

4. EMBALSES

En la DMA los embalses se consideran dentro de la categoría de masas de agua muy modificadas cuando, bien por su tamaño, por la longitud fluvial afectada o por el fuerte efecto regulador que favorecen, condicionan una modificación en el río que puede considerarse estable y duradera, llegando en ocasiones a una nueva situación de equilibrio que se estima de reversibilidad compleja y socialmente indeseada.

Pero también hay embalses incluidos en la categoría de masas de agua artificiales como los creados fuera de cauce, mediante la derivación de agua por canales o lechos artificiales.

En ambos casos la alteración de las condiciones naturales es tan fuerte que se considera que no pueden alcanzar el buen estado ecológico según la definición de la DMA. El objetivo para estas masas es el de alcanzar el buen potencial ecológico y el buen estado químico para el 2015.

Desde el año 2006 se realiza un seguimiento sistemático de la red de embalses de la cuenca del Ebro, el objetivo de este seguimiento es determinar el potencial ecológico y el estado químico de dichas masas según la DMA y evaluar las medidas necesarias a adoptar para alcanzar los objetivos de calidad establecidos por esta Directiva.

4.1 ÁMBITO DE ESTUDIO Y TIPIFICACIÓN

Los embalses existentes en la Cuenca del Ebro, considerados como masa de agua según la DMA, tienen características ecológicas muy diferentes entre sí, que implican comportamientos y potencialidades distintas. Un trabajo previo que se realizó antes de abordar los estudios de potencial ecológico fue el agrupamiento de estos embalses en grupos homogéneos conforme a lo exigido por el artículo V y el anexo II de la DMA. El propósito de esta clasificación fue establecer tipos en los que se pudieran utilizar las mismas métricas y escalas de valoración del potencial ecológico.

El criterio de clasificación que se aplicó fue el propuesto por el CEDEX en 2006, incluido en la Instrucción de Planificación Hidrológica.

La tabla 4.1 muestra los criterios adoptados en dicha Instrucción para la definición de los distintos tipos de embalses y la clasificación resultante para los embalses de la cuenca del Ebro.

TABLA 4.1. CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS EMBALSES Y EMBALSES POR TIPO EN LA CUENCA DEL EBRO

Régimen de mezcla	Geología (Alcalinidad)	Índice de humedad (IH)	Área de cuenca	Temp. media anual	Altitud	Embalses por tipo en la Cuenca del Ebro
Monomicticos	Silíceos Alcalin ≤1 meq/L	Zona Húmeda IH≥0,75	Cabecera y tramos altos <1.000 km ²	<15 °C Tipo 1		Lanuzá, Pajares
				≥15°C Tipo 2		
		Zona No Húmeda IH<0,75	Red principal ≥1.000 km ² Tipo 3			
			Cabecera y tramos altos <1.000 km ² Tipo 4			
			Red principal Entre 1.000 km ² y 20.000 km ² Tipo 5			
			Tramos bajos de ejes principales ≥20.000 km ² Tipo 6			
	Calcáreos Alcalin >1 meq/L	Zona Húmeda IH≥0,75	Cabecera y tramos altos <1.000 km ²	<15 °C Tipo 7		Albiña, Alloz, Búbal, Ebro, El Val, Escales, Eugui, Itoiz, Irabia, Lechago, Mansilla, Monteagudo, Montearagón, Ortigosa, Sabinanigo, Ullivarri-Gamboa, Urrunaga y Vadiello
				≥15°C Tipo 8		
				Red principal ≥1.000 km ² Tipo 9		Cereceda, La Peña, Mediano, Ollana, Puentelarrá, Sobrón, Terradets, Yésa
		Zona No Húmeda IH<0,75	Cabecera y tramos altos <1.000 km ² Tipo 10			Ciurana, Cueva Foradada, Gallipué, Guimets, Las Torcas, Margalef, Mezalocha, Moneva, Pena, La Sotonera, Utchesa-seca
			Red principal Entre 1.000 km ² y 20.000 km ² Tipo 11			Ardisa, Balaguer, Barasona, Calanda, Camarasa, Canelles, El Cortijo, El Grado, La Tranquera, Rialb, San Lorenzo, Santa Ana, Santolea, Talarn
			Tramos bajos de ejes principales ≥20.000 km ² Tipo 12			Caspe, Flix, Mequinenza y Ribarroja
Dimicticos Tipo 13		IH>2		>1400 m en Pirineos >1500 m en Cord. Cantábrica >1600 m en Sist. Central	Baserca	

4.2 PLANES DE SEGUIMIENTO ESTABLECIDOS

La DMA estableció la necesidad de la puesta en marcha de programas de control que permitieran el seguimiento del estado o del potencial ecológico de las masas de agua en cada demarcación hidrográfica.

Para el seguimiento del potencial ecológico de los embalses de la cuenca del Ebro se crearon las redes de control de vigilancia y de control operativo, cuyos objetivos se detallan en los apartados 3.3 y 3.4 del presente informe. El diseño de estas redes de control se llevó a cabo sobre un total de **58 masas de agua tipo embalse: 55** que pertenecen a la categoría de **masas de agua tipo ríos muy modificados** y **3** incluidos dentro del grupo de **masas de agua artificiales**.

Desde el año 2007, en que se hizo la primera propuesta, las redes de control de vigilancia y operativo se han mantenido como sigue:

-Red de Control de Vigilancia: Dado que el número de masas de agua en embalses no es muy elevado, y que en el momento de establecerse la red no existía una tipificación definitiva, que permitiera seleccionar con seguridad embalses representativos de todos los grupos, se propuso la inclusión de las 58 masas de agua definidas como embalses en este control.

