereomicroscopio. Se realizaron transectos hasta que se consiguió elaborar un inventario completo y la obtención de estimas semicuantitativas. Muchas de las especies requieren disección y observación microscópica de

caracteres taxonómicos, utilizando técnicas muy especializadas, lo que obliga a que las determinaciones sean realizadas por un experto.

Los taxones que aparecen en cada uno de los humedales y su abundancia relativa se presentan, para las diferentes campañas de muestreo realizadas, en las Tablas 187 a 190 del Anexo III.III. La Tabla 191 del mismo anexo muestra las especies de microcrustáceos seleccionados para el cálculo del índice QAELS y su coeficiente de ponderación específico para cada grupo de zonas húmedas. En las tablas de resultados se diferencia entre los taxones capturados en el muestreo del plancton y los del muestreo del bentos.

Aunque en ocasiones aparecen mezclados en las muestras, el conocimiento de la autoecología de las diferentes especies y tipos biológicos permite diferenciar la fauna que pertenece al plancton (zooplancton) y la que pertenece al bentos (microbentos). Esta fauna está formada básicamente por crustáceos entomostráceos (branquiópodos, copépodos y ostrácodos) y por rotíferos.

El zooplancton y microbentos de los lagos, a diferencia de lo que ocurre con los embalses son, en la mayor parte de los casos, autóctonos y adaptados a las condiciones ecológicas de los diferentes tipos de masas de agua. En particular, el microbentos es notablemente fiel a los ambientes y, de ahí, su gran valor como indicador ecológico.

A continuación se describen las comunidades encontradas en los diferentes tipos de lagos.

### **a) Comunidad de lagos permanentes cársticos (Lagunas de Ruidera)**

#### **Zooplancton**

Las especies características durante todo el año son *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Bosmina longirostris*, *Tropocyclops prasinus*, *Keratella* sp. pl., y *Asplanchna priodonta*. Se trata de especies indicadoras de aguas permanentes, limpias (oligotróficas o mesotróficas y con pocos sólidos inorgánicos en suspensión) y poco o medianamente mineralizadas para los crustáceos, según los rangos establecidos por Alonso (1998). En verano aparece *Diaphanosoma brachyurum*, que es termófila y, por lo tanto, indicadora estival.

#### **Microbentos**

El microbentos es muy diverso gracias a la permanencia de las aguas, su buena calidad y la presencia de vegetación acuática. La fauna de branquiópodos cuenta con una quincena de especies; las más características serían *Sida crystallina*, *Pleuroxus truncatus*, *Alona costata*, *Acroperus neglectus* y *Monospilus dispar*. Dentro de los copépodos, los más característicos son *Macrocyclus albidus* y *Eucyclops macruroides*. Los rotíferos encontrados son eurioicos y poco característicos.

La comunidad encontrada indica que las lagunas de Ruidera se mantienen en buen estado y conservan las características definidas para el tipo de masa de agua.

***b) Comunidad de aguas afectadas de grandes variaciones hidrológicas y de calidad de las aguas aunque no estrictamente temporales.***

**Zooplankton**

El zooplankton encontrado es escaso debido a que estos lagos (Taray de Quero, Taray de Las Pedroñeras, Grande de Villafranca y Tablas de Daimiel) son someros y poco aptos para el desarrollo de esta comunidad. Las especies más representativas son *Daphnia magna* y *Megacyclops viridis*, propias de aguas con mineralización algo elevada. Si la mineralización aumenta, *Arctodiaptomus salinus* sustituye a *M. viridis*.

**Microbentos**

Esta comunidad se encuentra también poco desarrollada debido a la falta de vegetación y a la alteración hidrológica y trófica de la mayor parte de los ambientes estudiados. En aguas de mayor mineralización aparece *Alona salina* como elemento característico. El resto de especies son de carácter banal y, por lo tanto, de escaso valor indicador.

***c) Lagos temporales***

En estos lagos toda la comunidad se considera bentónica, ya que aunque existen especies que en otros lagos pueden comportarse como planctónicas, en los lagos temporales éstas se encuentran muy ligadas al sustrato.

En aguas poco o medianamente mineralizadas y de turbidez debida a sólidos inorgánicos en suspensión, representadas únicamente por la laguna de Caracuel, que se encontró casi seca durante el muestreo, las pocas especies características que pudieron identificarse fueron *Pleuroxus letourneuxi* y *Metacyclops minutus*. Ambas son indicadoras de aguas temporales y turbias en ambientes esteparios.

En aguas muy mineralizadas pero no saladas, tal es el caso de la laguna del Retamar y La Veguilla, las especies características son *Daphnia magna* y *Arctodiaptomus wierzjeskii*.

En aguas saladas como Manjavacas, Prado, Larga de Villacañas y Camino de Villafranca la especie más característica es *Arctodiaptomus salinus*, que puede venir acompañada por *Moina salina*, *Daphnia mediterranea*, *Heterocypris barbara* y *Brachionus plicatilis*.

En aguas hipersalinas, como es el caso de Lillo, sólo vive el ciliado *Fabrea salina*.

Es preciso tener en consideración que las lagunas temporales saladas pasan por diferentes estadios de salinidad, de acuerdo con el nivel de llenado del lago que determina diferentes fases de dilución. Éstas, en un ciclo hidrológico normal, son de dilución elevada en el llenado y baja dilución (hipersalinidad) cuando la laguna se está secando. Pero puede suceder, como en 2005, que el llenado se efectúe ya con poca disponibilidad hídrica y se parta de una salinidad muy elevada. Debido a esto, los lagos salados poseen un banco de gérmenes de organismos que se van desarrollando a tenor de las condiciones de salinidad existentes en el lago, para las que se encuentran adaptados. Por ejemplo, la variación espacial encontrada en los tres tipos de salinidad descritos, también se encuentra en el tiempo, de modo que en Retamar y Veguilla con *D. magna* y *A. wierzjeskii*, a medida que la salinidad aumente, estas especies se verán sustituidas por *D. mediterranea* y *A. salinus*. Del mismo modo, si la salinidad desciende en las consideradas “saladas”, las especies presentes durante el muestreo darían paso a *D. magna* y *A. wierzjeskii*.

Las comunidades encontradas en los lagos temporales indican que éstos mantienen las condiciones del tipo.

### 3.3.1.1.3.2. Macroinvertebrados Bentónicos

En los humedales se ha analizado el zoobentos litoral que, a diferencia de los embalses, presenta la máxima riqueza taxonómica como resultado de una mayor diversificación del hábitat; influyen en esto las diferentes granulometría del sustrato (piedras, gravas, arenas, limos), diferentes profundidades, los recubrimientos de vegetación sumergida y emergida, etc.

El muestreo se realizó con el objetivo de establecer un estudio cualitativo – semicuantitativo de las comunidades que pueblan el litoral de dichas masas de agua.

Mediante un salabre de 500  $\mu\text{m}$  de luz de malla se realizaron las batidas por todos los microhábitats previamente identificados. El número de batidas se realizó en función de la diversidad de taxones; cuando en sucesivas batidas no se obtuvo ningún taxón nuevo se detuvo el muestreo. Las muestras recolectadas se introdujeron en un recipiente debidamente etiquetado y fueron fijadas con formaldehído al 4 - 10%.

El análisis de las muestras de macroinvertebrados se realizó mediante una lupa binocular. Si las muestras presentaban mucha cantidad de materia orgánica, se limpió debidamente intentando al máximo no fraccionar los individuos, evitando así dificultades en su posterior identificación. Para el nivel de estudio requerido se han identificado Crustáceos, adultos de Coleópteros y Hemípteros a nivel de género y larvas de insectos al máximo nivel taxonómico posible. Se contabilizaron todos los individuos presentes en la muestra obteniéndose abundancias expresadas como individuos/muestra.

Los resultados obtenidos para cada estación en las diferentes campañas de muestreo realizadas se presentan en las Tablas 192 a 197 del Anexo III.III.

### **a) Composición del zoobentos y características**

La composición del zoobentos correspondiente a los macroinvertebrados suele estar dominada por diferentes grupos de insectos, especialmente odonatos, efemerópteros, hemípteros, coleópteros, tricópteros y dípteros. También son comunes los crustáceos (ostrácodos y malacostráceos), oligoquetos, nemátodos y nemertinos (*Prostoma* sp.), ácaros y moluscos (gasterópodos y bivalvos).

La composición de las comunidades de macroinvertebrados, así como el número de familias presentes, varía significativamente en función de las características del humedal, estableciéndose dos tipologías principales:

#### **Lagunas permanentes**

Las masas de agua incluidas en esta tipología se caracterizan por no presentar períodos de sequía. En la Red de Control Biológico de la cuenca del Guadiana encontramos 13 humedales pertenecientes a esta tipología, todos ellos situados en el complejo de las lagunas de Ruidera.

La disponibilidad continua de agua permite el desarrollo a aquellos taxones cuyo ciclo vital es superior a un año. Especies de moluscos, efemerópteros, odonatos y tricópteros conforman comunidades con más riqueza taxonómica que aquellas que podemos encontrar en las lagunas semipermanentes o temporales.

El inventario de macroinvertebrados bentónicos contiene cnidarios (*Hydra*), turbelarios (*Dugesia*), nemertinos (*Prostoma*), nemátodos, nematomorfos, oligoquetos (naididos y tubificidos), ácaros, moluscos (9 taxones), crustáceos (ostrácodos, gammáridos, atyidos, cambáridos) y entre los insectos, efemerópteros (5 taxones), odonatos (13 taxones), heterópteros (4 taxones), coleópteros (5 taxones), megalópteros (*Sialis*), tricópteros (10 taxones) y dípteros (30 taxones).

A destacar en este grupo de lagunas la mayor diversificación de los grupos de invertebrados bentónicos, especialmente odonatos y dípteros quironómidos representados por géneros de tanipodinos (5 géneros), ortocladinos (9 géneros) y quironominos (16 géneros).

#### **Lagunas semipermanentes y temporales**

En los humedales temporales suelen dominar grupos de ciclos de vida cortos o elevada movilidad como dípteros quironómidos y otras familias, coleópteros (9 taxones) y heterópteros de adultos alados (3 taxones). Es más difícil que se encuentren moluscos, odonatos, efemerópteros y tricópteros cuyas especies tienen períodos de vida largas, algunas de más de 1 año.

La comunidad estival de las lagunas semipermanentes o temporales de la cuenca del Guadiana es poco variada, si bien puede ser abundante por la proliferación de algún grupo taxonómico (ostrácodos en Taray Pedroñeras). Se encuentran taxones colonizadores rápidos como quironómidos, culícidos, coríxidos y ostrácodos. La comunidad de primavera es mucho más variada (10 familias en Taray, 10 en Villafranca y 8 en Daimiel) si bien continúan siendo los ostrácodos, dípteros quironómidos, coleópteros y hemípteros los grupos más representados y abundantes. Son escasos y poco frecuentes los odonatos, efemerópteros y tricópteros.

### ***b) Análisis de los macroinvertebrados bentónicos por tipologías***

Se han analizado las características de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos estudiando el número de familias presentes. Se ha calculado tanto el número de familias recolectadas en cada una de las lagunas por muestreo realizado, como la media anual de cada una de las estaciones (siempre y cuando fuera posible en función de los muestreos realizados). Los valores de estas métricas se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 143.** Número de familias recolectadas por estación de muestreo y media anual para cada humedal.

