Estado de los lagos de la cuenca del Ebro según los requisitos de la Directiva Marco del Agua: una primera aproximación

Miriam Pardos *
*Concha Durán**
Rosa Casanovas **
Miguel Alonso **

* Confederación Hidrográfica del Ebro. Pº de Sagasta, n.º 24-28. E-50071 Zaragoza. España.
C/e: mpardos@chebro.es; cduran@chebro.es
** URS C/ Urgell, nº 143. E-08036 Barcelona. España.
C/e: rosa_casanovas@urscorp.com; miguel_alonso@urscorp.com

Introducción

La Directiva Marco del Agua (European Parliament and The Council, 2000), conocida como DMA, ha supuesto un cambio muy importante en la forma de valorar el estado de nuestros recursos hídricos y de proceder a su gestión. Introduce el concepto de «estado» de las masas de agua, como una expresión de su «estado ecológico» y su «estado químico», y establece como objetivo alcanzar el «buen estado» de las masas de agua continentales, tanto subterráneas como superficiales, y costeras, en el año 2015. Prácticamente todo en la DMA es ciertamente novedoso, en particular la introducción del estado ecológico como variable para valorar el estado de salud de las masas de agua. Con anterioridad a esta directiva, estas valoraciones pasaban exclusivamente por análisis fisicoquímicos, que tenían que ver con el actual estado químico, y microbiológicos.

La valoración del estado ecológico se lleva a cabo mediante el análisis de elementos de calidad biológicos, concretamente de organismos acuáticos; entendiendo que la masa de agua se encontrará en buenas condiciones si la biota que alberga goza de buena salud. Esto es, se utilizan seres vivos como indicadores aprovechando sus diferentes grados de sensibilidad a las perturbaciones, pero sobre todo también, su memoria. Es decir, los indicadores biológicos nos proveen de información, no sólo sobre lo que acontece en una masa de agua en el presente sino también sobre los procesos y avatares por los que ésta ha venido pasando.

La DMA establece que el estado ecológico debe valorarse comparando los parámetros relacionados con los diferentes elementos de calidad biológicos (fitoplancton, fitobentos y macrofitos, zoobentos y peces) analizados en una masa de agua problema, con los que se encontrarían en una masa de agua del mismo tipo pero en condiciones prístinas o muy levemente alteradas antrópicamente. Por esto las primeras tareas que debieron acometerse para la implementación de la DMA en los diferentes países europeos fueron: la catalogación de las diferentes categorías de masas de agua, su clasificación en tipos, y el análisis de presiones e impactos al que estaban sometidas. De esta forma se identificaban los diferentes tipos de masas de agua sin presiones donde buscar las condiciones de referencia, las cuales resultarían la vara de medida para la evaluación del estado ecológico.

Dentro del ámbito de implementación de la DMA, la Confederación Hidrográfica del Ebro promovió, en el bienio 2004-2005, un proyecto encaminado a desarrollar las tareas necesarias para tipificar los lagos de su demarcación, analizar sus presiones e impactos, y realizar una primera aproximación al establecimiento de las condiciones de referencia. El proyecto incluyó el muestreo y análisis de elementos de calidad fisicoquímicos, hidromorfológicos y biológicos en 40 lagos, siguiendo los protocolos elaborados por la propia Confederación (C.H.E., 2005).