-Red de Control Operativo: se seleccionaron 32 de los 58 embalses aplicando los siguientes criterios:

- el potencial ecológico del embalse era inferior a bueno,
- el embalse había sido declarado como zona sensible,
- el embalse se encontraba en riesgo alto o medio (siempre y cuando éste último se deba a que el análisis del impacto haya resultado probable) de incumplir los objetivos ambientales según el estudio IMPRESS.

En la tabla 4.2 se detallan los embalses incluidos en los planes de control. Los embalses de Lechago y Balaguer aparecen destacados porque no pudieron ser muestreados en el 2008.

TABLA 4.2. EMBALSES INCLUIDOS EN LOS PLANES DE CONTROL

Nº	Denominación	Vigil.	Oper.	Nº	Denominación	Vigil.	Oper.
1	Embalse del Ebro	X	X	27	Embalse de Alloz	X	X
2	Embalse de Urrúnaga	X	X	34	Embalse de Baserca	X	
4	Embalse de Irabia	X		37	Embalse de Yesa	X	X
5	Embalse de Albiña	X		39	Embalse de Sabinánigo	X	
6	Embalse de Eugui	X		40	Embalse de El Cortijo	X	
7	Embalse de Ullivarri-Gamboa	X	X	42	Embalse de Mediano	X	
17	Embalse de Cereceda	X		43	Embalse de Escales	X	
19	Embalse de Lanuza	X		44	Embalse de La Peña	X	X
22	Embalse de Sobrón	X	X	47	Embalse de El Grado	X	
25	Embalse de Búbal	X		50	Embalse de Talarn	X	
26	Embalse de Puentelarrá	X		51	Embalse de Vadiello	X	X

Nº	Denominación	Vigil.	Oper.	Nº	Denominación	Vigil.	Oper.
53	Embalse de Oliana	X	X	74	Embalse de Flix	X	X
54	Embalse de Montearagón*	X		75	Embalse de Las Torcas	X	X
55	Embalse de Ardisa	X	X	76	Embalse de La Tranquera	X	X
56	Embalse de Barasona	X	X	77	Embalse de Moneva	X	
58	Embalse de Canelles	X		78	Embalse de Caspe	X	X
59	Embalse de Terradets	X	X	79	Embalse de Guiamets	X	X
61	Embalse de Mansilla	X	X	80	Embalse de Cueva Foradada	X	X
62	Embalse de La Sotonera	X	X	82	Embalse de Calanda	X	X
63	Embalse de Rialb	X	X	85	Embalse de Santolea	X	X
64	Embalse de Pajares	X	X	86	Embalse de Itoiz	X	
65	Embalse de Camarasa	X		87	Embalse de Lechago*	X	X
66	Embalse de Santa Ana	X	X	912	Embalse de Pena	X	X
67	Embalse de San Lorenzo	X	X	913	Embalse de Gallipué	X	X
68	Embalse de El Val	X		916	Embalse de Ortigosa	X	X
70	Embalse de Mequinzenza	X	X	949	Embalse de Ribarroja	X	X
71	Embalse de Mezalocha	X		1049	Embalse de Balaguer**	X	
72	Embalse de Margalef	X		1679	Embalse de Utchesa Seca	X	
73	Embalse de Ciurana	X		1681	Embalse de Monteagudo	X	

* Embalse en fase de construcción, no se ha completado el llenado.

** Embalse en que no se ha podido tomar muestra de agua por bajo nivel.

4.3 METODOLOGÍA DE MUESTREO

En cada embalse se ha fijado una única estación de muestreo en la parte de mayor profundidad, a unos 200 o 300 m de la presa. La máxima profundidad se ha determinado mediante un transecto con ecosonda, realizado transversalmente al eje mayor del embalse a la distancia indicada.

El muestreo se ha realizado desde una embarcación neumática tipo "Zodiac" dotada de motor fueraborda.

Se ha tomado una única muestra integrada en cada embalse, representativa de la zona fótica. La obtención de la muestra integrada se llevó a cabo mediante un tubo plástico transparente que integraba toda la columna y que posteriormente se mezcló en un recipiente. Este recipiente se conservaba inmediatamente en la embarcación en nevera, a una temperatura de unos 4º y oscuridad.

De la muestra integrada se tomaron distintas cantidades de agua para los análisis en laboratorio de los parámetros fisicoquímicos (fósforo disuelto, fósforo total, silicatos, amonio, nitrato+nitrato –nitrógeno inorgánico oxidado o NIO- y nitrógeno total) y biológicos (clorofila-a y fitoplancton).

Los parámetros fisicoquímicos medidos «in situ» (temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, turbidez y potencial REDOX) se midieron de forma continua a lo largo de todo el perfil de profundidades.

La muestra para la determinación cuantitativa de zooplancton se tomó mediante botella Van Dorn en la zona final de la capa fótica o bien a aquella profundidad en que se apreció un descenso acusado de la concentración de oxígeno disuelto, ya que en la mayoría de casos este descenso coincide con el límite de la zona fótica. Es a estas profundidades donde se dan las mayores densidades de zooplancton durante el periodo diurno.

Para los muestreos cualitativos de fitoplancton y zooplancton se realizaron arrastres verticales con redes de 25 μm (fitoplancton) y 50 μm (zooplancton). Las redes verticales se tomaron desde el fondo de la cubeta en embalses de profundidades menores de 25 m, y llegando a profundidades máximas de 20-25 metros en los embalses mas profundos, cuidando siempre de no tocar el fondo para no recoger fango, hasta la superficie.