	Octubre 2005	Marzo 2005	Marzo 2006	Agosto 2006	Media
Caracuel	-	8	-	-	-
Retamar	-	5	-	-	-
Manjavacas	-	6	-	-	-
Veguilla	-	2	-	-	-
Camino de Villafranca	-	4	-	-	-
Del Prado	-	2	-	-	-
Larga Villacañas	-	4	-	-	-
Lillo	-	0	-	-	-
Laguna Redondilla	12	-	8	0	6,7
Laguna del Rey	13	-	11	9	11,0
Laguna Tinajas	17	-	9	10	12,0
Laguna Concejo	5	-	8	4	5,7
Laguna Tomilla	6	-	6	6	6,0
Laguna San Pedro	13	-	15	15	14,3
Laguna La Lengua	15	-	16	11	14,0
Laguna Colgada	10	-	7	3	6,7
Laguna Santos Morcillo	14	-	17	8	13,0
Laguna Salvadora	10	-	12	5	9,0
Laguna Coladilla	9	-	8	7	8,0
Laguna Cueva Morenilla	11	-	8	12	10,3
Laguna Batana	12	-	15	13	13,3
Taray	-	6	10	-	5,3
Taray Pedroñeras	-	0	5	5	3,3
Villafranca	-	6	10	1	5,7
Daimiel	-	4	8	3	5,0

Analizando el conjunto de los datos obtenidos se observa que existe un rango de valores de las medias obtenidas (8 – 14,3 num. familias/muestra) que nos permiten hacer un análisis significativo de los datos. Se observa que:

- *Lagunas permanentes:*

La mayoría de las lagunas presentan valores medios dentro de estos rangos. La laguna Redondilla presenta un valor medio situado por debajo del rango establecido al encontrarse seca en el muestreo de verano de 2006. Las lagunas Concejo, Tomilla y Colgada también se encuentran por debajo del número mínimo de familias medio. En estos casos la disminución de la abundancia de familias es debida a la poca diversidad de hábitats presentes en el litoral.

- *Lagunas semipermanentes y temporales:*

Las lagunas semipermanentes presentan valores medios por debajo del rango anteriormente establecido. Los valores obtenidos en las Lagunas del Taray (Quero y Pedroñeras) no superan el límite inferior, en el caso del Taray de Quero probablemente debido a que en agosto de 2006 la laguna se encontró seca. En el Taray de Pedroñeras, la poca abundancia observada obedece a la falta de vegetación litoral y a una eutrofización de las aguas. Los bajos valores observados en Daimiel, pueden deberse a las variaciones del nivel del agua (véase Tabla 146), no permitiendo la continuidad de las comunidades de macroinvertebrados. El caso de la laguna Grande de Villafranca es parecido, la fuerte sequía que afectó a toda la cuenca del Guadiana hizo que los niveles hídricos de la laguna disminuyeran, afectando negativamente a las comunidades de macroinvertebrados bentónicos.

Los datos obtenidos de las lagunas temporales no son comparables con las tipologías anteriormente citadas debido a que tan sólo se pudo realizar un muestreo. Sin embargo, se observa que en todas las lagunas (excepto en caracuel), los valores obtenidos se encuentran igualmente por debajo del valor mínimo del rango establecido.

### 3.3.1.1.4. Ictiofauna

La metodología seguida para los muestreos en humedales fue la misma que se utilizó en embalses (véase apartado 3.2.1.1.5a y Figura 126).

#### a) Caracterización de las comunidades de peces

##### Composición taxonómica

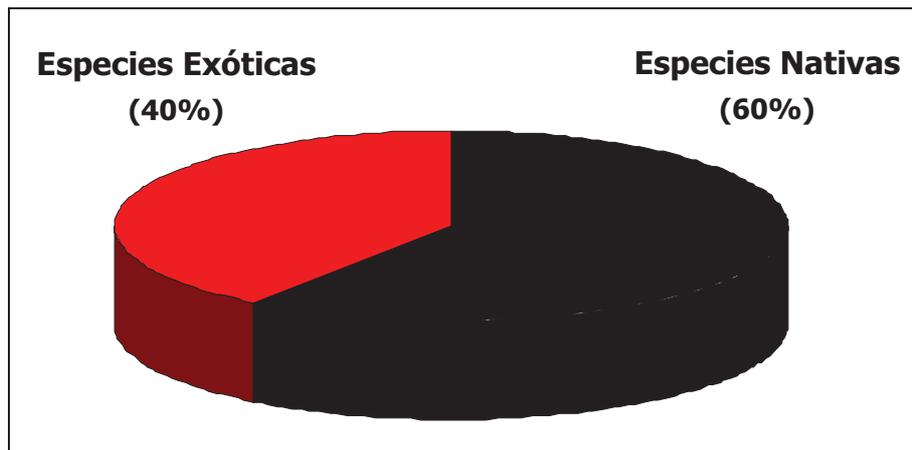
En los cinco humedales muestreados se identificaron 10 especies en total, seis de ellas nativas (60%) y cuatro introducidas (40%) (Tabla 144, Figura 148). Además, se capturó un individuo del género *Barbus* que presentó características intermedias entre *Barbus comizo* y *Barbus guiraonis* (Tabla 144); posiblemente se trata de un híbrido entre estas dos especies (Doadrio, com. pers.).

La contribución media de especies exóticas por laguna superó el 75% (Figura 149), poniendo de manifiesto el grado de invasión de estos cuerpos de agua por parte de las especies alóctonas. Respecto al número de especies por familia destacó claramente la de los ciprinidos (un total de seis especies). El resto de familias (*Cobitidae*, *Blenniidae*, *Poeciliidae* y *Centrarchidae*) contó con un solo representante específico (Tabla 144). Los resultados completos de abundancias y biomásas encontradas en cada humedal, junto con los resultados de la aplicación del índice de conservación que se presenta más adelante, pueden encontrarse en la Tabla 198 del Anexo III.IV.

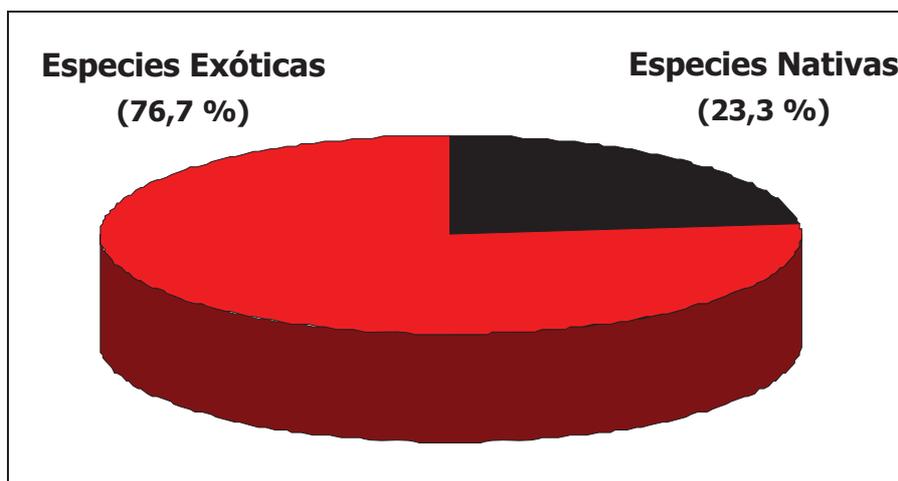
**Tabla 144.** Listado de especies capturadas en los cinco humedales estudiados de la cuenca del río Guadiana.

	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Nativas	Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Barbus comizo</i>	Barbo comizo
			<i>Barbus guiraonis</i>	Barbo mediterráneo
			<i>Barbus microcephalus</i>	Barbo cabecicorto
			<i>Barbus sp*</i>	
			<i>Squalius alburnoides</i>	Calandino
		Cobitidae	<i>Cobitis paludica</i>	Colmilleja
	Perciformes	Blenniidae	<i>Salaria fluviatilis</i>	Blenio de río
Exóticas	Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa
			<i>Rutilus rutilus</i>	Rutilo
	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia
	Perciformes	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Pez sol

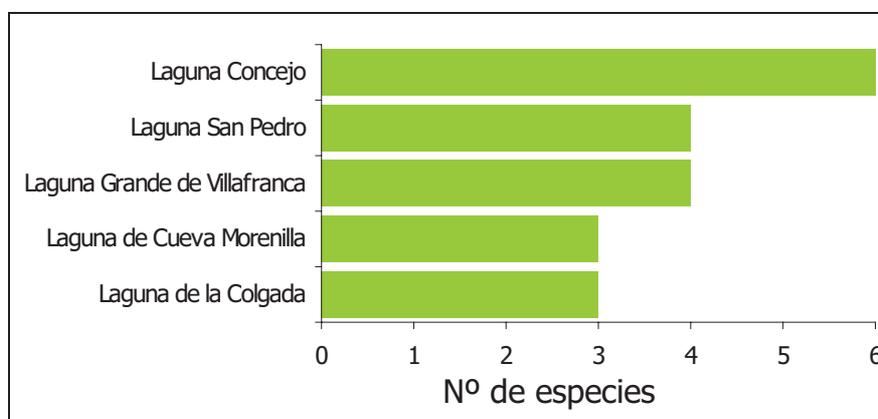
\*Corresponde a un individuo con características intermedias entre *B. comizo* y *B. guiraonis*.



**Figura 148.** Porcentaje de especies nativas y exóticas presentes en el conjunto de humedales muestreados en la cuenca del Guadiana (n=5 lagunas). En rojo las especies exóticas y en negro las nativas.



**Figura 149.** Porcentaje medio de especies nativas y exóticas en cada localidad (n=5 lagunas). En rojo las especies exóticas y en negro las nativas.



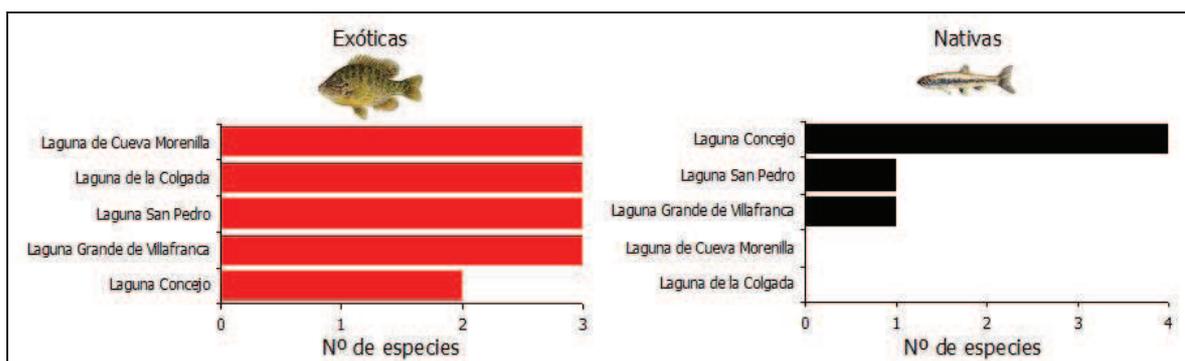
**Figura 150.** Riqueza total de especies (nativas y exóticas en conjunto) en cada uno de los humedales muestreados en la cuenca del Guadiana.