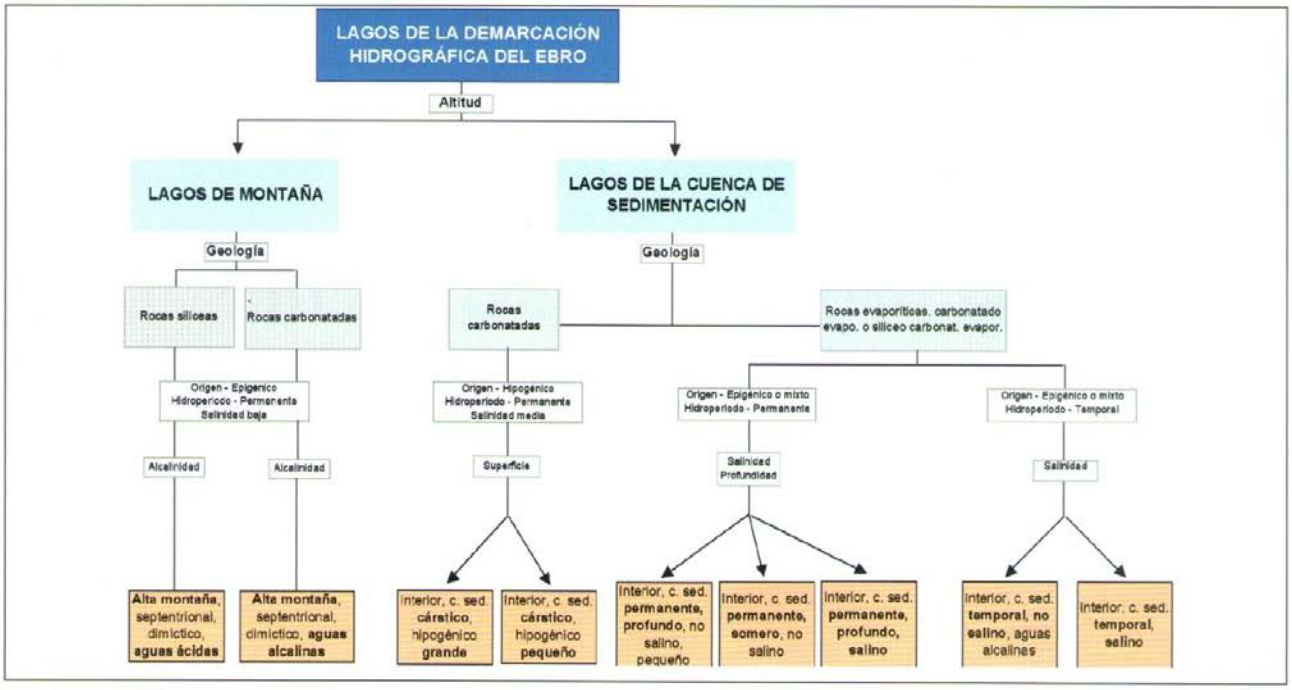

Figura 1. Tipos de lagos identificados en la Demarcación Hidrográfica del Ebro de acuerdo con los parámetros especificados por la Directiva Marco del Agua.

En este artículo se presenta una versión sintética del proyecto realizado, que incluye la clasificación en tipos de lo lagos de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, los resultados del análisis de presiones e impactos y la designación de los lagos de referencia. Se da una primera aproximación a las condiciones de referencia basada en la estructura de las comunidades acuáticas de cada tipo de lago.

Tipos de lagos y su distribución en la demarcación hidrográfica del Ebro

En el ámbito de la demarcación del Ebro, la categoría de masas de agua más diversa es la correspondiente a los lagos. Se entiende que, si como especifica la DMA, su estado debe valorarse a través de indicadores biológicos, la primera dificultad que aparece es la gran variabilidad de la estructura de sus comunidades biológicas. Por esto la propia Directiva, en su anexo 2, ya establece la necesidad de agrupar las masas de agua, en este caso los lagos, en tipos homogéneos con objeto de que, dentro de cada tipo, la biota de los lagos que lo componen sea comparable. Esto es muy importante para poder establecer las condiciones de referencia, lo que se tratará con detalle más adelante.

La tipificación debe llevarse a cabo con criterios físicos, en su mayor parte de tipo regional, relacionados con el clima y la geología, aunque también con la propia morfología de los lagos. Para llevarla a cabo, la DMA establece dos clases de parámetros, unos obligatorios y otros opcionales, agrupados en lo que se conoce técnicamente como sistemas «A» y «B» respectivamente. Éstos se presentan en la tabla I.

Tabla I. Sistemas empleados para la tipificación de las masas de agua de acuerdo con los requerimientos de la Directiva marco del Agua.