De las distintas muestras recogidas se toman alicuotas para los siguientes análisis:

- **Clorofila a.** De la muestra integrada se recogió un volumen conocido y variable, que fue filtrado en campo con bomba de vacío tras la finalización del muestreo. El filtro que se utilizó fue de microfibra de vidrio tipo Whatman GF/F (0,4-0,6 μm de poro). Se depositó sobre otro papel de filtro limpio para eliminar el exceso de agua y se introdujo en un tubo, herméticamente cerrado y envuelto en papel de aluminio. Éste se conservó en nevera con hielo hasta su análisis, que se realizó siempre dentro de las 24 horas posteriores a la recogida. La extracción de pigmentos realizada está basada en el Standard Methods 10200 H (APHA, 1998).
- **Fitoplancton.** De la muestra integrada se recogió un alicuota de 250 cm^3 que se conservó en botella de vidrio opaco, se fijó con 1 ml de lugol al 5%, y se mantuvo al abrigo de la luz. Esta muestra se destinó al recuento cuantitativo de fitoplancton. Por otra parte, el material retenido en la red de fitoplancton de 25 μm de poro, se depositó en botellas de PET de 125 ml y se conservó adicionando lugol (0,5-1 ml) y formol (0,5 ml). Estas muestras cualitativas tienen interés para complementar los inventarios obtenidos con las muestras cuantitativas con las especies de mayor tamaño, que suelen estar entre las menos abundantes.
- **Zooplancton.** Un volumen de 4,6 litros de agua, tomado mediante botellas hidrográficas tipo Niskin (2 botellas de 2,3 litros) fue filtrado sobre filtros de nytal de 25 μm de poro. Éste filtro se conservó en un vial de vidrio de boca ancha con tapón de rosca, se añadió agua y se fijó con formol hasta una concentración final del 4-5%. Esta muestra sirvió para el recuento cuantitativo de zooplancton.

Por otra parte, el material retenido en la red de zooplancton de 50 μm de poro, se depositó en contenedores de plástico de 125 ml y se conservó adicionando formol al 4%. Esta muestra tiene interés para complementar el inventario que se obtiene con la muestra cuantitativa con las especies de mayor tamaño.
- **Parámetros químicos.** De la muestra integrada se separaron distintas alicuotas para los determinación de los diferentes parámetros:

–*Fósforo y nitrógeno total*: dos recipientes de vidrio sin filtrar de 250 mL cada una. A una de ellas se le añadió ácido sulfúrico como conservante.

–*Fósforo soluble y silicatos*: 50 mL en envase de PET, filtrado y con cloroformo como conservante.

–*Amonio, nitritos y nitrato*: 250 mL en envase de PET, filtrado y conservado con ácido sulfúrico.

Las muestras fueron conservadas refrigeradas, en torno a 4°C, y en ausencia de luz durante su traslado al laboratorio y hasta su análisis.

4.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO

Son varios los parámetros que usualmente se emplean para evaluar la respuesta de las masas de agua a la carga de nutrientes y como indicadores del grado trófico, existiendo diversas definiciones e interpretaciones de los procesos de eutrofización.

Una de las más completas es la aportada por MARGALEF (1976) quien se refiere al término eutrofización como la fertilización excesiva de las aguas naturales, que van aumentando su producción en materia orgánica, con una considerable pérdida de calidad del agua. Según la definición adoptada por la OCDE (1982), es un enriquecimiento de las aguas en sustancias nutritivas que conduce, generalmente, a modificaciones sintomáticas tales como aumento de la producción de algas y otras plantas acuáticas, degradación de la pesca y deterioro de la calidad del agua, así como de todos sus usos en general.

La acción del hombre que se manifiesta a través de los vertidos de aguas residuales urbanas y de establecimientos industriales y ganaderos, así como a través de la contaminación difusa producida por el desarrollo de la agricultura intensiva, ha propiciado en los últimos decenios una eutrofización cultural, con una notable aceleración del proceso natural de eutrofización, en la que el fósforo suele ser el elemento a controlar por su frecuente carácter de elemento limitante.

Para evaluar el grado de eutrofización o estado trófico de una masa de agua se aplican e interpretan una serie de indicadores de amplia aceptación. En cada caso, se ha tenido en cuenta el valor de cada indicador en función de las características limnológicas básicas de los embalses. Así, se pudieron interpretar las posibles incoherencias entre los diversos índices y parámetros y se estableció la catalogación trófica final en función de aquellos que, en cada caso, responden a la eutrofización de las aguas.

Para la catalogación del estado trófico de los embalses de la cuenca del Ebro en el año 2008 se han utilizado 4 indicadores, que se resumen en la tabla 4.3.

Se corresponden con los valores máximos anuales empleados en el método de la OCDE, excepto para el caso de la clorofila que se usaron los límites propuestos por Margalef (1983).

TABLA 4.3. PARÁMETROS INDICADORES UTILIZADOS PARA LA CATALOGACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

Indicadores	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Fósforo total ($\mu\text{g/L P}$)	0 - 4	4 - 10	10 - 35	35 - 100	>100
Transparencia disco de Secchi (m)	>6	6 - 3	3 - 1,5	1,5 - 0,7	<0,7
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	0 - 1	1 - 2,5	2,5 - 8	8 - 25	>25
Densidad algal (cel/ml)	<100	100 - 1.000	$10^3 - 10^4$	$10^4 - 10^5$	> 10^5

Los resultados de la catalogación del estado trófico de cada embalse pueden verse, junto con el diagnóstico de potencial ecológico, en la tabla 4.9. y en el mapa 4-2.

4.5 DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

La DMA incorpora el concepto de estado ecológico como una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales. La diferencia esencial entre el concepto de estado y potencial ecológico reside en que ambos conceptos se aplican a distintos tipos de masas de agua.

El calificativo **estado ecológico** responde al funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las **masas de aguas superficiales naturales**, reservándose el término de **potencial ecológico** a las **masas de agua artificiales o muy modificadas**, entre las que quedan englobados los embalses estudiados.