### Riqueza de especies

Teniendo en cuenta el total de especies (nativas y exóticas), la riqueza media en los humedales prospectados fue de  $4 \pm 1,2$  especies. En la laguna Concejo se capturó el mayor número de especies (seis en total, Figura 150). Además, esta laguna fue la más rica en especies nativas (cuatro de las seis especies), habitando también el menor número de exóticas (Figura 151).

Los humedales con la riqueza específica más baja fueron la Laguna Colgada y Cueva Morenilla (tres especies en cada una de ellas, (Figura 150). Todas las especies capturadas en estas masas de agua fueron introducidas (Figura 151).

En todos los humedales se capturaron especies exóticas (Figura 151). Por el contrario, las especies nativas faltaron en un 40% de las lagunas muestreadas, existiendo un paralelismo evidente entre las comunidades de peces de embalses y humedales.



**Figura 151.** Riqueza de especies exóticas (en rojo) y especies nativas (en negro) en cada uno de los humedales estudiados de la cuenca del Guadiana.

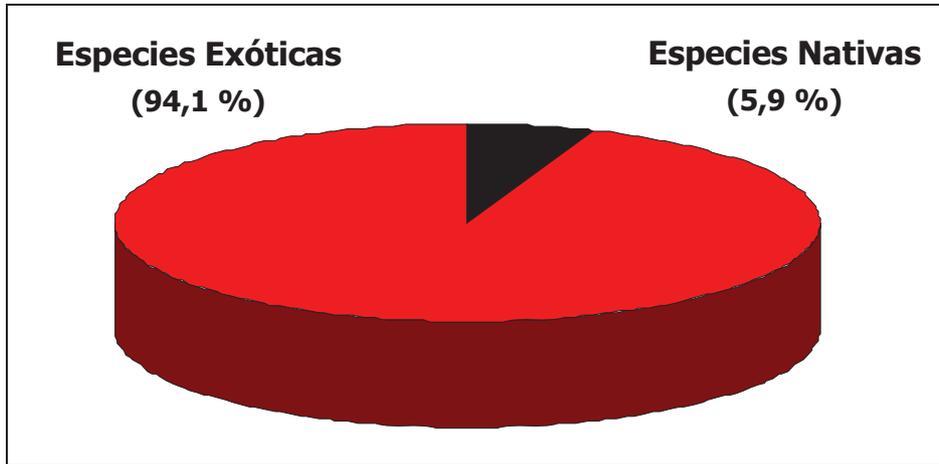
### Abundancia y biomasa

La fracción mayoritaria de la comunidad de peces en los humedales muestreados estuvo compuesta por especies exóticas (Figuras 152 y 153).

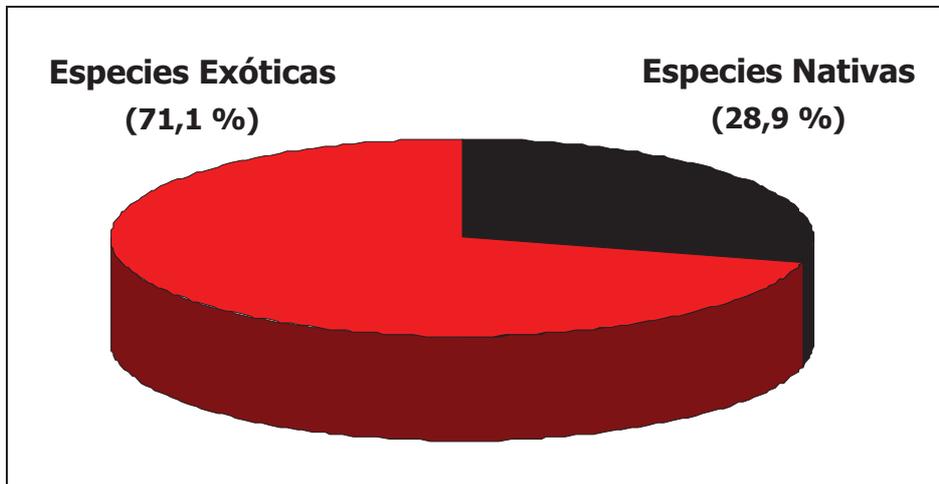
Al igual que en los embalses, el pez sol (*Lepomis gibbosus*) fue la especie más abundante (Tabla 145, Figura 154). Especies nativas como *S. fluviatilis*, *B. microcephalus*, *S. alburnoides* o *C. paludica* presentaron unos valores de abundancia y biomasa muy bajos (Figuras 154 y 155). Es destacable que las especies más ampliamente distribuidas en las lagunas fueron todas alóctonas (Figura 156). Las especies nativas mostraron, en general, una distribución mucho más restringida (Tabla 145).

El índice de dominancia (también aplicado en tramos fluviales y embalses) mostró, como era esperable, el claro predominio de las especies exóticas sobre las nativas (Figura

157). De nuevo destaca el papel del pez sol que junto con la gambusia fueron las especies dominantes en el conjunto de humedales estudiados.



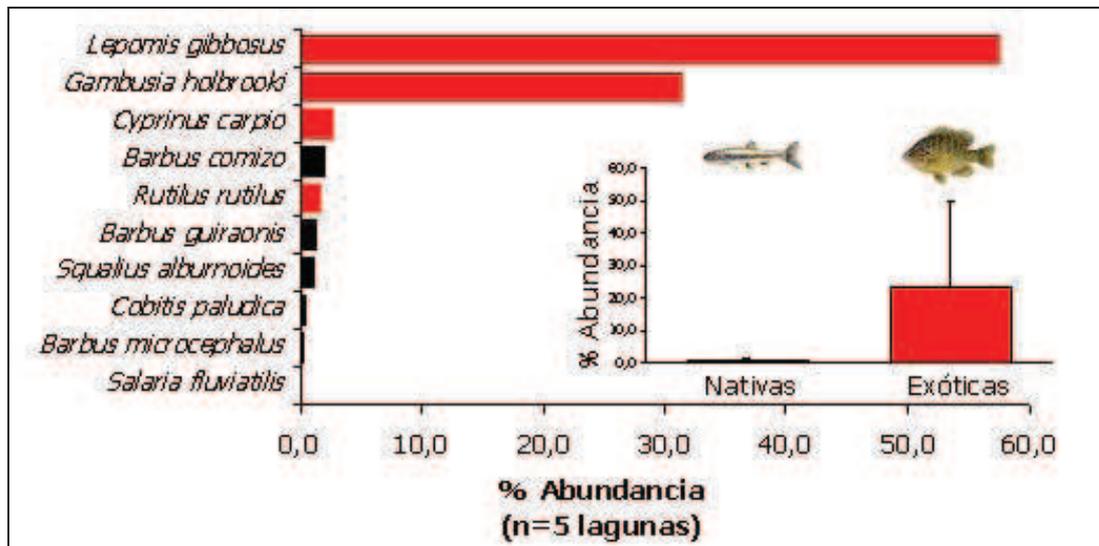
**Figura 152.** Porcentaje medio de la abundancia de especies nativas y exóticas en humedales de la cuenca del Guadiana (n=5 lagunas). En rojo las especies exóticas y en negro las nativas.



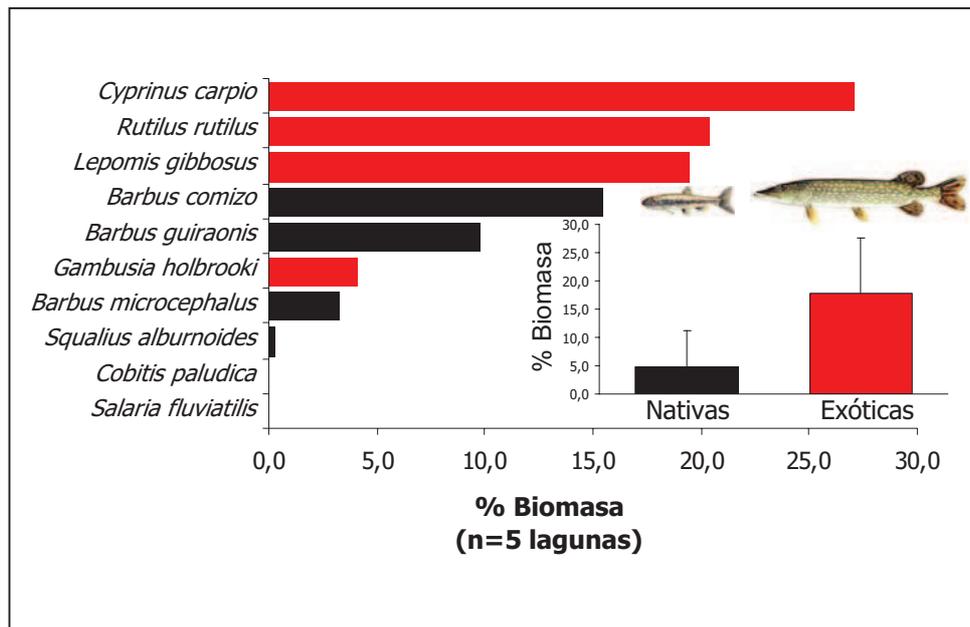
**Figura 153.** Porcentaje medio de la biomasa de especies nativas y exóticas en humedales de la cuenca del Guadiana (n=5 lagunas). En rojo las especies exóticas y en negro las nativas.

**Tabla 145.** Abundancia (CPUE) y biomasa (BPUE) medias de peces capturados en las lagunas muestreadas de la cuenca del Guadiana. También se indica el número de localidades en las que estuvo presente cada especie (N) (n=5) y las categorías de amenaza según Doadrio (2002): LR/nt: Bajo riesgo-no amenazada, VU: Vulnerable, EN: En Peligro.

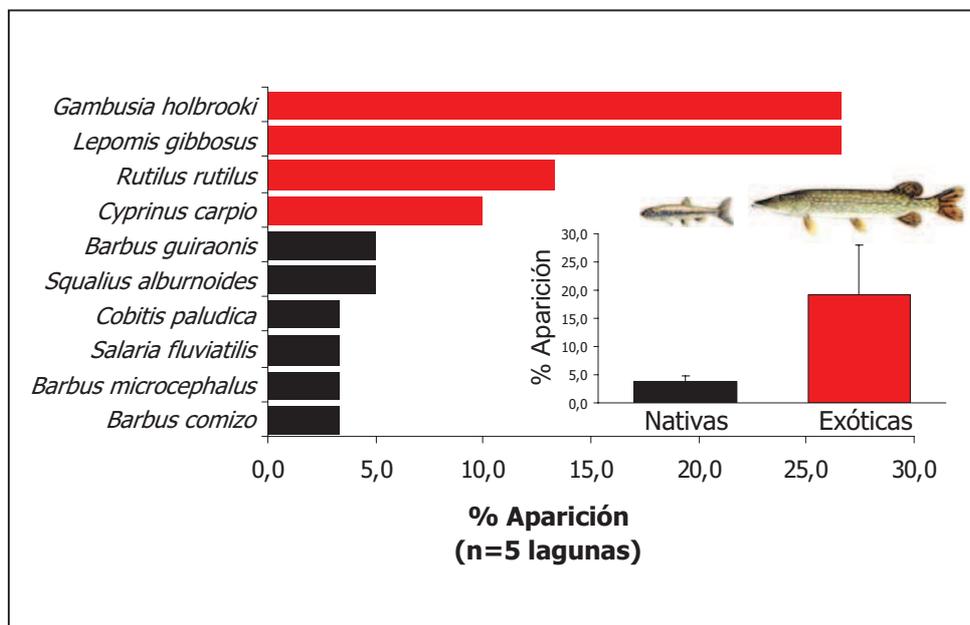
ESPECIE	ABUNDANCIA (individuos/h) CPUE ± DE	BIOMASA (g) BPUE ± DE	N	CATEGORÍA AMENAZA
NATIVAS				
<i>Barbus comizo</i>	0,033 ± 0,074	11,05 ± 24,71	1	VU
<i>Barbus guiraonis</i>	0,006 ± 0,014	12 ± 26,83	1	VU
<i>Barbus microcephalus</i>	0,005 ± 0,012	2,329 ± 5,207	1	VU
<i>Barbus sp*</i>	0,005 ± 0,012	11,23 ± 25,12	1	
<i>Cobitis paludica</i>	0,009 ± 0,019	0,024 ± 0,054	1	VU
<i>Salaria fluviatilis</i>	0,002 ± 0,004	0,0003 ± 0,0007	1	EN
<i>Squalius alburnoides</i>	0,112 ± 0,25	1,29 ± 2,884	1	VU
EXÓTICAS				
<i>Cyprinus carpio</i>	0,135 ± 0,285	107 ± 209	2	-
<i>Gambusia holbrooki</i>	1,661 ± 2,938	0,238 ± 0,363	5	-
<i>Lepomis gibbosus</i>	1,828 ± 3,049	12,8 ± 20,76	5	-
<i>Rutilus rutilus</i>	0,013 ± 0,017	1,432 ± 2,576	2	-



