

3. EMBALSES. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS MASAS DE AGUA

Según la Directiva Marco del Agua (en adelante, DMA), las **masas de agua superficiales** son una parte diferenciada y significativa de agua superficial. Se clasifican:

- atendiendo a su *categoría*: en ríos, lagos, aguas de transición, aguas costeras
- y, según su *naturaleza*: en naturales, artificiales o muy modificadas.

Los embalses se consideran **masas de agua** de la categoría **río** de naturaleza **muy modificada** debido a que, bien por su tamaño, por la longitud fluvial afectada o por el fuerte efecto regulador que ejercen, 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.

También hay embalses incluidos dentro de **masas de agua artificiales**. Son aquéllos creados, por la actividad humana, 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. Por ello, el objetivo para estas masas es el de alcanzar el **buen potencial ecológico** para el 2015.

Desde el año 2006 se realiza un seguimiento sistemático de la red de embalses de la demarcación hidrográfica del Ebro, con el objetivo de determinar el potencial ecológico de dichas masas y evaluar las medidas necesarias a adoptar para alcanzar los objetivos de calidad establecidos por esta Directiva.

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO Y TIPIFICACIÓN

Los embalses existentes en la demarcación hidrográfica del Ebro, y considerados como masa de agua según la DMA, tienen características ecológicas muy diferentes entre sí, lo que implica comportamientos y potencialidades distintas.

Conforme a lo exigido en el artículo V y el anexo II de la DMA, en trabajos anteriores se han agrupado en conjuntos homogéneos para establecer los tipos de embalses en los que se pueden utilizar las mismas métricas y escalas de valoración del potencial ecológico. El criterio de clasificación que se ha aplicado ha sido el incluido en la Instrucción de Planificación Hidrológica (en adelante, IPH)¹.

En la tabla 3.1. se recogen los tipos de embalses presentes en la demarcación hidrográfica del Ebro. La tipología se establece atendiendo a razones del *régimen de mezcla, geología, climatología, área de la cuenca de aportación y altitud*. Consultar el CEMAS 2008 para más información sobre los criterios utilizados.

En la actualidad hay declaradas **59 masas de agua tipo embalse** en la cuenca:

- 56 dentro de la categoría de masas de agua muy modificadas,
- y, 3 dentro del grupo de masas de agua artificiales.

¹ Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), aprobada mediante la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre.

3.2 PLANES DE SEGUIMIENTO ESTABLECIDOS

La DMA, en su artículo 8, ha establecido la necesidad de la puesta en marcha de programas de control de la calidad de las aguas, con objeto de obtener una visión general coherente y completa del estado de las mismas en cada demarcación hidrográfica.

En el anexo V de esta Directiva se recoge que los programas para el seguimiento del estado de las aguas superficiales, donde se engloban las 59 masas de agua tipo embalse, son el “Programa de control de vigilancia” y el “Programa de control operativo”, cuyo objetivo es evaluar la calidad de las aguas mediante el conocimiento del estado trófico y del potencial ecológico. El diseño de estos programas de control se ha mantenido desde 2007 como se indica a continuación:

- **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 59 masas de agua definidas como embalses en este programa. La DMA obliga a muestrearlas al menos una vez dentro del periodo de vigencia del Plan Hidrológico, es decir, al menos una vez cada seis años.
- **Control Operativo:** Se seleccionaron 32 de los 59 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.

Atendiendo a lo que se recoge en la DMA, estas masas deben muestrearse como mínimo una vez al año para hacer una evaluación segura de su estado, al estar en riesgo de incumplir los objetivos de la Directiva.

En el año 2013 se han muestreado un total de 35 *embalses* en la cuenca del Ebro, la mayoría forman parte del programa de control operativo y algunos del programa de control de vigilancia, para cumplir con las exigencias de la Directiva sobre frecuencias de muestreo. En el mapa 3.1 (situado al final del informe) se recoge la tipología y la distribución geográfica de los embalses analizados y, en la tabla 3.1 se detallan los programas de control a los que pertenecen.