El potencial ecológico es una expresión integrada entre los elementos de calidad biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos, comparándolos frente a los valores definidos para las condiciones establecidas como de máximo potencial.

La Orden de Planificación Hidrológica, aplicada por primera vez a los datos obtenidos en 2008, establece potenciales máximos para algunos indicadores pertenecientes al elemento fitoplancton (Clorofila a, Biovolumen, Índice de Catalan y Porcentaje de Cianobacterias). Estos potenciales no están definidos para todas las tipologías de «masas de agua muy modificadas y artificiales asimilables a lagos», en el caso de los embalses de la cuenca del Ebro faltan los de las tipologías 12 y 13. Si aplicáramos únicamente los límites de la normativa se quedarían sin clasificación de potencial los embalses de estas categorías, por lo que se ha decidido proponer dos aproximaciones al potencial ecológico:

- **Propuesta experimental:** se ha evaluado el potencial ecológico siguiendo las pautas establecidas en años anteriores, en este caso se usan límites de cambio de potencial ecológico iguales para todas las tipologías. Dentro de esta propuesta se ha estudiado la aplicación de diversos parámetros para la evaluación del potencial, aunque finalmente los resultados que aquí se presentan sólo tienen en cuenta los que han resultado más adecuados, siendo coherentes

con las demás métricas empleadas. Se han eliminado, por ejemplo, todos los parámetros ligados al elemento zooplancton que ofrecían resultados muy dispares y poco consistentes.

- **Propuesta normativa:** se han aplicado los valores de máximo potencial y los límites de cambio de clase de potencial establecidos por la IPH para el elemento fitoplancton.

Finalmente se compararon ambas propuestas para intentar dilucidar su adecuación para su aplicación en los próximos años.

En la tabla 4.4 se detallan los indicadores, elementos y parámetros estudiados para la determinación del potencial ecológico en ambas propuestas.

TABLA 4.4. INDICADORES, ELEMENTOS Y PARÁMETROS ESTUDIADOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO EN EMBALSES

Indicadores	Elementos	Parámetros	Propuesta
Biológicos	Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton	Densidad algal (cel/mL)	Experimental y Normativa
		Biomasa algal: clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	Experimental y Normativa
		Biovolumen algal (mm^3/L)	Experimental y Normativa
		Índice de Grupos Algales (Iga)	Experimental y Normativa
		Cianofíceas tóxicas (cel/mL)	Experimental
		Phytoplankton Assemblage Index (Q)	Experimental
		Índice Planctonique (I PL)	Experimental
	Composición y abundancia del zooplancton	Ratio biomasa zooplancton / clorofila a	Experimental
		Ratio cladóceros grandes / cladóceros totales	Experimental
		Índice biótico de zooplancton (WZI)	Experimental
Índice de Rotíferos (TLIrot)		Experimental	
Físico- Químicos	Concentración de nutrientes	Concentración de fósforo total ($\mu\text{g/L P}$)	Experimental y Normativa
	Condiciones de oxigenación	Conc. hipolimnética o media (mg/L O_2)	Experimental y Normativa
	Transparencia	Disco de Secchi (m)	Experimental y Normativa
	Elemento Combinado	Índice Trófico de Carlson (TSI)	Experimental

a) Propuesta experimental:

En la tabla 4.5 se detallan los umbrales asociados a cada clase de cada uno de los parámetros finalmente seleccionados para la determinación del potencial en esta propuesta.

TABLA 4.5. UMBRALES ASOCIADOS A CADA CLASE DE LOS PARÁMETROS SELECCIONADOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO EN EMBALSES SEGÚN LA PROPUESTA EXPERIMENTAL

Indicadores biológicos. Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton					
Parámetros	Máximo (5)	Bueno (4)	Moderado (3)	Deficiente (2)	Malo (1)
Densidad algal (cel/mL)	<100	100 - 1.000	103- 104	104- 105	>105
Biomasa algal: clorofila a (µg/L)	0 - 1	1 - 2,5	2,5 - 8	8 - 25	>25
Biovolumen algal (mm ³ /L)	<0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2	2 - 8	>8
Índice de Grupos Algales (Iga)	<1	1 - 10	10 - 100	100 - 200	>200
Cianofíceas tóxicas (cel/mL)	0 - 500	500 - 2.000	2.103 - 2.104	2.104 - 105	>105
Índice Plantonique (IPL)	<4	3 - 4	2 - 3	1 - 2	>1
Phytoplankton Assemblage Index (Q)	0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	>80
Indicadores físico-químicos					
Parámetros	Máximo (5)	Bueno (4)	Moderado (3)	Deficiente (2)	Malo (1)
Concentración de fósforo total (µg/L P)	<4	4 - 10	10 - 35	35 - 100	>100
Conc. hipolimnética O ₂ (mg/L O ₂)	>8	8 - 6	6 - 4	4 - 2	<2
Disco de Secchi (m)	>6	6 - 3	3 - 1,5	1,5 - 0,7	<0,7
Índice Trófico de Carlson (TSI)	<20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	>80

Para establecer el potencial ecológico se ha aplicado una metodología adaptando diferentes protocolos actualmente en uso (ACA 2003; ACA 2006; CHE, 2006; CIS Working Group 2A, 2003).