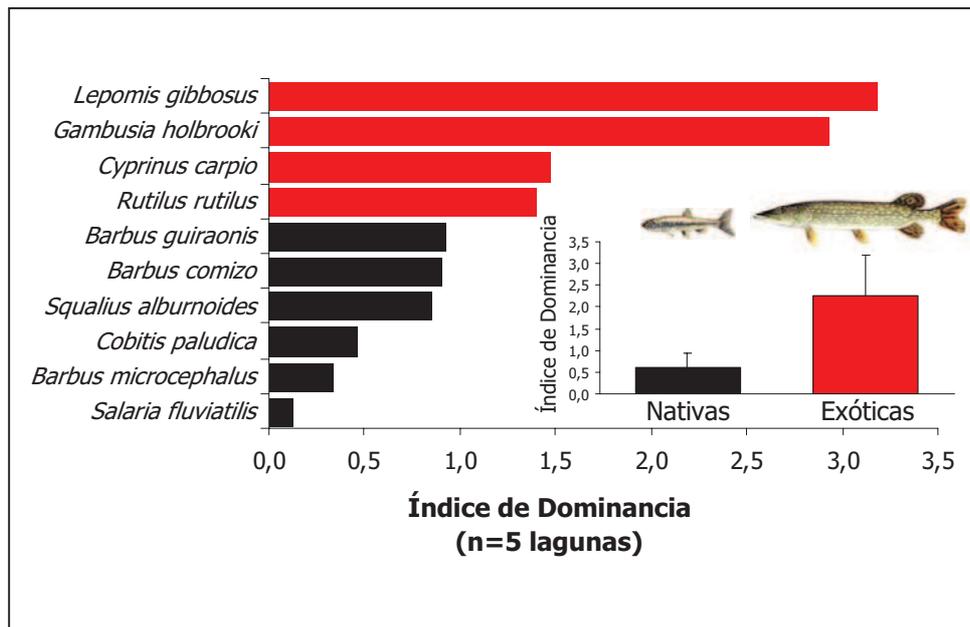
**Figura 154.** Abundancia media de cada especie (en porcentaje) en el conjunto de humedales muestreados. Se representa también la media ± d.e. para los subgrupos de especies nativas (en negro) y exóticas (en rojo).



**Figura 155.** Biomasa media de cada especie (en porcentaje) teniendo en cuenta el total de humedales muestreados. Se representa también la media  $\pm$  d.e. para los subgrupos de especies nativas (en negro) y exóticas (en rojo).



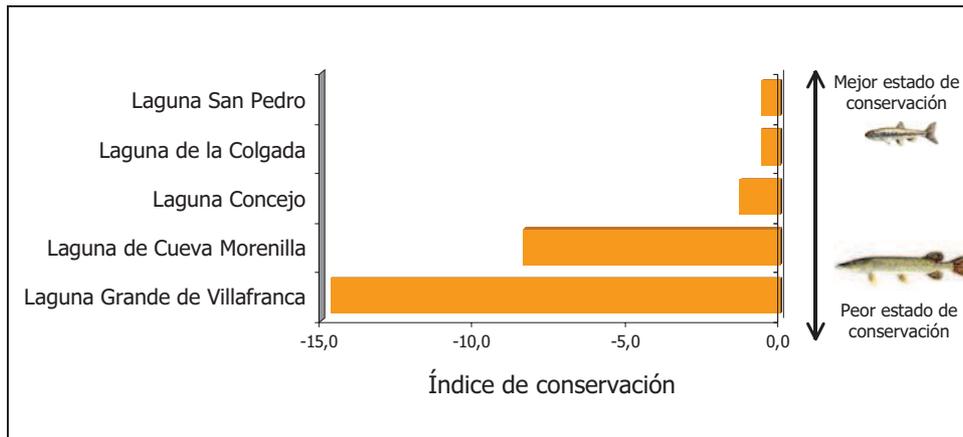
**Figura 156.** Frecuencia de aparición (%) de las especies en los humedales prospectados. Se representa también la media  $\pm$  d.e. para los subgrupos de especies nativas (en negro) y exóticas (en rojo).



**Figura 157.** Índice de dominancia media de cada especie teniendo en cuenta el total de humedales estudiados (véase texto en el apartado de “Síntesis de la importancia relativa de cada especie” del apartado 3.1.1.1.5. para una descripción detallada del mismo). Se representa también la media  $\pm$  d.e. para los subgrupos de especies nativas (en negro) y exóticas (en rojo).

### **b) Índice de Estado Ecológico basado en los peces**

La evaluación del estado ecológico de los humedales se llevó a cabo aplicando el índice de conservación propuesto para los embalses (véase apartado 3.2.1.1.5.c). Todas las lagunas prospectadas obtuvieron un valor negativo del índice, poniendo de manifiesto el mal estado ecológico de estas masas de agua. Según el índice aplicado, la laguna Grande de Villafranca es la que se encuentra en peor estado de conservación, debido principalmente a la elevada abundancia de pez sol (la más alta de todos los humedales muestreados). Las lagunas de San Pedro y Colgada mostraron el valor más alto del índice (Figura 158). En la laguna Concejo, aunque se capturaron cuatro especies nativas, se alcanzó un valor relativo intermedio debido a la baja abundancia de las mismas.



**Figura 158.** Valores del índice de conservación empleado para evaluar el estado ecológico de los humedales muestreados (véase el apartado 3.2.1.1.5.c para una descripción detallada del índice).

### 3.3.1.2. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

La hidrología natural de los humedales de la cuenca alta del Guadiana se ha visto alterada de forma generalizada por las actividades humanas, y más en particular por los usos agrícolas. La sobreexplotación de los recursos hídricos, con la consiguiente disminución de los niveles de los acuíferos y los caudales de los ríos, junto al vertido de aguas residuales y a la alteración morfológica de las cubetas y los cauces fluviales son las principales causas de que el régimen hidrológico y los ciclos de inundación y sequía naturales de muchos humedales no se correspondan con su realidad actual.

Humedales endorreicos con regímenes mixtos se han convertido en epigénicos dado que la alteración antrópica ha derivado en un funcionamiento casi desconectado de las aguas subterráneas. En humedales temporales, como las Lagunas de Alcahozo o Retamar, el periodo de inundación se ha visto acortado por la influencia antrópica y en otros semipermanentes, como El Hito, ha pasado de ser temporal a interanual.

Situaciones parecidas se dan en humedales de régimen natural exorreico mixto como las Tablas de Daimiel, convertido en epigénico como consecuencia de la sobreexplotación del acuífero, que hace que el sistema se halle prácticamente desconectado del sistema acuífero.

El vertido de aguas residuales en las Lagunas de los Almeros, Cucharas o Grande de Miguel Esteban, de régimen temporal, altera profundamente sus periodos naturales de inundación. En los casos del Taray de Pedroñeras, la Laguna de Longar y la Laguna Larga de Villacañas estos vertidos han convertido humedales temporales en semipermanentes.

Otras alteraciones como el drenaje artificial, que afecta entre otras a las Lagunas de los Almeros y Cucharas, o los bombeos locales de la Laguna de Caracuel tienen también efectos sobre el periodo de permanencia del agua en el humedal, en estos casos reduciéndolo.

En la Tabla 146 se compara la profundidad máxima conocida de los humedales con la profundidad máxima hallada en cada muestreo, como indicador de su situación hidrológica respecto al nivel máximo de llenado.

**Tabla 146.** Profundidades máximas de los humedales de la Red de Control Biológico de la cuenca del Guadiana.

HUMEDAL	PROFUNDIDAD MÁXIMA* (m)	PROFUND MÁXIMA EN MUESTREOS (m)			
		Marzo 05	Octubre 05	Marzo 06	Agosto 06
Laguna de El Hito	1	0	-	-	-
Laguna de Sánchez Gómez	0,4	0	-	-	-
Laguna de Manjavacas	1	0,6	-	-	-
Laguna Taray (Pedroñeras)	3,5	>1	-	2	0,7
Laguna del Longar (Lillo)	sin datos	0,3	-	-	-
Laguna del Prado (Villacañas)	sin datos	0,2	-	-	-
Laguna Larga	sin datos	0,6	-	-	-
Laguna de Tirez	1	0	-	-	-
Laguna de Peña Hueca	1	0	-	-	-
Laguna del Taray (Quero)	<3	>1	-	1,5	0
Laguna Grande (Quero)	sin datos	0	-	-	-
Laguna Grande Villafranca	sin datos	>1	-	2	0,5
Laguna de las Yeguas	1,5	0	-	-	-
Laguna Camino Villafranca	1,5	1	-	-	-
La Veguilla	sin datos	1	-	-	-
Laguna de Alcahozo	<3	0	-	-	-
Laguna de Retamar	sin datos	0,4	-	-	-
Laguna de Salicor	1	0	-	-	-
Nava Grande	1,5	0	-	-	-
Laguna Blanca	sin datos	-	0	0	0
Laguna Concejo	12	-	15,6	12	13,2
Laguna Tomilla	12	-	13,6	13,4	11,4
Laguna Tinaja	13	-	13,8	12	12,4
Laguna San Pedro	20	-	18,4	11	14,9
Laguna Redondilla	7	-	2,8	1,3	0
Laguna Lengua	12	-	10,2	9	6,9
Laguna Salvadora	13	-	15,2	11,5	13,3
Laguna de Santos Morcillo	13	-	15,8	11,5	11,9
Laguna Batana	11	-	14,7	9,7	12,4
Laguna de la Colgada	16	-	20,2	16	16,4
Laguna del Rey	20	-	21	18,8	20,1
Laguna de Cueva Morenilla	6,5	-	6,9	6,8	6,7
Laguna de la Coladilla	5	-	6,2	6,3	6,2
Tablas de Daimiel	sin datos	>1	-	1,5	0,3
Laguna de Caracuel	0,4	0,3	-	-	-

\* Fuente: Documento IMPRESS de la Confederación Hidrográfica del Guadiana

Los humedales temporales, muestreados solamente en marzo de 2005, estaban en su mayoría claramente por debajo de su máximo llenado. En las Lagunas de Ruidera las profundidades halladas durante los muestreos son en muchos casos superiores a las establecidas como máximas en el Documento de Análisi de Presiones e Impactos (IMPRESS) de la cuenca del Guadiana, lo que hace pensar que estaban al máximo de su capacidad. Aún así, en los muestreos de marzo y agosto de 2006 la situación, según las observaciones de campo, era que el nivel de las lagunas estaba significativamente por debajo del máximo.