Embalse de Cueva Foradada. Oliete (Teruel)

■ **TABLA 3.1** EMBALSES INCLUIDOS EN LOS PLANES DE CONTROL

Código MAS	Denominación	Tipo	Vig.	Op.	Código MAS	Denominación	Tipo	Vig.	Op.
1	Embalse del Ebro	7	X	X	63	Embalse de Rialb	11	X	X
2	Embalse de Urrúnaga	7	X	X	64	Embalse de Pajares	1	X	
4	Embalse de Irabia	7	X	X	65	Embalse de Camarasa	11	X	
5	Embalse de Albiña	7	X	X	66	Embalse de Santa Ana	11	X	
6	Embalse de Eugui	7	X		67	Embalse de San Lorenzo	11	X	
7	Embalse de Ullivarri-Gamboa	7	X		68	Embalse de El Val	7	X	X
17	Embalse de Cereceda	9	X	X	70	Embalse de Mequinzenza	12	X	X
19	Embalse de Lanuza	1	X		71	Embalse de Mezalocha	12	X	X
22	Embalse de Sobrón	9	X	X	72	Embalse de Margalef	10	X	X
25	Embalse de Búbal	7	X		73	Embalse de Ciurana	10	X	
26	Embalse de Puentelarrá	9	X	X	74	Embalse de Flix	12	X	X
27	Embalse de Alloz	7	X		75	Embalse de Las Torcas	10	X	
34	Embalse de Baserca	13	X		76	Embalse de La Tranquera	11	X	X
37	Embalse de Yesa	9	X		77	Embalse de Moneva	10	X	X
39	Embalse de Sabiñánigo	7	X		78	Embalse de Caspe	12	X	X
40	Embalse de El Cortijo	11	X	X	79	Embalse de Guiamets	10	X	X
42	Embalse de Mediano	9	X		80	Embalse de Cueva Foradada	10	X	X
43	Embalse de Escales	7	X		82	Embalse de Calanda	11	X	
44	Embalse de La Peña	9	X	X	85	Embalse de Santolea	11	X	
47	Embalse de El Grado	11	X		86	Embalse de Itoiz	7	X	
50	Embalse de Talarn	11	X		87	Embalse de Lechago	7	X	X
51	Embalse de Vadiello	7	X		912	Embalse de Pena	10	X	
53	Embalse de Oliana	9	X	X	913	Embalse de Gallipué	10	X	X
54	Embalse de Montearagón	7	X	X	916	Embalse de Ortigosa	7	X	
55	Embalse de Ardisa	11	X	X	949	Embalse de Ribarroja	12	X	X
56	Embalse de Barasona	11	X		1049	Embalse de Balaguer	11	X	
58	Embalse de Canelles	11	X		1679	Embalse de Utchesa Seca	10	X	X
59	Embalse de Terradets	9	X	X	1680	Embalse de La Loteta	10	X	
61	Embalse de Mansilla	7	X		1681	Embalse de Monteagudo	7	X	
62	Embalse de La Sotonera	10	X	X					

3.3 METODOLOGÍA DE MUESTREO

La campaña de muestreo se ha llevado a cabo durante los meses de junio a septiembre de 2013. En cada uno de los embalses muestreados se ha fijado una **única estación de muestreo**, en la parte más profunda, a una distancia entre 100 y 300 m de la presa para evitar posibles perturbaciones, excepto en el embalse de Sabiñánigo, donde se tomaron las muestras desde la presa debido a que el acceso era impracticable y no permitía la navegación.

Las coordenadas del punto de muestreo y la altitud sobre el nivel del mar en cada embalse se han georreferenciado con ayuda de un GPS en el punto de muestreo y se han ubicado sobre la cartografía del SIGPAC del Ministerio, utilizando esta imagen como mapa de situación.

El muestreo se ha desarrollado desde embarcaciones neumáticas tipo “Zodiac” provistas de motor fuera-borda eléctrico. Debido al riesgo de dispersión de la especie invasora *Dreissena polymorpha* (mejillón cebra) en la demarcación, la campaña se ha realizado muestreando en primer lugar los embalses libres de mejillón cebra, tras estos los embalses sospechosos de albergar la especie y, por último, utilizando una embarcación y un motor fuera-borda distinto, se han muestreado los embalses en los que el mejillón cebra está presente. Además en todos los embalses muestreados, independien-

temente de su clasificación del riesgo, se han seguido los protocolos de limpieza y desinfección de equipos de muestreo, embarcación y motor.

Para los muestreos se han seguido las directrices metodológicas de los Protocolos de muestreo y análisis publicados por el Ministerio y por el CEDEX:

- **Fitoplancton**

- Protocolo de muestreo de fitoplancton en lagos y embalses (22/11/13). Código: M-LE-FP-2013.
- Protocolo de análisis y cálculo de métricas de fitoplancton en lagos y embalses (22/11/13). Código: MFIT-2013.