Sistema «A»	Sistema «B»
Altitud	Origen del agua
Geología	Salinidad
Profundidad	Superficie
Latitud/Longitud	Hidroperiodo

El análisis basado en el cruce de todos estos parámetros permite identificar nueve tipos de lagos distribuidos por el interior de la demarcación del Ebro. No se han considerado aquellos conocidos como «aguas de transición» por su comunicación con el mar, ni los lagos costeros debido a que, los que existen, han sido incluidos en la categoría de aguas «muy modificadas» por las transformaciones hidromorfológicas a las que se han visto sometidos (fig. 1).

Lagos de alta montaña septentrional dimícticos

Son todos de origen glaciar y se encuentran en las cotas más elevadas de las cordilleras que orlan la cuenca del Ebro, generalmente por enci-

Figura 2. Ibón de Anayet. Masa de agua de referencia para lagos de alta montaña septentrional dimícticos de aguas ácidas.

ma de los 1.600 m de altitud. Sus aguas pasan por dos periodos de estratificación y mezcla ligados a la temperatura, de ahí su calificativo de «dimícticos», uno en invierno por la congelación y otro estival. La aportación hídrica es meteórica y el agua es, por tendencia natural, muy limpia (oligotrófica) y bien oxigenada en su totalidad.

Tabla II. Relación de lagos pertenecientes al tipo «Alta montaña septentrional dimícticos»que han sido objeto de estudio para la aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación del Ebro.

Lagos considerados masa de agua	Lagos no considerados masa de agua
Lago Respumoso	Ibón del Escalar
Lago de Urdiceto	Ibón de Astún
Lago de Tramacastilla	Ibones altos de Brazato
Llac de Rius	Ibón de Anayet
Estany Tort de Rius	Ibón Grande de Batisielles
Estany Sant Maurici	Ibón Aigüeta de Batisielles
Estany de Travessany	*Estany Miei de Saboredo*
Estany Negre de Boi	*Estany Naut de Saboredo*
Estany de Cavallers	
Estany Negre de Espot	
Estany Gento	
Laguna larga de Neila	

Aguas ácidas

Se trata de lagos e ibones situados en sustrato poco soluble, como granitos y pizarras, lo que explica la baja mineralización y tendencia a la acidez de sus aguas. Las comunidades biológicas suelen estar poco desarrolladas, sobre todo en los de formas más abruptas. Son numerosísimos en los Montes Pirineos y también aparecen en el sistema Ibérico (Neila), aunque la mayoría son de escasas dimensiones por lo que, de acuerdo con las restricciones de tamaño que contempla la DMA a la hora de considerarlos como masas de agu (superficie > 8 ha y profundidad > 3 m), sólo 12 son considerados como tal. En la tabla II se incluyen estos lagos y, además, otros que también fueron estudiados en este trabajo por su interés específico a pesar de no ser masas de agua.

Aguas alcalinas

Son menos abundantes que los anteriores debido a que aparecen en sustrato calcáreo, el cual es soluble. Como el agua tiende a infiltrarse, sólo en condiciones muy particulares se desarrollan lagos. El lago Grande de Marboré es el único considerado masa de agua. También se han incluido otros dos en el estudio: el *estany de Mainera* y el *estany de Filia*. Sus características

Figura 3. Estany Gran de Mainera. *Masa de agua de referencia para lagos de alta montaña septentrional dimícticos de aguas alcalinas.*

son muy similares a las de los lagos ácidos aunque tienen una cierta tendencia a ser biológicamente más productivos.

Lagos situados en la cuenca de sedimentación

Son lagos situados en los materiales de relleno que ocupan la depresión del Ebro. El clima árido y la variada naturaleza de los sustratos de este territorio, dan lugar a un conjunto de lagos notablemente diverso y dotado de gran contenido regional.

Lagos cársticos hipogénicos

Aparecen en rocas carbonatadas y carstificadas en altitudes medias, en muchos casos como dolinas o «poljés» inundados. Sólo los de mayores dimensiones, considerados «grandes»: Arreo, Montcortés y Grande de Estaña están catalogados como masas de agua. Los de menor tamaño: Cernégula, *estany Gran de Basturs* y *estany Petit de Basturs*, a pesar de no figurar como masas de agua, también se incluyeron por el indudable interés que entrañaba su estudio. Todos estos lagos se alimentan del freático, son permanentes y monomícticos, aunque algunos pueden ser meromícticos, es decir, que no llegan nunca a presentar la masa de agua totalmente mezclada. Las aguas son mineralizadas con dominancia de carbonato cálcico. Las comunidades biológicas poseen un grado de desarrollo notable.