La calidad morfológica de los humedales se ha valorado mediante el índice ECELS. Los resultados obtenidos en las sucesivas campañas de muestreo realizadas se presentan y analizan en el apartado 3.3.2.1.

### 3.3.1.3. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

#### 3.3.1.3.1. *Parámetros Determinados en Campo*

Durante los trabajos de campo en humedales se midieron *in situ* la conductividad, el pH, la concentración de oxígeno disuelto, la temperatura del agua y la turbidez.

##### Lagunas de Ruidera

En los humedales con una profundidad superior a 2m (Lagunas de Ruidera) se realizó un perfil vertical con una sonda multiparamétrica TURO para la determinación de todos estos parámetros. La turbidez del agua, en estos casos, se midió con la sonda multiparamétrica (valores en NTU) y con el Disco de Secchi. Los resultados, en forma de tablas y gráficos, se presentan en el Anexo III.V (Tablas 199 a 236 y Figuras 123 a 160).

En las lagunas de Ruidera los perfiles realizados en octubre de 2005 y marzo de 2006 muestran la columna de agua mezclada. Los parámetros en estos muestreos son muy constantes a lo largo del perfil vertical, como cabe esperar en condiciones de mezcla. En agosto de 2006 muchas de las lagunas se mantienen mezcladas, pero en las más profundas aparece una termoclina más o menos marcada. En las lagunas Concejo y Salvadora el hipolimnion ocupa solamente el último metro del perfil, mientras en San Pedro y del Rey, que son las más profundas del enclave, la zona hipolimnética llega a tener 5m y 8m respectivamente. En Concejo y Salvadora hay anoxia en el fondo, al igual que en los tres últimos metros del perfil de la laguna del Rey. En la de San Pedro todavía quedaba algo de oxígeno de fondo (1,4 mg/l) cuando se realizó el muestreo de agosto, pero es muy probable que de haberse realizado unos días más tarde se hubiera encontrado el fondo anóxico. Los datos de conductividad són sistemáticamente inferiores en agosto de 2006 que en octubre de 2005 y marzo de 2006 en casi la totalidad de las lagunas. Esta disminución de la conductividad va acompañada de una disminución también de la alcalinidad en la mayoría de lagunas (véase

apartado 3.3.1.3.2), reflejo de una menor concentración de iones. La profundidad de visión del Disco de Secchi es superior a los 6 m en casi todas las lagunas, con máximos de hasta 13 m en alguna de ellas (Tinaja), lo que indica una elevada transparencia. Las lagunas de San Pedro, Lengua y Redondilla tienen una transparencia algo inferior (promedios de Disco de Secchi de 4,8 m en San Pedro y 5,4 en Lengua) mientras que las situadas más aguas abajo del enclave, Cueva Morenilla y Coladilla, presentan los niveles de transparencia más bajos (promedio de Disco de Secchi de 2 m en ambas).

### Resto de humedales

En los humedales poco profundos los datos de conductividad, pH, oxígeno disuelto y temperatura se han medido en la superficie, mientras que la transparencia del agua se ha medido mediante la profundidad del Disco de Secchi. Los resultados, tabulados por campañas, se presentan a continuación.

**Tabla 147.** Conductividad, pH, oxígeno disuelto, temperatura y Disco de Secchi en humedales poco profundos de la Red de Control Biológico de la cuenca del Guadiana. Marzo 2005.

HUMEDAL	COND. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	pH (unidades)	O <sub>2</sub> (mg/L)	T <sup>a</sup> (°C)	DS (cm)
Laguna de Manjavacas	16320	8,72	8,63	11,8	10
Laguna Taray (Pedroñeras)	1724	9,08	13,22	12,6	18
Laguna del Longar (Lillo)	97100	9,43	10,24	17,8	-
Laguna del Prado (Villacañas)	62000	8,46	8,01	20,9	-
Laguna Larga	21300	9,92	8,22	17,2	42
Laguna del Taray (Quero)	3140	8,83	9,52	16	72
Laguna Grande Villafranca	7650	8,32	9,78	14,7	>1
Laguna Camino de Villafranca	27500	8,7	8,7	17,4	90
La Veguilla	2510	9,7	12,3	17,4	22
Laguna de Retamar	7250	7,9	8,9	15,2	22
Tablas de Daimiel	3360	8,14	9,01	19,1	>1
Laguna de Caracuel	3890	9,01	9,31	24	-

**Tabla 148.** Conductividad, pH, oxígeno disuelto, temperatura y Disco de Secchi en humedales poco profundos de la Red de Control Biológico de la cuenca del Guadiana. Marzo 2006.

HUMEDAL	COND. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	pH (unidades)	O <sub>2</sub> (mg/L)	T <sup>a</sup> (°C)	DS (cm)
Laguna Taray (Pedroñeras)	1176	9,13	12,0	11,2	20
Laguna del Taray (Quero)	5443	8,44	10,0	14,9	50
Laguna Grande Villafranca	8900	8,55	10,6	13,9	fondo
Tablas de Daimiel	2734	8,63	10,8	14,6	fondo

**Tabla 149.** Conductividad, pH, oxígeno disuelto, temperatura y Disco de Secchi en humedales poco profundos de la Red de Control Biológico de la cuenca del Guadiana. Agosto 2006.

HUMEDAL	COND. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	pH (unidades)	O <sub>2</sub> (mg/L)	T <sup>a</sup> (°C)	DS (cm)
Laguna Taray (Pedroñeras)	1626	8,52	20,0	26,2	12
Laguna del Taray (Quero)	seca				
Laguna Grande Villafranca	12610	8,69	8,8	28	fondo
Tablas de Daimiel	2740	7,61	4,7	22,7	10

En marzo de 2005 se pudieron muestrear algunas de las lagunas temporales de la cuenca. Los datos de conductividad muestran la existencia de un gradiente de condiciones de salinidad entre los humedales, que va desde los 1724  $\mu\text{S}/\text{cm}$  del Taray de Pedroñeras, con importantes aportes de aguas residuales, a los 62.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de la laguna del Prado en Villacañas o los 97.100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de la laguna de Longar. Las concentraciones de oxígeno medidas en superficie están en todos los humedales próximas a los niveles de saturación. En cuanto a la transparencia del agua, los resultados son variables. En Manjavacas y en el Taray de Pedroñeras la profundidad de visión del Disco de Secchi no alcanzó los 20 cm, mientras que en el extremo opuesto, la laguna Grande de Villafranca y las Tablas de Daimiel presentan profundidades de visión del Disco de Secchi superiores a 100 cm.

En los muestreos de marzo y agosto de 2006 las lagunas temporales estaban secas y solamente pudieron realizarse los muestreos previstos en los humedales permanentes y semipermanentes. La laguna Grande de Villafranca y el Taray de Quero muestran un incremento de la conductividad respecto a los muestreos de 2005, reflejo de una mayor concentración de iones debida a la disminución del volumen de agua del humedal. Esta tendencia, sin embargo, no se manifiesta en el Taray de Pedroñeras y las Tablas de Daimiel. Los valores de oxígeno medidos en superficie están algo por encima de los niveles de saturación en todos los humedales en marzo de 2006. En agosto de 2006 las condiciones de hipereutrofia en las que se encontraba el Taray de Pedroñeras explican la sobresaturación de oxígeno hallada (251%). En las Tablas de Daimiel la concentración de oxígeno (4,7 mg/l) estaba muy por debajo de los niveles de saturación (56%). En ambos humedales la transparencia del agua era mínima, como demuestran los datos del Disco de Secchi (12 cm en el Taray de Pedroñeras y 10 cm en Tablas de Daimiel).

### **3.3.1.3.2. Parámetros Analizados en el Laboratorio**

Las muestras de agua recogidas en cada humedal se llevaron al laboratorio para su análisis. Se han determinado concentraciones de nutrientes y de los iones responsables de la mineralización del agua. Se tomaron en todos los casos muestras de superficie en botes de 1L, fijadas en campo con cloroformo. Los procedimientos y métodos analíticos utilizados en el

laboratorio se presentan mayoritariamente en la Tabla 149 (véase apartado 3.2.1.3.2). Para la determinación de sulfatos y cloruros, los procedimientos y métodos de análisis son los siguientes:

PARÁMETRO	UNIDADES	NORMA DE REFERENCIA	MÉTODO ANALÍTICO	PROCEDIMIENTO
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> /l	PI-ENAC	Turbidimetría	PI-RC-6.47
Cloruros	mg Cl/l	PI-ENAC	Absorción Molecular	PI-RC-6.14

A continuación se exponen en formato de tabla los resultados de los parámetros medidos en laboratorio para las diferentes campañas realizadas.

**Tabla 150.** Resultados de los análisis físico-químicos de laboratorio para las estaciones de humedales de la Red de Control Biológico de la Cuenca del Guadiana. Marzo 2005.

Estación	Amonio (mg NH <sub>4</sub> /l)	Calcio (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Fósforo total (mg P/l)	Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /l)	Nitritos (mg NO <sub>2</sub> /l)	Sulfatos (mg/l)	Alcalinidad (mg CaCO <sub>3</sub> /l)
Laguna del Taray (Quero)	0,41	514	208	0,051	<1,1	<0,05	1370	134
Laguna del Retamar	1,1	807	1170	0,08	<1,1	0,085	2590	140
Laguna Grande de Villafranca	<0,02	686	943	<0,05	<1,1	<0,05	3630	129
Laguna de Manjavacas	0,025	633	3910	<0,05	<1,1	<0,05	8090	220
La Veguilla	2,7	61,5	448	1,4	<1,1	2,5	409	380
Laguna del Camino de Villafranca	0,045	350	6610	0,412	<1,1	0,059	8860	680
Laguna del Prado	0,1	682	19500	0,352	<1,1	<0,05	5830	553
Laguna Larga	0,096	654	5280	0,425	<1,1	<0,05	6690	280
Laguna del Taray	29,2	106	194	3,8	5,8	3,7	144	433
Laguna del Longar (Lillo)	0,18	300	44000	14,3	<1,1	<0,05	5870	1070
Tablas de Daimiel	0,67	434	200	<0,05	<1,1	<0,05	1630	146
Laguna de Caracuel	0,15	90,3	846	0,086	1,4	<0,05	1680	283

**Tabla 151.** Resultados de los análisis físico-químicos de laboratorio para las estaciones de humedales de la Red de Control Biológico de la Cuenca del Guadiana. Octubre 2005.