Las fases seguidas para definir el potencial ecológico según esta propuesta han sido:

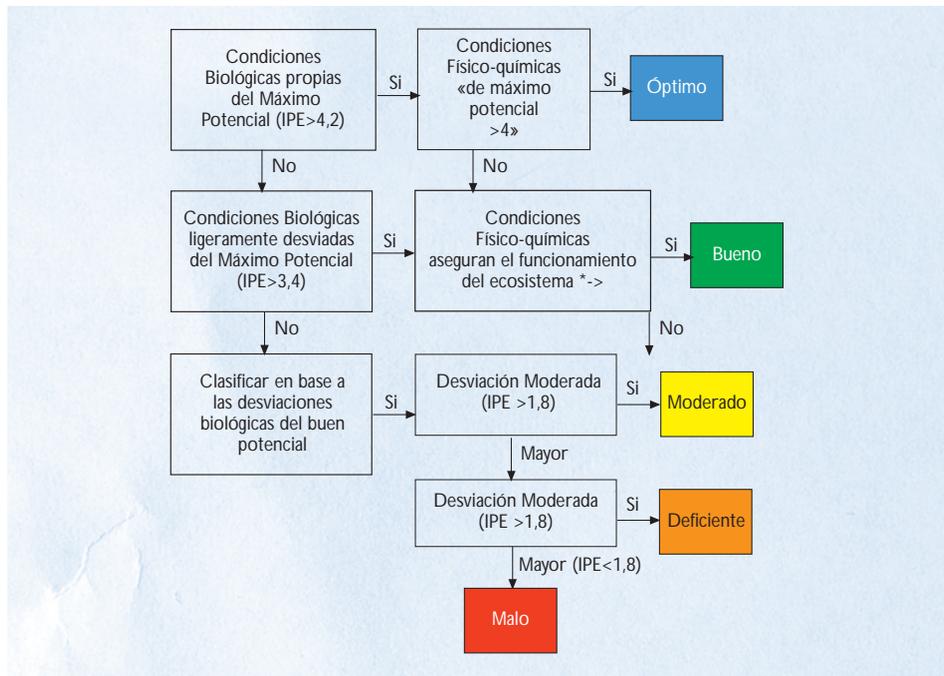
1. En función de los valores observados para cada uno de los parámetros seleccionados se ha asignado una categoría, entre muy bueno y malo a la que corresponde un valor del parámetro entre 5 (muy bueno) y 1 (malo).
2. El valor de cada elemento se ha obtenido directamente a partir de un solo parámetro, en el caso de los parámetros físico-químicos, o realizando la media del valor de calidad asignado a dos o más parámetros en el caso de los biológicos, y reescalando dicha media a 5 rangos de calidad.
3. La valoración del indicador biológico se obtendría asignando la calificación del elemento (o bien fitoplancton, o bien zooplancton) de menor puntuación (peor calidad, según la metodología one out, all out). Como se ha explicado anteriormente el elemento zooplancton no ha sido tenido en cuenta este año, para la evaluación del potencial.
4. La valoración del indicador biológico ha coincidido, en el 2008, con el valor del elemento *Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton*, cuyo valor ha venido dado por la media de los valores de los parámetros indicados en la tabla 4.6.
5. La valoración del indicador físico-químico se ha obtenido realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 4 elementos

era igual o superior a 4, se ha considerado que se cumplen las condiciones físico-químicas propias del Máximo Potencial Ecológico. Si se han alcanzado o superado los 3 puntos, se ha considerado que las condiciones físico-químicas aseguran el funcionamiento del ecosistema. Si no se alcanzaban los 3 puntos, se consideraba que las condiciones físico-químicas no aseguran el funcionamiento del ecosistema.

- Una vez valorados ambos indicadores, y en consonancia con la propuesta metodológica del Grupo de Trabajo 2A de la UE (CIS Working Group 2A 2003), se ha procedido a la evaluación del potencial ecológico mediante el esquema de toma de decisiones esquematizado en la figura 4.1.

El Índice de Potencial Ecológico (IPE) del embalse, se ha determinado según el valor obtenido para los indicadores biológicos, modificándolo al aplicar los criterios de condiciones físico-químicas. El IPE resultante ha sido un número del 1 al 5, siendo 1 la clase peor y 5 la mejor.

FIGURA 4.1. DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO FINAL DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DE LA UE (CIS WORKING GROUP 2ª, 2003)



b) Propuesta normativa

Como consecuencia de la aprobación de la IPH se ha realizado una segunda aproximación al potencial ecológico, denominada propuesta normativa, utilizando las condiciones de máximo potencial especificadas en esta orden para el elemento fitoplancton. La IPH establece condiciones de máximo potencial para los siguientes parámetros: Clorofila a, Biovolumen, Índice de Catalán y % de Cianobacterias, para diversos tipos de embalse. No aparecen los valores correspondientes a las tipologías

12 y 13, por lo que no se ha realizado la evaluación del potencial según esta propuesta para los embalses de Mequinenza, Flix, Caspe y Ribarroja (Tipo 12) y Baserca (Tipo 13).

Para clasificar el potencial ecológico según esta propuesta se han seguido los siguientes pasos:

- Los valores de cambio de clase de la Clorofila-a y el Biovolumen se han calculado, según lo indicado en la IPH, de forma inversa al procedimiento general, es decir, como la relación entre las condiciones de referencia y el valor del indicador. Previamente a la obtención de los valores de la tabla, el valor del IGA se transformó mediante la expresión «400-IGA» y el valor del porcentaje de cianobacterias mediante «100-%cianobacterias».
- Una vez obtenidos los Ratios de Calidad Ecológica (RCE) para los indicadores Clorofila a, Biovolumen, IGA y % de Cianobacterias, se estableció si cada uno de ellos sobrepasa o no el umbral del buen potencial ecológico (B/M) (tabla 4.6). En función de los valores obtenidos se han clasificado en tres de las cinco categorías de potencial ecológico: menor que bueno o «no alcanza el buen estado», bueno y máximo potencial. Esta última categoría se concedió para aquellos RCE mayores o iguales a 1 (es decir condiciones que sobrepasaban los valores de referencia).