Lagos en rocas evaporíticas y/o sedimentarias continentales más o menos carbonatadas o silíceas

El régimen hidrológico, la disponibilidad hídrica y la forma del vaso de los lagos determinan el hidroperiodo y la salinidad de las aguas. En este grupo se incluyen los tipos siguientes:

Permanentes profundos no salinos

Suelen tener alimentación mixta, superficial y subterránea, y profundidad suficiente para que las comunidades biológicas del bentos puedan diferenciarse en profundas y litorales. Las aguas pueden se dulces o mineralizadas, aunque no saladas. En la cuenca del Ebro la única masa de

agua catalogada perteneciente a este tipo es el lago de las Cañas.

Permanentes someros no salinos

Poseen características generales similares a los anteriores salvo que son menos profundos, «someros» en este caso, lo que permite la extensión de las comunidades bentónicas litorales a la totalidad del vaso lacustre. Lagos de este tipo considerados masa de agua son los Galachos de Juslibol y la Alfranca, que son meandros abandonados inundados permanentemente en las terrazas del Ebro por el afloramiento del freático del propio río, y también la laguna Honda y la laguna de la Estanca. Se incluyen así mismo la laguna de Guialguerrero y la estanca del Gancho, muy características del tipo aunque por tamaño no cumplirían con los requisitos necesarios para figurar como masas de agua.

Permanentes profundos salinos

El único conocido en la cuenca del Ebro es la laguna Salada de Chiprana, catalogada como masa de agua y situada en sedimentos terciarios surcados por paleocanales que le confieren un singular valor paisajístico. Sus aguas son de origen subterráneo y el endorreísmo las ha ido concentrando hasta hacerlas hipersalinas. La profundidad máxima, que alcanza hasta 5 m, permite que se formen gradientes verticales de salinidad y temperatura que originan bolsas estables de agua profunda anóxicas y ricas en sulfhídrico.

Temporales no salinos de aguas alcalinas

Son todos muy someros y se alimentan superficialmente («epigénicos»), por lo que el volumen potencial de agua que se evapora es mayor que el que pueden acumular y acaban desecándose durante el periodo estival. Las aguas pueden poseer diferentes grados de mineralización pero no llegan a ser saladas. La laguna del Musco es masa de agua. Además aparecen en la cuenca del Ebro otros lagos cuyo estudio tiene interés para caracterizar las comunidades biológicas; éstos son las lagunas: Llana, del Rubio, del Mojón, de Hervías y La Zaida.

Temporales salinos

Estos lagos son también muy someros como corresponde a su carácter temporal. La alimenta-

Figura 4. Lago Grande de Estaña. Masa de agua de referencia para lagos en cuenca de sedimentación cársticos hipogénicos grandes.

Figura 5. Estany gran de Basturs. *Masa de agua de referencia para lagos en cuenca de sedimentación cársticos hipogénicos pequeños.*

ción puede ser superficial, subterránea o mixta, pero siempre funcionan como sistemas endorreicos. Algunos como los de Bujaraloz-Sástago están relacionados con fenómenos cársticos en yesos que son responsables de la formación de las cubetas, mientras que otros como Gallocanta dependen de acuíferos de mucha mayor entidad. Las aguas pasan por ciclos de mineralización con valores de concentración salina muy extremos ligados al hidroperiodo; éstos son más bajos con aguas altas y muy elevados cuando los lagos se encuentran próximos a la desecación. Las proporciones iónicas difieren entre lagos y también dentro de un mismo lago a lo largo de su ciclo hidrológico, pero siempre muestran desviaciones importantes respecto al agua marina, lo que da a sus aguas el calificativo de atalasohalinas-saladas. Son masas de agua pertenecientes a este tipo las lagunas de Sariñena, Salada Grande de Alcañiz, las lagunas de Carravalseca y Carralogroño, la laguna de Pitillas, la laguna de la Playa y la mencionada laguna de Gallocanta. Por otro lado, también se han considerado otras de menores dimensiones pertenecientes al complejo Bujaraloz-Sástago: la Salada y las también denominadas saladas, de la Muerte, Pequeña y del Rollico.