Estación	Amonio (mg NH <sub>4</sub> /l)	Calcio (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Fósforo total (mg P/l)	Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /l)	Nitritos (mg NO <sub>2</sub> /l)	Sulfatos (mg/l)	Alcalinidad (mg CaCO <sub>3</sub> /l)
Laguna Concejo	0,14	103,0	50,6	<0,05	44,5	0,28	91,7	213
Laguna Tomilla	0,08	89,3	52,4	<0,05	48,3	0,22	104,0	176
Laguna Tinaja	0,05	109,0	101,0	<0,05	45,8	0,18	93,6	240
Laguna San Pedro	0,08	90,8	34,5	<0,05	41,8	0,16	77,1	193
Laguna Redondilla	0,20	60,5	46,3	0,23	8,1	0,12	85,0	140
Laguna La Lengua	0,08	82,5	47,1	<0,05	36,1	0,17	87,3	177
Laguna Salvadora	0,33	85,5	44,9	<0,05	31,8	0,26	85,9	183
Laguna Santos Morcillo	0,11	66,0	43,5	0,23	32,3	0,23	88,5	127
Laguna Batana	0,12	86,0	41,2	0,13	28,9	0,20	84,9	187
Laguna Colgada	0,11	87,3	38,6	0,13	34,1	0,21	81,5	199
Laguna del Rey	0,21	78,9	35,0	0,13	28	0,17	72,5	178
Laguna Cueva Morenilla	0,04	80,5	39,6	0,16	32,1	0,10	84,7	176
Laguna Coladilla	0,07	80,6	44,7	<0,05	30,5	0,13	82,3	176

**Tabla 152.** Resultados de los análisis físico-químicos de laboratorio para las estaciones de humedales de la Red de Control Biológico de la Cuenca del Guadiana. Marzo 2006.

Estación	Amonio (mg NH <sub>4</sub> /l)	Calcio (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Fósforo total (mg P/l)	Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /l)	Nitritos (mg NO <sub>2</sub> /l)	Sulfatos (mg/l)	Alcalinidad (mg CaCO <sub>3</sub> /l)
Laguna Grande de Villafranca	<0,02	665	1110	0,14	2,6	0,110	4100	147
Laguna del Taray	4	84,8	170	2,8	11,8	1,400	130	299
Laguna del Taray (Quero)	0,17	610	616	0,37	<1,1	0,027	2320	112
Laguna Concejo	<0,02	106	48,8	<0,05	46,2	0,130	92,6	214
Laguna Tomilla	0,035	93	48,9	<0,05	20,4	0,120	82,6	183
Laguna Tinaja	0,03	106	37,9	<0,05	44,9	0,091	63,6	235
Laguna San Pedro	0,023	92,4	39	<0,05	40,2	0,110	74,9	201
Laguna Redondilla	0,068	59,3	46,1	0,1	1,9	0,042	71,7	136
Laguna La Lengua	0,03	82,1	57,1	<0,05	34,3	0,099	68	174
Laguna Salvadora	0,086	82,8	49,6	<0,05	29,7	0,110	72,9	175
Laguna Santos Morcillo	0,036	70,6	50,6	0,16	28,4	0,110	74,4	145
Laguna Batana	0,032	90,3	51,9	<0,05	26,6	0,069	75,6	200
Laguna Colgada	0,029	91	42,9	<0,05	31,5	0,092	61,7	205
Laguna del Rey	0,039	85,8	42,8	<0,05	30,8	0,110	66,1	192
Laguna Cueva Morenilla	<0,02	86,8	46,8	<0,05	29,3	0,096	65,4	194
Laguna La Coladilla	0,023	84,9	43,5	0,07	29,5	0,096	67,9	192
Tablas de Daimiel	0,18	346	232	0,07	<1,1	0,066	1230	163

**Tabla 153.** Resultados de los análisis físico-químicos de laboratorio para las estaciones de humedales de la Red de Control Biológico de la Cuenca del Guadiana. Agosto 2006.

Estación	Amonio (mg NH <sub>4</sub> /l)	Calcio (mg/l)	Fosfatos (mg PO <sub>4</sub> /l)	Fósforo total (mg P/l)	Nitratos (mg NO <sub>3</sub> /l)	Nitritos (mg NO <sub>2</sub> /l)	Silíce (mg SiO <sub>2</sub> /l)	Alcalinidad (mg CaCO <sub>3</sub> /l)
Laguna Grande de Villafranca	<0,02	718	<0,03	<0,05	<1,1	<0,017	3,3	120
Laguna del Taray (Pedroñeras)	35,1	92,3	3,1	3,3	1,86	0,030	22,6	526
Laguna Concejo	0,15	76,4	<0,03	<0,05	36,46	0,243	10,6	176
Laguna Tomilla	0,12	69,2	<0,03	<0,05	33,67	0,194	10,1	137
Laguna Tinaja	0,096	83,2	<0,03	<0,05	30,52	0,207	15,4	190
Laguna San Pedro	0,034	75,5	<0,03	<0,05	39,56	0,141	11,2	173
Laguna La Lengua	0,086	56	<0,03	<0,05	17,72	0,161	14,3	129
Laguna Salvadora	0,17	50,9	<0,03	<0,05	14,71	0,177	11,4	113
Laguna Santos Morcillo	0,17	52,8	<0,03	<0,05	15,24	0,207	10	116
Laguna Batana	0,052	71,3	<0,03	<0,05	14,49	0,220	11,1	183
Laguna Colgada	0,083	72,2	<0,03	<0,05	24,14	0,144	8	181
Laguna del Rey	0,076	61,4	<0,03	<0,05	19,85	0,164	12,4	144
Laguna Cueva Morenilla	0,33	62,3	0,07	<0,05	19,05	0,227	5,9	154
Laguna La Coladilla	0,23	61,5	0,04	<0,05	17,37	0,190	6,4	150
Tablas de Daimiel	1,1	343	<0,03	0,15	0,97	0,493	10,8	170

### Lagunas de Ruidera

En las lagunas de Ruidera las concentraciones de amonio medidas son bajas. Los valores máximos detectados son de 0,33 mg/l (Salvadora en octubre de 2005 y Cueva Morenilla en agosto de 2006). Los valores promedio del conjunto de las lagunas se sitúan en 0,1 mg NH<sub>4</sub>/l en las campañas de octubre de 2005 y agosto de 2006 y en 0,04 mg NH<sub>4</sub>/l en marzo de 2006. Los nitratos están siempre por debajo de los 50 mg/l, con un valor promedio para todas las lagunas y todas las campañas de 29,4 mg/l. Los nitritos presentan valores muy elevados, con máximos de 0,28 mg/l en Concejo en octubre de 2005. En cuanto al fósforo, las concentraciones están por debajo de los límites de detección en todas las lagunas en agosto de 2006 y en la mayoría de ellas en marzo de 2006. En octubre de 2005, sin embargo, las lagunas situadas más aguas abajo del enclave (a partir de Santos Morcillo) presentaban condiciones eutróficas según los niveles de fósforo medidos (0,23 mg P/l en Redondilla y

Santos Morcillo; 0,16 mg P/l en Cueva Morenilla; 0,13 mg P/l en Batana, Colgada y Rey). La alcalinidad alcanza unos valores promedio de entre 180 y 190 mg CaCO<sub>3</sub>/l en octubre de 2005 y marzo de 2006, correspondientes a aguas muy tamponadas, con valores máximos en la laguna Tinajas (240 mg CaCO<sub>3</sub>/l en octubre de 2005). En agosto de 2006 los valores de alcalinidad son algo más bajos, con un promedio de 154 mg CaCO<sub>3</sub>/l y un máximo de 190 mg CaCO<sub>3</sub>/l en Tinajas. Las concentraciones de calcio siguen el mismo patrón que la alcalinidad, con valores más elevados en octubre de 2005 y marzo de 2006 y más bajos en agosto de 2006. El valor promedio de calcio es de 86 mg Ca/l en las dos primeras campañas y de 66 mg Ca/l en agosto de 2006. Los valores promedio de cloruros son casi idénticos en octubre de 2005 (47,6 mg/l) que en marzo de 2006 (46,6 mg/l) mientras que los sulfatos muestran un ligero descenso (86,1 mg SO<sub>4</sub>/l en octubre de 2005 y 72,1 mg SO<sub>4</sub>/l en marzo de 2006).

#### Humedales permanentes y semipermanentes fuera del enclave de Ruidera

En los humedales permanentes o semipermanentes de la cuenca del Gigüela (Taray de Quero, Taray de Las Pedroñeras, Grande de Villafranca y Tablas de Daimiel) los valores de amonio son en general bajos excepto en el Taray de Pedroñeras, con importantes aportes de aguas residuales, donde son extraordinariamente elevados (29,2 mg NH<sub>4</sub>/l en marzo de 2005 y 35,1 mg NH<sub>4</sub>/l en agosto de 2006) y en Tablas de Daimiel, donde en agosto de 2006 la concentración medida fue de 1,1 mg NH<sub>4</sub>/l. Los niveles de nitratos son bajos en todos los humedales, casi siempre por debajo de los límites de detección. Las concentraciones máximas medidas fueron las de marzo de 2006 en el Taray de Pedroñeras (11 mgNO<sub>3</sub>/l). Los nitritos presentan valores extraordinariamente altos en el Taray de Pedroñeras en marzo de 2005 (3,7 mgNO<sub>2</sub>/l) y marzo de 2006 (1,4 mgNO<sub>2</sub>/l) y algo menores en Tablas de Daimiel en agosto de 2006 (0,5 mgNO<sub>2</sub>/l). En cuanto al fósforo, los valores más elevados se registran también en el Taray de Pedroñeras, de aguas hipereutróficas, con un promedio en las tres campañas realizadas de 3,3 mg P/l y un máximo en marzo de 2005 de 3,8 mg P/l. Las concentraciones de fósforo son también elevadas en el Taray de Quero (valores máximos de 0,37 mg P/l), aunque muy por debajo de las registradas en el Taray de Pedroñeras. La alcalinidad en el Taray de Pedroñeras varía considerablemente entre los diferentes muestreos realizados, siendo máxima en agosto de 2006 (526 mg CaCO<sub>3</sub>/l) y mínima en marzo de 2006 (299 mg CaCO<sub>3</sub>/l). En los otros tres humedales oscila entre los 112 mg CaCO<sub>3</sub>/l del Taray de Quero en marzo de 2006 y los 170 mg CaCO<sub>3</sub>/l de Tablas de Daimiel en agosto de 2006. Sulfatos, cloruros y calcio son mucho más elevados en la laguna Grande de Villafranca y en el Taray de Quero. Las concentraciones más bajas son las del Taray de Pedroñeras con un promedio de 94,3 mg Ca/l, 182 mg Cl/l y 137 mg SO<sub>4</sub>/l respectivamente.

### Lagunas temporales

En las lagunas temporales se cuenta con un solo dato de cada parámetro, correspondiente a marzo de 2005. Se observan valores elevados de amonio en la Veguilla (2,7 mg NH<sub>4</sub>/l) y Retamar (1,1 mg NH<sub>4</sub>/l), mientras que los nitratos están por debajo de los límites de detección en todos los humedales excepto en la laguna de Caracuel (1,4 mg NO<sub>3</sub>/l). Las concentraciones de nitritos alcanzan niveles elevados solamente en la Veguilla (2,5 mg NO<sub>2</sub>/l). Los niveles de fósforo total son elevados en la Veguilla (1,4 mg P/l) y muy elevados en la laguna del Longar (14,3 mg P/l), seguramente producto del vertido de aguas residuales. La alcalinidad más elevada se registra también en el Longar con 1070 mg CaCO<sub>3</sub>/l, mientras que la mínima es la de Retamar (140 mg CaCO<sub>3</sub>/l). Los cloruros presentan valores muy variables, que van desde los 44.000 mg Cl/l del Longar o los 19.500 mg Cl/l de la laguna del Prado hasta los 448 mg Cl/l de la Veguilla, que pasa por ser la menos salada. Lo mismo ocurre con los sulfatos, cuyos valores máximos corresponden a la laguna del Camino de Villafranca (8.860 mg SO<sub>4</sub>/l) y los mínimos a la Veguilla (409 mg SO<sub>4</sub>/l). Las concentraciones de calcio, muy inferiores a las de cloruros y sulfatos en casi todas las lagunas, van desde los 807 mg/l de Retamar hasta los 61,5 mg/l de la Veguilla.