- **Zooplancton²**

- Protocolo de análisis de zooplancton. W.B. Saunders, 1979. Manual Limnological Analysis. Robert G. Wetzel-Gene E. Likens.

- **Indicadores fisicoquímicos**

- Especificaciones establecidas en el protocolo de muestreo de fitoplancton de lagos y embalses (22/11/2013). Código: M-LE-FP-2013.
- Orden MAM/3207/2006, de 25 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria MMA-EECC-1/06, sobre determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas.

Las muestras se han conservado refrigeradas (en torno a 4°C) y en ausencia de luz (en neveras rígidas) durante su traslado al laboratorio y hasta su análisis.

3.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO

Existen diversas definiciones e interpretaciones de los procesos de **eutrofización**:

- MARGALEF (1976) se refiere al término como *“la fertilización excesiva de las aguas naturales, que van aumentando su producción en materia orgánica, con una considerable pérdida de calidad del agua”*.
- La OCDE (1982) lo define como *“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.

² Hasta el momento el Ministerio no ha dado pautas relativas a este indicador, ya que el zooplancton no es mencionado en el Anexo V de la DMA. Esto quizá es debido a que las relaciones del zooplancton con los procesos de eutrofización no son tan directas y están mucho menos estudiadas que las relativas al fitoplancton.

Para la catalogación del estado trófico en los 35 embalses analizados en el año 2013 se han utilizado cuatro indicadores, que se resumen en la tabla 3.2. Se corresponden con los valores máximos anuales empleados en el método de la OCDE, excepto para el caso de la densidad algal que se han usado los límites propuestos por MARGALEF (1983).

■ **TABLA 3.2** INDICADORES UTILIZADOS PARA LA CATALOGACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO

Rangos	>4,2	4,2-3,4	3,4-2,6	2,6-1,8	<1,8
Valoración	5	4	3	2	1
Indicadores de Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Fósforo total - Zona Fótica ($\mu\text{g/L P}$)	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 - Zona Fótica ($\mu\text{g/L}$)	0 - 1	1 - 2,5	2,5 - 8	8 - 25	>25
Densidad algal - Zona Fótica (cel/ml)	<100	100 - 1.000	$10^3 - 10^4$	$10^4 - 10^5$	> 10^5

El **estado trófico** es el resultado del **promedio** de los cuatro indicadores mencionados, **reescalado a valores entre 1 y 5**. Los resultados de la catalogación del estado trófico de cada embalse pueden verse, junto con el diagnóstico del potencial ecológico, en la tabla 3.7.

■ 3.5 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/potencial ecológico reside en que ambos conceptos se aplican a distintos tipos de masas de agua:

- el término **estado ecológico** responde al funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las **masas de aguas superficiales naturales**
- y, el término **potencial ecológico** describe el funcionamiento de las **masas de agua superficiales 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 y físico-químicos*, comparándolos frente a los valores definidos para las condiciones establecidas como de máximo potencial.

■ 3.5.1 INDICADORES BIOLÓGICOS

La IPH, en el anexo III, recoge que para evaluar el potencial ecológico en los embalses se utiliza el **Fitoplancton** como elemento de calidad biológico. En la tabla 3.3. se muestran los indicadores a tener en cuenta.

■ **TABLA 3.3** CONDICIONES DE REFERENCIA (MPE) Y LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE POTENCIAL ECOLÓGICO PARA LOS INDICADORES DEL ELEMENTO DE CALIDAD FITOPLANCTON (IPH)

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	MPE	B/M	B/M (RCE)
Tipos 1, 2 y 3	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³ (CONCLOa)	2	9,5	0,21
			Biovolumen mm ³ /L (BVOL _{TOT})	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de Cianobacterias (%CIANO)	0	9,2	0,91
Tipos 7, 8, 9, 10 y 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³ (CONCLOa)	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm ³ /L (BVOL _{TOT})	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de Cianobacterias (%CIANO)	0	28,5	1,72

Teniendo en cuenta las tipologías presentes en la demarcación hidrográfica del Ebro, las condiciones de máximo potencial ecológico definidas por la IPH para la demarcación son de los tipos 1, 7, 9, 10 y 11. Quedan pendientes de determinarse algunas tipologías, como los de la tipología 12, que incluiría los embalses de Mequinenza, Flix, Caspe y Ribarroja, y de la tipología 13, en el que se incluye el embalse de Baserca. Es por esto que en estos embalses no se realiza esta evaluación.