Estado de los lagos: presiones e impactos y aproximación a los lagos de referencia

Una de las tareas que cada Demarcación Hidrográfica ha tenido que llevar a cabo para la implementación de la DMA ha sido el análisis de Presiones e Impactos (IMPRESS). Este análisis, que en el caso de los ríos ha contado con una metodología que ha permitido alcanzar razonablemente los objetivos propuestos, en el caso de los lagos sólo lo ha hecho parcialmente. Y esto se debe a que los lagos son entidades indepen-

dientes que requieren un análisis individualizado a nivel territorial de micro o mesoescala. El objetivo del IMPRESS es caracterizar e inventariar las presiones asociadas a la actividad humana así como los impactos que éstas generan en las masas de agua, los cuales vendrán valorados por los diferentes elementos de calidad, tanto biológicos como químicos. Por otro lado, una de las primeras aplicaciones de los resultados del IMPRESS sería la identificación de lagos de referencia en los que buscar condiciones también denominadas de «referencia»; es decir, lagos sin presiones e impactos significativos, cuyos índices calculados para los elementos de calidad fisicoquímicos y biológicos serán después comparados con los del resto de lagos del mismo tipo, lo cual constituye el sistema para la valoración del «estado de las masas de agua» según lo especificado en la guía del C.I.S. Working Group 2.3 – REFCOND (2003).

El IMPRESS de los lagos de la Demarcación del Ebro se llevó a cabo a través de la información sobre lagos y humedales centralizada en la base de datos DMA-Ebro de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro, de información proporcionada por las Comunidades Autónomas (Aragón, País Vasco y Cataluña) y de trabajos científicos. De acuerdo con la DMA, el análisis de presiones se llevó a cabo atendiendo a factores hidromorfológicos y fisicoquímicos, los cuales se detallan en la tabla III.

Los resultados del IMPRESS permitieron identificar veinte lagos (tab. IV) sin presiones antrópicas significativas, del tipo de las aquí descritas, pertenecientes principalmente a los tipos de montaña y cársticos. También aparecen algunos lagos que pueden considerarse de referencia en la depresión del Ebro correspondientes a los tipos: «permanente somero no salino», «permanente profundo salino» y «temporal salino». De los tipos «permanente profundo no salino» y «temporal no salino de aguas alcalinas», que también aparecen en la depresión del Ebro, no se pudieron identificar lagos de referencia. A nivel

Tabla III. Presiones que afectan a factores hidromorfológicos y fisicoquímicos que han sido tenidas en cuenta para la designación de lagos de referencia en la Demarcación del Ebro.

Presiones que afectan a factores hidromorfológicos:	
Represamientos	Afectan principalmente a lagos de montaña. implican recrecimiento de cota y fluctuación artificial de la misma. Alteran las comunidades bentónicas litorales.
Aportaciones superficiales o subterráneas de excedentes de riego	Afectan a todo tipo de lagos interiores en cuencas de sedimentación. Alteran el hidroperiodo y la composición integral de las comunidades biológicas naturales.
Desecación	Afecta especialmente a los lagos interiores en cuencas de sedimentación temporales no salinos, con objetivos agrícolas (drenaje para el aprovechamiento de tierras). Eliminan las comunidades propias de los lagos.
Detracciones de agua	Afectan principalmente a los lagos de montaña y tiene por objeto favorecer los usos hidroeléctricos o turísticos. Provocan fluctuaciones artificiales de la cota del agua. Alteran las comunidades bentónicas litorales.
Ahondamiento de la cubeta	Se realiza para aumentar la permanencia de agua para favorecer la disponibilidad de agua para el ganado. Afecta principalmente a lagos interiores en cuenca de sedimentación temporales no salinos. Altera la composición integral de las comunidades biológicas naturales.
Transformación de las riberas	Afecta a todo tipo de lagos: construcción de diques en lagos de montaña y ocupación del ámbito territorial del lago por actividades agro-ganaderas. Altera la composición integral de las comunidades biológicas naturales.
Presiones que afectan a factores fisicoquímicos:	
Contaminación por aportes difusos. En particular aportaciones superficiales o subterráneas de excedentes de riego y ganadería extensiva.	Afectan a todo tipo de lagos. Alteran el quimismo natural de las aguas, introducen contaminantes y modifican la composición integral de las comunidades biológicas naturales. Pueden provocar eutrofización.
Contaminación por vertidos directos	Afectan a todo tipo de lagos aunque son poco frecuentes. Su efecto es similar al de la contaminación difusa.