## 3.3.2. VALORACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA

### 3.3.2.1. ÍNDICE ECELS

El índice ECELS (Agència Catalana de l'Aigua, 2004) valora las condiciones en las que se encuentra el ecosistema del humedal en su conjunto, más allá de lo que es estrictamente la calidad del agua. Está estructurado en 5 bloques y cada uno de ellos analiza un aspecto independiente del estado de conservación del humedal:

- Morfología
- Construcciones, infraestructuras y usos humanos
- Aspecto del agua
- Vegetación de helófitos o salicornial
- Vegetación sumergida y flotante

El valor del índice se obtiene a través de la suma de la puntuación de cada bloque, y oscila entre 0 y 100. El estado de conservación se relaciona con el valor final del índice según muestra la siguiente tabla:

**Tabla 154.** Valoración del estado de conservación a partir de la puntuación del índice ECELS.

VALOR ECELS	ESTADO DE CONSERVACIÓN
90-100	Muy bueno
70-89	Bueno
50-69	Moderado
30-49	Deficiente
0-29	Malo

El índice ECELS se ha determinado para todos los humedales visitados. En la Tabla 154 se presentan los resultados del índice para las diferentes campañas realizadas.

**Tabla 155.** Estado de conservación de los humedales de la Red de Control Biológico según el índice ECELS.

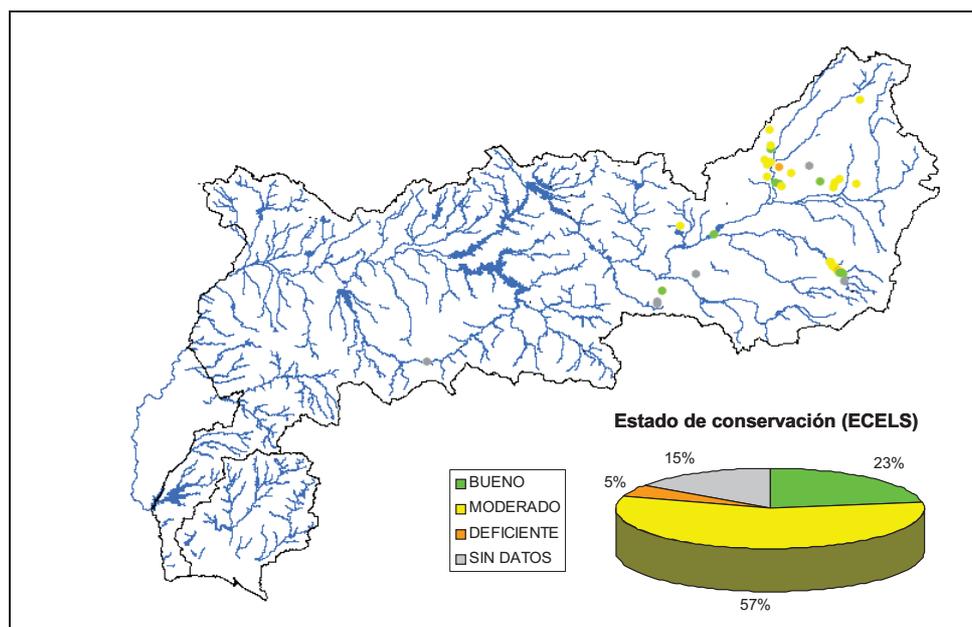
HUMEDAL	2005		2006		PROMEDIO	ESTADO DE CONSERVACIÓN
	MARZO	OCTUBRE	MARZO	AGOSTO		
Laguna de El Hito	68*	-	-	-	68	Moderado*
Laguna de Sánchez Gómez	69*	-	-	-	69	Moderado*
Laguna de Manjavacas	60	-	-	-	60	Moderado
Laguna Taray (Pedroñeras)	51	-	63	60	58	Moderado
Laguna del Longar (Lillo)	66	-	-	-	66	Moderado
Laguna del Prado	55	-	-	-	55	Moderado
Laguna Larga	71	-	-	-	71	Bueno
Laguna de Tirez	65*	-	-	-	65	Moderado*
Laguna de Peña Hueca	61*	-	-	-	61	Moderado*
Laguna del Taray (Quero)	56	-	56	68*	60	Moderado
Laguna Grande (Quero)	36*	-	-	-	36	Deficiente*
Laguna Grande Villafranca	53	-	61	52	55	Moderado
Laguna de las Yeguas	70*	-	-	-	70	Bueno*
Laguna Camino Villafranca	72	-	-	-	72	Bueno
La Veguilla	65	-	-	-	65	Moderado
Laguna de Alcahozo	56*	-	-	-	56	Moderado*
Laguna de Retamar	81	-	-	-	81	Bueno
Laguna de Salicor	66*	-	-	-	66	Moderado*
Nava Grande	61*	-	-	-	61	Moderado*
Laguna Concejo	-	76	95	79	83	Bueno
Laguna Tomilla	-	71	94	83	83	Bueno
Laguna Tinaja	-	81	81	76	79	Bueno
Laguna San Pedro	-	40	78	73	64	Moderado
Laguna Redondilla	-	47	50	-	49	Deficiente
Laguna Lengua	-	61	60	45	55	Moderado
Laguna Salvadora	-	42	76	69	62	Moderado
Laguna de Santos Morcillo	-	47	71	63	60	Moderado
Laguna Batana	-	47	80	55	61	Moderado

**Tabla 155.** Estado de conservación de los humedales de la Red de Control Biológico según el índice ECELS (Continuación).

HUMEDAL	2005		2006		PROMEDIO	ESTADO DE CONSERVACIÓN
	MARZO	OCTUBRE	MARZO	AGOSTO		
Laguna de la Colgada	-	67	82	46	65	Moderado
Laguna del Rey	-	47	75	61	61	Moderado
Laguna de Cueva Morenilla	-	55	70	45	57	Moderado
Laguna de la Coladilla	-	63	57	52	57	Moderado
Tablas de Daimiel	74	-	65	80	73	Bueno
Laguna de Caracuel	81	-	-	-	81	Bueno

\*valor del ECELS determinado con la laguna seca

El estado de conservación de los humedales, valorado a partir del promedio del índice ECELS obtenido en las diferentes campañas realizadas, se muestra gráficamente en la Figura 159.



**Figura 159.** Estado de conservación de los humedales de la Red de Control Biológico valorado a partir del índice ECELS.

Los resultados muestran que entre los humedales en los que se ha evaluado el índice ECELS, solamente un 26% están en buen estado de conservación, mientras que el 68% presentan un estado de conservación moderado. Sin embargo, hay que matizar estos resultados puesto que en 8 de las lagunas en las que no se alcanza el buen estado se ha evaluado el índice en ausencia de agua, siendo así imposible valorar algunos de los aspectos del ECELS. Dada la puntuación que obtienen la mayoría de estos humedales temporales, muy

cercana a los valores que corresponden al buen estado de conservación, es de suponer que todos ellos alcanzarían este estado en condiciones de inundación.

### 3.3.2.2. ÍNDICE QAELS

El índice QAELS (Agència Catalana de l'Aigua, 2004) es un indicador de la calidad del agua de los humedales basado en la sensibilidad a la contaminación de los microcrustáceos que en ella habitan y a la diversidad existente de insectos y crustáceos.

Este índice, cuyo diseño inicial fue concebido para su aplicación en humedales someros de Cataluña, se fundamenta en la abundancia relativa de ciertos taxones de microcrustáceos con elevado valor como indicadores de calidad. Las abundancias relativas de cada uno de los taxones se multiplican por un coeficiente tanto más alto cuanto mayor es la relación entre la presencia de ese taxón y los parámetros de buena calidad del agua. Para poder aplicar el QAELS a los humedales de la cuenca del Guadiana ha sido pues necesaria una adaptación del índice, consistente en una revisión tanto de los taxones con valor indicador como de los coeficientes de ponderación que había que utilizar.

Al igual que en la versión original del índice, en su adaptación para el Guadiana se han diferenciado los humedales en tres grupos, con unos taxones indicadores y unos coeficientes de ponderación propios para cada uno de los grupos. Los grupos utilizados en este trabajo son:

- Lagunas de Ruidera
- Humedales permanentes o semipermanentes fuera del complejo de Ruidera (Taray de Quero, Taray de las Pedroñeras, Grande de Villafranca y Tablas de Daimiel)
- Humedales temporales

En la Tabla 191 del Anexo III.III se muestran, para cada grupo, las especies de microcrustáceos seleccionadas para el cálculo del índice y su coeficiente de ponderación.

Para establecer la relación entre el valor del QAELS y la calidad del agua de un humedal se han utilizado los mismos rangos propuestos por los autores del índice:

**Tabla 156.** Valoración del estado de conservación a partir de la puntuación del índice QAELS.

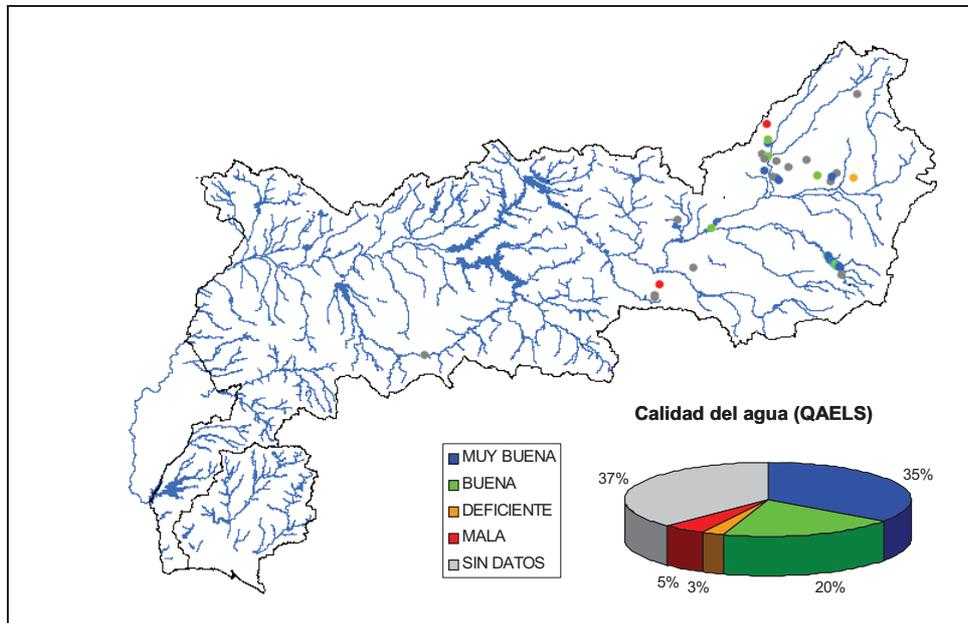
VALOR QAELS	CALIDAD DEL AGUA
$QAELS \geq 8$	Muy buena
$6 \leq QAELS < 8$	Buena
$4 \leq QAELS < 6$	Moderada
$2 \leq QAELS < 4$	Deficiente
$QAELS < 2$	Mala

La Tabla 157 muestra los resultados obtenidos en las diferentes campañas realizadas.