TABLA 4.6. VALORES DE REFERENCIA PROPIOS DEL TIPO (VRT) Y LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE POTENCIAL ECOLÓGICO (BUENO/MODERADO) DE LOS INDICADORES DEL ELEMENTO FITOPLANCTON SEGÚN LA ORDEN ARM 2656/2008.

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VRT	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2	9,5	0,21
			Biovolumen mm ³ /L	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de Cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipos 7, 9, 10 y 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de Cianobacterias	0	28,5	1,72

- Estas categorías se transformaron a escala numérica siendo: máximo = 3, bueno =2 y no alcanza =1. A continuación se hizo la media de los indicadores del parámetro Composición fitoplanctónica por un lado (IGA y % de cianobacterias) y del parámetro Biomasa por otro (Biovolumen y Clorofila a). La media de los parámetros composición y biomasa ha sido la que ha determinado el valor del potencial ecológico según los parámetros biológicos, los límites entre clases se muestran en la tabla 4.7.

TABLA 4.7. UMBRALES PARA LAS CLASES DE POTENCIAL ECOLÓGICO BIOLÓGICO SEGÚN LA PROPUESTA NORMATIVA

Clase de Potencial Ecológico Biológico	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
PEbionorm	>2,6	2,2 - 2,6	1,8 - 2,2	1,4 – 1,8	<1,4

- Por último el estado ecológico según los indicadores biológicos se ha matizado con el estado químico de la masa de agua, de igual manera que se ha explicado en la propuesta experimental, obteniéndose así la clasificación del potencial ecológico final.

4.6 RESULTADOS OBTENIDOS: ESTADO TRÓFICO Y POTENCIAL ECOLÓGICO

En la tabla siguiente se resumen los resultados preliminares que se han obtenido, tanto para el potencial ecológico, con las dos metodologías empleadas, como para la catalogación trófica. Estos resultados se encuentran todavía sujetos a revisión y elaboración.

El significado de las columnas es el siguiente:

- Tipo: tipología de la masa de agua según las características de la tabla 4.1.
- Código MAS: código asignado a la masa de agua.
- Estado Trófico: diagnóstico de estado trófico asignado a cada embalse en el 2008 empleando la metodología descrita en el punto 4.4.
- PEexp: Potencial ecológico asignado a cada embalse según la propuesta experimental explicada en el apartado 4.5 a).
- PEnorm: Potencial ecológico según la propuesta normativa que se desarrolla en el punto 4.5 b).

TABLA 4.8. ESTADO TRÓFICO Y POTENCIAL ECOLÓGICO ASIGNADO A CADA EMBALSE DE LA CUENCA DEL EBRO EN EL AÑO 2008, ORDENADOS POR TIPOLOGÍA Y N° DE MASA DE AGUA

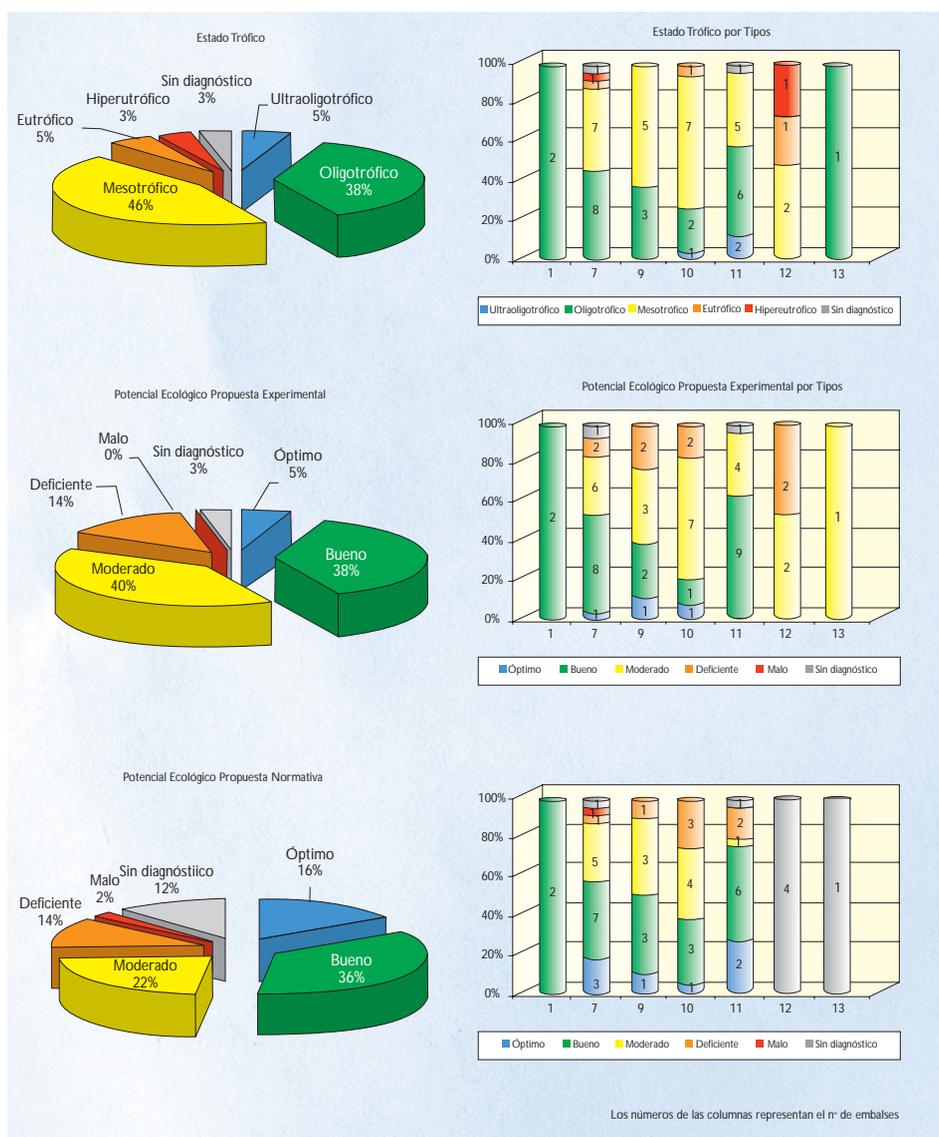
Tipo	CÓDIGO MAS	EMBALSE	ESTADO TRÓFICO	PEexp	PEnorm
1	EB0000019	Embalse de Lanuza	Oligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000064	Embalse de Pajares	Oligotrófico	Bueno	Bueno
7	EB0000001	Embalse de El Ebro	Mesotrófico	Moderado	Moderado
	EB0000002	Embalse de Urrúnaga	Mesotrófico	Moderado	Moderado
	EB0000004	Embalse de Irabia	Oligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000005	Embalse de Albiña	Mesotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000006	Embalse de Eugui	Eutrófico	Deficiente	Deficiente
	EB0000007	Embalse de Ullivarri Gamboa	Mesotrófico	Moderado	Moderado