Figura 6. Laguna Honda. Masa de agua de referencia para lagos en cuenca de sedimentación permanentes, someros y no salinos.

general, estos resultados ponen de manifiesto el diferente grado de antropización que afecta a los territorios de montaña y de la depresión, mucho más acusado en los segundos, y también el ele-

Tabla IV. Lagos considerados de referencia en la Demarcación del Ebro por carecer de presiones significativas relacionadas con factores hidromorfológicos y fisicoquímicos que pudieran afectar a los elementos de calidad biológicos.

Tipo de lago	Nombre de lago	Municipio	Provincia
Alta montaña septentrional dimíctico			
Aguas ácidas	Ibón de l'Aigüeta de Batisielles	Benasque	Huesca
	Ibón Grande de Batisielles	Benasque	Huesca
	Estany de Travessany (masa 972)	Vall de Boí	Lleida
	Estany Negre (masa 987)	Vall de Boí	Lleida
	Ibón de Astún	Jaca	Huesca
	Ibón de Anayet	Sallent de Gállego	Huesca
	Ibón Superior de Brazato	Panticosa	Huesca
	Ibón Inferior de Brazato	Panticosa	Huesca
	Lago de Saboredo-2 (de Miei)	Naut Arán	Lleida
	Lago de Saboredo-3 (de Naut)	Naut Arán	Lleida
	Estany Tort de Rius (masa 1018)	Vielha	Lleida
Aguas alcalinas	*Estany Gran de Mainera*	Llessuí	Lleida
Cuenca de sedimentación			
Cárstico hipogénico grande	Montcortés (masa 10299)	Montcortés	Lleida
	Grande de Estaña (masa 1014)	Benabarre	Huesca
Cárstico hipogénico pequeño	*Estany Gran de Basturs*	Figuerola d'Orcau	Lleida
	Estany Petit de Basturs	Figuerola d'Orcau	Lleida
Permanente somero, no salino	Laguna de Guialguerrero	Cubel	Zaragoza
	Laguna Honda (masa 1042)	Campillo de Dueñas	Guadalajara
Permanente profundo, salino	Laguna Salada de Chiprana	Chiprana	Zaragoza
Temporal salino	Laguna de Gallocanta	Berrueco	Zaragoza

vado riesgo de incumplimiento de los objetivos medioambientales de la DMA que afecta a los lagos situados en la cuenca de sedimentación.

Condiciones de referencia

Las «condiciones de referencia» son las que se dan en las «estaciones de referencia», en este caso en los lagos que se recogen en la tabla IV. Estas condiciones corresponden a los valores que tomarían las métricas aplicadas a los parámetros considerados para los diferentes elementos de calidad biológica, en los lagos no sometidos a presiones antrópicas significativas, y son específicas para cada tipo. Una vez obtenidos estos valores, el estado ecológico se establece mediante comparación, en este caso un cociente denominado EQR (*Ecological Quality Ratio*), entre los valores observados en el lago a evaluar y los de referencia. El resultado se encuentra en un intervalo entre 0 (el peor) y 1 (el mejor), aunque las fronteras entre las clases: muy bueno, bueno, moderado, deficiente y malo, que establece la DMA están aún por determinar en la mayor parte de las demarcaciones hidrográficas.