En primer lugar, se calcula el **Ratio de Calidad Ecológica (RCE)** de cada métrica, de la forma siguiente:

– Cálculo para la concentración de clorofila-a (CONCLOa):

$$\text{RCE} = [(1/\text{CONCLOa}) / (1/\text{MPE_CONCLOa})]$$

– Cálculo para el biovolumen total (BVOL_{TOT}):

$$\text{RCE} = [(1/\text{BVOL}_{\text{TOT}}) / (1/\text{MPE_BVOL}_{\text{TOT}})]$$

– Cálculo para el Índice de Grupos Algaes (IGA):

$$\text{RCE} = [(400-\text{IGA}) / (400-\text{MPE_IGA})]$$

– Cálculo para el porcentaje de cianobacterias (%CIANO):

$$\text{RCE} = [(100-\% \text{CIANO}) / (100-\text{MPE_}\% \text{CIANO})]$$

Si en alguna de estas transformaciones el RCE obtenido es mayor que 1, el valor del EQR que se considera es 1.

Posteriormente, es necesario llevar a cabo la **transformación de los valores de RCE** obtenidos, a una escala numérica equivalente para los cuatro indicadores, de acuerdo con el siguiente procedimiento. Las ecuaciones para llevar a cabo esta transformación varían en función del tipo de masa de agua y son las que se indican a continuación:

Tipos 1, 2 y 3:

Clorofila a (CONCLOa)	
RCE > 0,21	$RCE_{trans} = 0,5063 \times RCE + 0,4937$
RCE ≤ 0,21	$RCE_{trans} = 2,8571 \times RCE$
Biovolumen (BVOL _{TOT})	
RCE > 0,19	$RCE_{trans} = 0,4938 \times RCE + 0,5062$
RCE ≤ 0,19	$RCE_{trans} = 3,1579 \times RCE$
% Cianobacterias (%CIANO)	
RCE > 0,91	$RCE_{trans} = 4,4444 \times RCE - 3,4444$
RCE ≤ 0,91	$RCE_{trans} = 0,6593 \times RCE$
Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,9737	$RCE_{trans} = 15,234 \times RCE - 14,233$
RCE ≤ 0,9737	$RCE_{trans} = 0,6162 \times RCE$

Tipos 7, 8, 9, 10 y 11:

Clorofila a (CONCLOa)	
RCE > 0,43	$RCE_{trans} = 0,7018 \times RCE + 0,2982$
RCE ≤ 0,43	$RCE_{trans} = 1,3953 \times RCE$
Biovolumen (BVOL _{TOT})	
RCE > 0,36	$RCE_{trans} = 0,625 \times RCE + 0,375$
RCE ≤ 0,36	$RCE_{trans} = 1,6667 \times RCE$
% Cianobacterias (%CIANO)	
RCE > 0,72	$RCE_{trans} = 1,4286 \times RCE - 0,4286$
RCE ≤ 0,72	$RCE_{trans} = 0,8333 \times RCE$
Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,9822	$RCE_{trans} = 22,533 \times RCE - 21,533$
RCE ≤ 0,9822	$RCE_{trans} = 0,6108 \times RCE$

RCE = Ratio de Calidad Ecológica

RCE_{trans} = Ratio de Calidad Ecológica transformado

Para la combinación de los distintos indicadores representativos del elemento de calidad fitoplancton se hallará **la media de los RCE transformados** correspondientes a los parámetros “abundancia y biomasa” y “composición”.

- La combinación de los RCE transformados se llevará a cabo primero para los indicadores de clorofila y biovolumen, ambos representativos de la abundancia. La combinación se hará mediante las medias de los RCE transformados.
- Posteriormente se llevará a cabo la combinación de los indicadores representativos de la composición: porcentaje de cianobacterias y el IGA. La combinación se hará mediante las medias de los RCE transformados.

Posteriormente para la **combinación de los indicadores de composición y abundancia-biomasa** se hará la **media aritmética**.

Por último, este PE biológico (PE B) **se reescala a valores entre 0 y 1** tal como se recoge en la tabla 3.4.