Tipo	CÓDIGO MAS	EMBALSE	ESTADO TRÓFICO	PEexp	PEnorm
	EB0000025	Embalse de Búbal	Oligotrófico	Moderado	Máximo
	EB0000027	Embalse de Alloz	Oligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000039	Embalse de Sabiánigo	Oligotrófico	Máximo	Máximo
	EB0000043	Embalse de Escales	Oligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000051	Embalse de Vadiello	Oligotrófico	Bueno	Máximo
	EB0000054	Embalse de Montearagón	Mesotrófico	Moderado	Moderado
	EB0000061	Embalse de Mansilla	Oligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000068	Embalse de El Val	Hipereutrófico	Deficiente	Malo
	EB0000086	Embalse de Itoiz	Mesotrófico	Moderado	Moderado
	EB0000087	Embalse de Lechago	Sin diagnóstico	Sin diagnóstico	Sin diagnóstico
	EB0000916	Embalse de Ortigosa	Oligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0001003	Embalse de Monteagudo de las Vicarias	Mesotrófico	Bueno	Bueno
	9	EB0000017	Embalse de Cereceda	Mesotrófico	Moderado
EB0000022		Embalse de Sobrón	Mesotrófico	Deficiente	Deficiente
EB0000026		Embalse de Puentelarrá	Oligotrófico	Moderado	Moderado
EB0000037		Embalse de Yesa	Oligotrófico	Bueno	Bueno
EB0000042		Embalse de Mediano	Oligotrófico	Máximo	Máximo
EB0000044		Embalse de La Peña	Mesotrófico	Moderado	Moderado
EB0000053		Embalse de Oliana	Mesotrófico	Deficiente	Moderado
EB0000059		Embalse de Terradets	Mesotrófico	Bueno	Bueno
10	EB0000062	Embalse de Sotenera	Mesotrófico	Moderado	Moderado
	EB0000071	Embalse de Mezalocha	Mesotrófico	Moderado	Moderado
	EB0000072	Embalse de Margalef	Mesotrófico	Moderado	Bueno
	EB0000073	Embalse de Çiurana	Ultraoligotrófico	Máximo	Máximo
	EB0000075	Embalse de Las Torcas	Mesotrófico	Moderado	Bueno
	EB0000077	Embalse de Moneva	Oligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000079	Embalse de Guiamets	Mesotrófico	Deficiente	Deficiente
	EB0000080	Embalse de Cueva Foradada	Mesotrófico	Moderado	Moderado
	EB0000912	Embalse de Pena	Oligotrófico	Deficiente	Deficiente
	EB0000913	Embalse de Gallipuéñ	Mesotrófico	Moderado	Moderado
	EB0001001	Embalse de Utchesa Seca	Eutrófico	Moderado	Deficiente
11	EB0000040	Embalse de El Cortijo	Mesotrófico	Moderado	Moderado
	EB0000047	Embalse de El Grado	Ultraoligotrófico	Bueno	Máximo
	EB0000050	Embalse de Tarn	Oligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000055	Embalse de Ardisa	Mesotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000056	Embalse de Barasona	Oligotrófico	Bueno	Máximo
	EB0000058	Embalse de Canelles	Ultraoligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0000063	Embalse de Rialb	Mesotrófico	Moderado	Deficiente
	EB0000065	Embalse de Camarasa	Oligotrófico	Moderado	Bueno
	EB0000066	Embalse de Santa Ana	Oligotrófico	Bueno	Máximo
	EB0000067	Embalse de San Lorenzo	Mesotrófico	Bueno	Bueno

Tipo	CÓDIGO MAS	EMBALSE	ESTADO TRÓFICO	PExp	PEnorm
	EB0000076	Embalse de La Tranquera	Mesotrófico	Moderado	Deficiente
	EB0000082	Embalse de Calanda	Oligotrófico	Bueno	Máximo
	EB0000085	Embalse de Santolea	Oligotrófico	Bueno	Bueno
	EB0001049	Embalse de Balaguer	Sin diagnóstico	Sin diagnóstico	Sin diagnóstico
12	EB0000070	Embalse de Mequinenza	Mesotrófico	Deficiente	Sin diagnóstico
	EB0000074	Embalse de Flix	Mesotrófico	Moderado	Sin diagnóstico
	EB0000078	Embalse de Caspe	Hipereutrófico	Deficiente	Sin diagnóstico
	EB0000949	Embalse de Ribarroja	Eutrófico	Moderado	Sin diagnóstico
13	EB0000034	Embalse de Baserca	Oligotrófico	Moderado	Sin diagnóstico

En la figura 4.2. se puede observar la representación gráfica de la tabla 4.8 con los % de masas por estado trófico y potencial ecológico y el número de embalses por tipología en cada caso, que ilustran los resultados que se han obtenido en el estudio del 2008.