En esta publicación se presenta una primera aproximación a las condiciones de referencia en los lagos, basada en la composición de las comunidades biológicas propias de cada tipo, la cual podría constituir una buena base para el establecimiento de los parámetros y las métricas aplicables a los diferentes elementos de calidad biológica. La idea principal es que las perturbaciones tendrían como principal efecto el desplazamiento de la biota del lago y su substitución por otra diferente; no necesariamente de peor valor, pero distinta de la genuina. En este caso, los elementos analizados han sido el fitoplancton, los macrófitos y la fauna bentónica de invertebrados (tab. V).

Fitoplancton

Este elemento de calidad biológica consiste en algas microscópicas aisladas o que forman colonias, que viven suspendidas en la masa de

Figura 7. Salada de Chiprana. Masa de agua de referencia para lagos en cuenca de sedimentación permanentes, profundos y salinos.

agua. Su presencia está condicionada por factores fisicoquímicos como la temperatura, la luz, la mineralización de las aguas y la concentración de nutrimentos minerales. La caracterización de las comunidades en los diferentes tipos de lagos se ha efectuado mediante análisis estadísticos multivariantes, concretamente de componentes principales (PCA).

Figura 8. Laguna de Gallocanta. Masa de agua de referencia para lagos en cuenca de sedimentación temporales y salinos.

En los lagos de alta montaña, el fitoplancton de aguas ácidas y alcalinas es muy similar. Son características las comunidades formadas por crisofíceas de pequeño tamaño, dinoflagelados y clorofíceas flageladas, así como desmidiáceas y diatomeas propias de aguas de baja mineralización. Estos datos muestran coherencia con estudios del fitoplancton de los lagos pirenaicos realizados por CATALÁN *et al.* (1992).

En los lagos cársticos destaca la mayor diversidad de dinoflagelados y desmidiáceas de los

Tabla V. Comunidades y asociaciones de especies pertenecientes a los elementos de calidad biológica fitoplancton, macrófitos y zoobentos en los lagos de referencia de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

TIPOLOGÍA	Alta montaña septentrional. Dimíctico		Cuenca sedimentaria					
			Cárstico hipogénico		No cársticos			
	Aguas ácidas	Aguas alcalinas	Grande	Pequeño	Profundo, no salino, pequeño	Permanente, somero, no salino	Permanente, profundo, salino	Temporal, salino
ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS								
FITOPLANCTON	Diatomeas: *Cyclotella radiosa, Eunctia, Pinnularia, Surirella, Tabellaria* Crisofíceas: muchas especies nanoplanctónicas Clorofitas: *Monomastix astigmata, Willea vilhelmii, Gonatozygon, Staurastrum, Staurodesmus* Dinoflageladas: *Gymnodinium uberrimum, Peridinium cinctum*		Clorofitas: *Cosmarium* Dinoflageladas: *Ceratium cornutum, Ceratium hirundinella, Peridiniopsis elpatiewskyi, Peridinium willei* Criptofitas: *Cryptomonas phaseolus*		Clorofitas: pequeñas clorococales Cianobacterias: *Aphanocapsa holsatica, Merismopedia tenuissima* Euglenofitas: *Lepocinclis, Phacus*	Diatomeas: *Chaetoceros, Caloneis, Cymatopleura, Gyrosigma, Nitzschia* Euglenofitas: *Euglena, Lepocinclis, Phacus*	Cianobacterias: *Limnothrix* sp.	Diatomeas: *Nitzschia closterium* Cianobacterias: *Limnothrix* cf. *halophila*
MACRÓFITOS	*Nitella* gr. *opaca* *Isoetes lacustris* *Ranunculus aquatilis aquatilis* *Subularia aquatica*				*Chara major* *Chara vulgaris* *Ceratophyllum* spp. *Myriophyllum* spp. *Potamogeton amphibium* *Potamogeton coloratus* *Utricularia*		*Lamprothamnium papulosum*	*Chara galioides* *Lamprothamnium papulosum* *Ruppia cirrhosa*
INVERTEBRADOS BENTÓNICOS	*Alonella nana* *Alonella excisa* *Alona affinis* *Acroperus harpae* *Eucyclops serrulatus*		*Simosa vetula* *Alona costata* *Acroperus neglectus* *Eucyclops macruroides*		*Chydorus sphaericus*	*Pleuroxus aduncus* *Alona rectangula*	*Artemia* sp. *Cletocamptus retrogressus*	*Daphnia mediterranea* *Arctodiaptomus salinus* *Cletocamptus retrogressus*