**Tabla 157.** Calidad del agua de los humedales de la Red de Control Biológico según el índice QAELS.

HUMEDAL	2005		2006		PROMEDIO	CALIDAD DEL AGUA
	MARZO	OCTUBRE	MARZO	AGOSTO		
Laguna de Manjavacas	9,8	-	-	-	9,8	MUY BUENA
Laguna Taray (Pedroñeras)	0,5	-	6,7	3,9	3,7	DEFICIENTE
Laguna del Longar (Lillo)	0	-	-	-	0	MALA
Laguna del Prado	7,6	-	-	-	7,6	BUENA
Laguna Larga	8,6	-	-	-	8,6	MUY BUENA
Laguna del Taray (Quero)	3,9	-	9,3	-	6,6	BUENA
Laguna Grande Villafranca	10,9	-	12,4	7,7	10,3	MUY BUENA
Laguna Camino Villafranca	11,7	-	-	-	11,7	MUY BUENA
La Veguilla	8,7	-	-	-	8,7	MUY BUENA
Laguna de Retamar	6,3	-	-	-	6,3	BUENA
Laguna Concejo	-	-	10,0	11,9	10,9	MUY BUENA
Laguna Tomilla	-	8,7	9,6	12,0	10,1	MUY BUENA
Laguna Tinaja	-	6,7	8,6	7,0	7,4	BUENA
Laguna San Pedro	-	12,8	9,9	7,9	10,2	MUY BUENA
Laguna Redondilla	-	8,3	7,2	-	7,8	BUENA
Laguna Lengua	-	9,7	12,5	10,7	11,0	MUY BUENA
Laguna Salvadora	-	7,0	10,3	11,0	9,4	MUY BUENA
Laguna de Santos Morcillo	-	5,8	10,5	8,9	8,4	MUY BUENA
Laguna Batana	-	2,9	11,7	7,9	7,5	BUENA
Laguna de la Colgada	-	6,6	11,9	11,5	10,0	MUY BUENA
Laguna del Rey	-	9,4	13,0	9,0	10,5	MUY BUENA
Laguna de Cueva Morenilla	-	-	8,7	7,4	8,0	MUY BUENA
Laguna de la Coladilla	-	-	8,2	6,8	7,5	BUENA
Tablas de Daimiel	5,9	-	7,7	6,5	6,7	BUENA
Laguna de Caracuel	1,5	-	-	-	1,5	MALA

La calidad del agua de los humedales, valorada a partir del promedio del índice QAELS obtenido en las diferentes campañas realizadas, se muestra gráficamente en la Figura 160.



**Figura 160.** Calidad del agua en los humedales de la Red de Control Biológico valorada a partir del índice QAELS.

La falta de agua ha hecho imposible la valoración del QAELS en casi el 40% de los humedales. En los que sí se ha podido valorar, se observa que la calidad del agua es en general buena o muy buena. Solamente tres humedales obtienen un nivel de calidad inferior al bueno según el índice. Dos de ellos, la Laguna del Taray en Las Pedroñeras y la Laguna de Longar, presentaban niveles de eutrofia muy elevados (Tabla 142) en marzo de 2005. En el Taray, además, los niveles de amonio eran también muy elevados (Tabla 150). En ambas lagunas los valores de QAELS lo acusan notablemente. En el caso de la Laguna de Caracuel, con una mala calidad del agua según el valor de QAELS, se encontró una comunidad de microcrustáceos muy empobrecida, posiblemente debido al momento en que se realizó el muestreo, poco antes de que se secase completamente.

Cabe destacar que los propios autores del índice qaels sostienen que sería aconsejable realizar nuevos trabajos que permitan ajustar el índice y en especial revisar los límites que separan las categorías de calidad (Sala, com. pers.). Su impresión es que esta revisión les llevará a exigir una puntuación más elevada de qaels para alcanzar la categoría de máxima calidad. Teniendo en cuenta esta apreciación, es muy probable que las clases de calidad que se asignan a los humedales en este trabajo sean demasiado optimistas.

### 3.3.2.3. ÍNDICE DE ICTIOFAUNA

En este trabajo se presenta una primera versión del índice de conservación de los humedales basado en los peces (véase apartado 3.3.1.1.4), cuyo objetivo es valorar el estado ecológico de estas masas de agua a partir de las comunidades de peces que albergan. Sin embargo, dadas las pocas masas de agua de esta categoría en las que se han podido realizar muestreos de peces y teniendo en cuenta que en la actualidad se está trabajando en una versión más desarrollada del índice, se ha decidido no utilizarlo de momento para la valoración del estado ecológico de los humedales en este trabajo. En la explotación de la Red de Control Biológico en años sucesivos se espera poder contar con este índice como una de las herramientas que contribuyan a dar mayor consistencia al diagnóstico del estado ecológico en humedales.

### 3.3.2.4. VALORACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO

Es un objetivo de este trabajo el poder establecer una valoración inicial del estado ecológico de los humedales de la Red de Control Biológico de la cuenca del Guadiana. A la espera de que el avance de los trabajos de implantación de la DMA permita contar con metodologías consolidadas de determinación del estado ecológico en masas de agua de estas características, se ha optado por utilizar las ya existentes e utilizadas en otras demarcaciones hidrográficas. Dado que se cuenta con los resultados de los índices QAELS y ECELS, se ha optado por utilizar los protocolos redactados y aprobados por la Agència Catalana de l'Aigua (Agència Catalana de l'Aigua, 2006) para la evaluación del estado ecológico de los humedales, que se basan en la combinación de estos dos índices.

En un primer momento estaba previsto utilizar también un índice basado en las poblaciones de peces para afinar los resultados obtenidos con el QAELS y el ECELS, pero la fase preliminar en que se encuentra el desarrollo del índice de peces hace recomendable dejar para más adelante su aplicación (véase apartado 3.3.2.3).

De esta forma, el estado ecológico de los humedales se determina a partir de la clase de calidad del agua y de su estado de conservación, valorados mediante los índices QAELS y ECELS, según muestra la matriz siguiente:

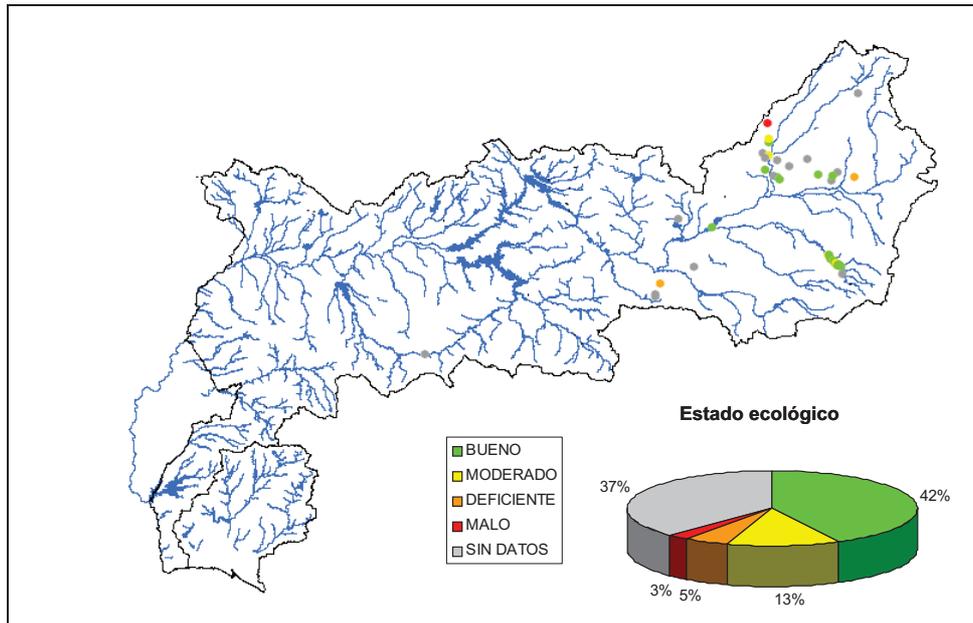
**Tabla 158.** Matriz de valoración del estado ecológico en humedales a partir de los índices ECELS y QAELS.

Categoría del QAELS	Categoría del ECELS				
	I	II	III	IV	V
I	MUY BUENO	BUENO	BUENO	MODERADO	DEFICIENTE
II	BUENO	BUENO	MODERADO	MODERADO	DEFICIENTE
III	BUENO	MODERADO	MODERADO	DEFICIENTE	MALO
IV	MODERADO	MODERADO	DEFICIENTE	DEFICIENTE	MALO
V	DEFICIENTE	DEFICIENTE	MALO	MALO	MALO

Al aplicar esta matriz de combinación a los resultados de QAELS y ECELS de cada humedal, se obtiene la valoración del estado ecológico de los humedales, que se presentan a continuación en formato de tabla (Tabla 158) y de mapa (Figura 176).

**Tabla 159.** Estado ecológico de los humedales de la Red de Control Biológico valorada a partir de los índices QAELS y ECELS.

HUMEDAL	CALIDAD DEL AGUA (QAELS)	ESTADO DE CONSERVACIÓN (ECELS)	ESTADO ECOLÓGICO
Laguna de Manjavacas	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna Taray (Pedroñeras)	DEFICIENTE	MODERADO	DEFICIENTE
Laguna del Longar (Lillo)	MALA	MODERADO	MALO
Laguna del Prado	BUENA	MODERADO	MODERADO
Laguna Larga	MUY BUENA	BUENO	BUENO
Laguna del Taray (Quero)	BUENA	MODERADO	MODERADO
Laguna Grande Villafranca	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna Camino Villafranca	MUY BUENA	BUENO	BUENO
La Veguilla	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna de Retamar	BUENA	BUENO	BUENO
Laguna Concejo	MUY BUENA	BUENO	BUENO
Laguna Tomilla	MUY BUENA	BUENO	BUENO
Laguna Tinaja	BUENA	BUENO	BUENO
Laguna San Pedro	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna Redondilla	BUENA	DEFICIENTE	MODERADO
Laguna Lengua	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna Salvadora	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna de Santos Morcillo	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna Batana	BUENA	MODERADO	MODERADO
Laguna de la Colgada	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna del Rey	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna de Cueva Morenilla	MUY BUENA	MODERADO	BUENO
Laguna de la Coladilla	BUENA	MODERADO	MODERADO
Tablas de Daimiel	BUENA	BUENO	BUENO
Laguna de Caracuel	MALA	BUENO	DEFICIENTE



**Figura 161.** Estado ecológico de los humedales de la Red de Control Biológico valorada a partir de los índices QAELS y ECELS.

El estado ecológico se ha valorado solamente en los 25 humedales en los que se ha podido realizar al menos un muestreo con agua, y en consecuencia se dispone de resultados tanto de QAELS como de ECELS. De entre esos 25 humedales, casi el 70% presentan un estado ecológico bueno según la metodología utilizada. Estos resultados deben sin embargo tomarse con cierta prudencia, puesto que son producto de una serie muy corta de datos, y en un periodo marcado por unas condiciones climatológicas e hidrológicas muy secas.