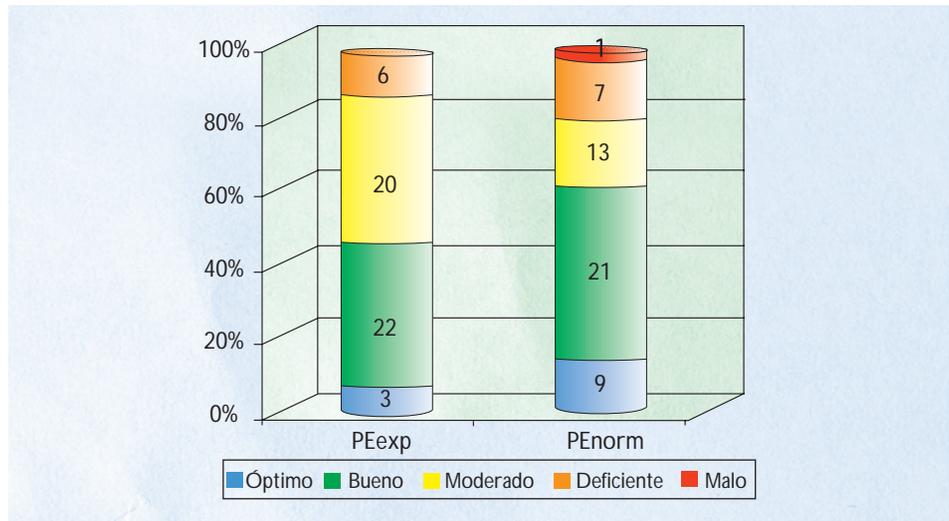
FIGURA 4.2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL ESTADO TRÓFICO Y EL POTENCIAL ECOLÓGICO



Comparación Propuesta Experimental-Normativa

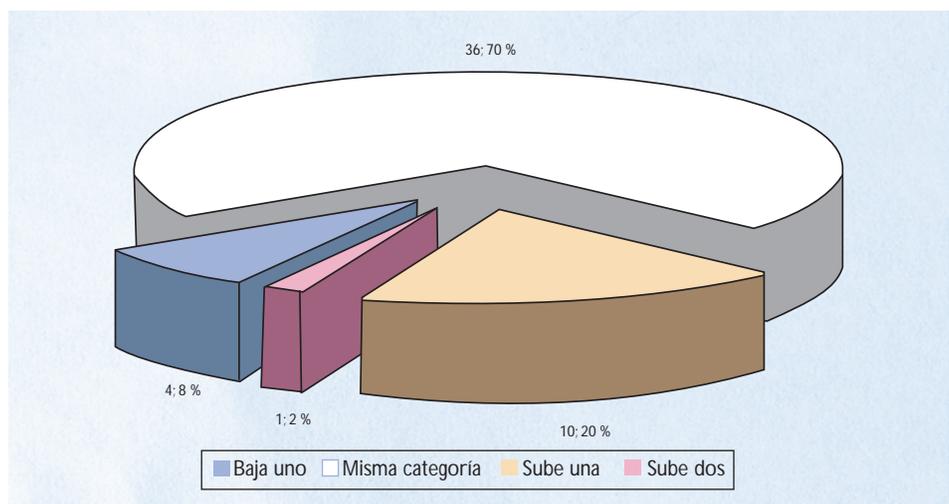
En la figura 4.3. se observa el número de embalses clasificados por categoría (de los 51 comunes a las dos metodologías) siguiendo los criterios de las distintas propuestas de cálculo de potencial que se han estudiado este año. En la propuesta normativa se han clasificado más embalses en la categoría de potencial ecológico óptimo y menos en la de moderado que en la experimental.

FIGURA 4.3. CLASIFICACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO SEGÚN LA PROPUESTA EXPERIMENTAL Y NORMATIVA CON N.º DE EMBALSES POR CATEGORÍA



En la figura 4.4. podemos ver que el 70% de los embalses (36) mantienen la misma categoría independientemente de la aproximación que se utilice, eso quiere decir que, de los 51 embalses cuyo estado se ha valorado con las dos metodologías, solamente 15 han cambiado de categoría y sólo 1 (Búbal) ha variado en dos categorías (pasando de moderado, según la propuesta experimental, a óptimo, según la normativa).

FIGURA 4.4. REPRESENTACIÓN DE LA VARIACIÓN DE ESTADO (NORMATIVO-EXPERIMENTAL) SEGÚN LAS DOS PROPUESTAS APLICADAS



Con sólo un año de aplicación de estas metodologías para determinar el estado ecológico en embalses, se ha considerado que no se está aún en condiciones de decidir

cual refleja mejor el estado en el que se encuentran estas masas de agua, por lo que se continuará aplicando ambas propuestas en las próximas evaluaciones del estado.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados:

Nº de embalses considerados como masas de agua.....	58
Nº de embalses estudiados en 2008.....	56
(No se ha visitado el embalse de Lechago porque no está en funcionamiento, ni el de Balaguer al que no se pudo acceder)	
Embalses con diagnóstico de potencial ecológico según la propuesta experimental	56
Máximo	3
Bueno	22
Moderado	23
Deficiente	8
Malo	0
Embalses con diagnóstico de potencial ecológico según la propuesta normativa	51
Máximo	9
Bueno	21
Moderado	13
Deficiente	7
Malo	1
Embalses con diagnóstico de estado trófico.....	56
Ultraoligotrófico	3
Oligotrófico	22
Mesotrófico	26
Eutrófico	3
Hipereutrófico	2