ELEMENTOS ACOMPAÑANTES	
FITOPLANCTON	563 taxones
MACRÓFITOS	67 taxones
INVERTEBRADOS BENTÓNICOS	175 taxones

géneros *Cosmarium* y *Euastrum*. Los lagos situados en cuenca sedimentaria, permanentes someros y no salinos presentan un fitoplancton muy diverso, rico en diatomeas y euglenoficeas, y con gran variedad de clorofíceas. En los lagos permanentes salinos dominan las cianobacterias (particularmente *Limnothrix*) y, en los temporales, diatomeas y cianobacterias halófilas.

Macrófitos

Reciben la denominación de macrófitos los productores primarios enteramente sumergidos que alcanzan dimensiones macroscópicas, es decir, que pueden observarse a simple vista. Constituirían por lo tanto un subelemento del perifiton. Se consideran macrófitos tanto las macroalgas como los briófitos y las fanerógamas.

En los lagos de alta montaña los macrófitos son frecuentemente escasos. Son características las asociaciones de *Isoetes* y *Subularia aquatica* que pueden ir acompañadas de otras especies del género *Nitella*, *Sparganium*, *Potamogeton* y *Ranunculus*. Los lagos no salinos situados en la cuenca de sedimentación comparten una comunidad formada por algas filamentosas, carófitas, haloragáceas y potamogetonáceas muy diversa que reúne en total una veintena de especies. En lagos salinos aparecen comunidades formadas por pocas especies, pero de gran valor indicador como es el caso de *Lamprothamnium papulosum* y *Ruppia cirrosa*, por su gran resistencia a la salinidad.

Fauna bentónica de invertebrados

En los lagos, a diferencia de lo que acontece en las aguas corrientes, la fauna bentónica de invertebrados más diversificada y rica en elementos característicos es la de microinvertebrados (ALONSO, 1998). Éstos son principalmente microcrustáceos (branquiópodos, copépodos y ostrácodos) y rotíferos, de los cuales se conoce razonablemente bien la taxonomía y la autoecología. La comunidad de lagos de montaña es común para los de aguas ácidas y alcalinas, y muy uniforme, con una serie de quidóridos y *Eucyclops serrulatus* como especies más fieles a estos ambientes. Los indicadores de lagos cársticos son *Acroperus neglectus* y *Eucyclops macruroides*. En lagos permanentes someros no salinos de la cuenca sedimentaria, la comunidad de referencia se manifiesta cuando se alcanza el máximo poblamiento macrofítico y las aguas se aclaran; en esa situación predominan los quidóridos, si faltar prácticamente nunca *Chydorus sphaericus*. Pero son las aguas saladas las que poseen una biota más característica, como ya se ha observado en otros elementos de calidad biológica, por las restricciones fisiológicas que impone tanto la elevada salinidad como su variabilidad temporal. En las saladas permanentes el taxón más característico es *Artemia*, propio de salinas artificiales, que posee su único hábitat natural en la península Ibérica en la Salada de Chiprana. En las saladas temporales, la comunidad viene caracterizada por el copépodo *Arctodiaptomus salinus* acompañado de una pléyade de especies estrictamente halófilas.

Bibliografía citada en el texto

ALONSO, M. 1998. Las lagunas de la España Peninsular. *Limnetica*, **15**, pp. 1-176. Madrid.

CATALÁN, J., BALLESTEROS, E., CAMARERO, L., FELIP, M. and GRACIA, E. 1992. Limnology in the Pyrenean lakes. *Limnetica*, **8**, pp. 27-39. Madrid.

C.H.E. 2005. *Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva Marco del Agua: protocolos de muestreo y análisis de indicadores biológicos en la cuenca del Ebro*. http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/CalidadDeAguas.html

C.I.S. (Common Implementation Strategy) Working Group 2.3 – REFCOND. 2003. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No 10. Rivers and Lakes - Typology, Reference Conditions and Classification Systems*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. iv + 87 pp.

EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL. 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, L **327**, pp. 1-72. Luxembourg.