■ **TABLA 3.4** UMBRALES PARA LOS INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS (PE B)

Indicadores de calidad biológicos (PE B)					
Rangos	MPE	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
RCE_{trans}	>0,8	0,8 - 0,6	0,6 - 0,4	0,4 - 0,2	<0,2

■ 3.5.2 INDICADORES FÍSICOQUÍMICOS

Para obtener el potencial ecológico se tienen que tener en cuenta también los *indicadores de calidad fisicoquímicos* (PE FQ), que son los siguientes:

- concentración de fósforo total en la zona fótica,
- concentración hipolimnética de O_2 ,
- y, transparencia del disco de Secchi.

En primer lugar, se calcula el **promedio** de las tres métricas y después, **se reescala a valores entre 1 y 5** con tres niveles: MPE (Máximo Potencial Ecológico), As Fun (Asegura el Funcionamiento del Ecosistema) y No As Fun (No Asegura el Funcionamiento del Ecosistema). Los valores límite se recogen en la tabla 3.5.

■ **TABLA 3.5** UMBRALES PARA LOS INDICADORES DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS (PE FQ)

Indicadores de calidad fisicoquímicos (PE FQ)					
Rangos e Indicadores	MPE ($\geq 4,2$)	As Fun (4,2 - 3,4)	No As Fun (<3,4)		
		Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fósforo total - Zona Fótica ($\mu\text{g/L P}$)	<4	4 - 10	10 - 35	35 - 100	>100
Concentración hipolimnética O_2 ($\text{mg/L } O_2$)	>8	8 - 6	6 - 4	4 - 2	<2
Transparencia Disco de Secchi (m)	>6	6 - 3	3 - 1,5	1,5 - 0,7	<0,7

De la combinación de los indicadores biológicos (PE B) con los indicadores fisicoquímicos (PE FQ) se obtendrá el valor del potencial ecológico (PE) como muestra la tabla 3.6, cuyos valores pueden ser: Máximo (MPE), Bueno, Moderado, Deficiente y Malo.

■ **TABLA 3.6** REGLAS DE COMBINACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD

Indicador biológico (PE B)	Indicador fisicoquímico (PE FQ)	Potencial ecológico (PE)
MPE	MPE	MPE
MPE	As Fun	Bueno
MPE	No As Fun	Moderado
Bueno	MPE	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente		Deficiente
Malo		Malo

En las masas de agua tipo embalse el diagnóstico de calidad se realiza mediante la evaluación del estado trófico y del potencial ecológico. No se determina el estado químico en estas masas de agua al no haberse establecido todavía la metodología más adecuada.

3.6 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DE LAS MASAS DE AGUA

En la tabla 3.7. se resumen los resultados que se han obtenido, tanto para el potencial ecológico como para el estado trófico, en las masas de agua muestreadas.

El significado de las columnas es el siguiente:

- **MAS:** código asignado a la masa de agua.
- **Tipo IPH:** tipología de la masa de agua.
- **ET 2013:** diagnóstico del estado trófico en el año 2013 (metodología apartado 3.4.)
- **PE B 2013:** resultado de la evaluación de los indicadores biológicos en el año 2013 (metodología apartado 3.5.1.)
- **PE FQ 2013:** resultado de la evaluación de los indicadores fisicoquímicos en el año 2013 (metodología apartado 3.5.2.)
- **PE 2013:** potencial ecológico en el año 2013 (metodología apartado 3.5.)

TABLA 3.7 ESTADO TRÓFICO Y POTENCIAL ECOLÓGICO DE LOS EMBALSES MUESTREADOS EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO EN EL AÑO 2013

MAS	Punto de muestreo	Tipo IPH	Nombre de la masa de agua	Naturaleza	Municipio y provincia	CC.AA.	ET 2013	PE B 2013	PE FQ 2013	PE 2013
1	E4001	7	Embalse del Ebro	Muy modificada	La Rozas de Valdearrollo (Cantabria) y Arja (Burgos)	Cantabria-C. León	Oligot	MPE	No As Fun	Mod
2	E4002	7	Embalse de Urrúnaga	Muy modificada	Villarreal de Álava (Álava)	País Vasco	Oligot	MPE	As Fun	B
6	E4006	7	Embalse de Eugui	Muy modificada	Esteribar (Navarra)	Navarra	Oligot	MPE	As Fun	B
7	E4007	7	Embalse de Ullivari-Gamboa	Muy modificada	Elburgo (Álava)	País Vasco	Oligot	MPE	As Fun	B
19	E4019	1	Embalse de Lanuza	Muy modificada	Sallent de Gállego (Huesca)	Aragón	Oligot	MPE	MPE	MPE
22	E4022	9	Embalse de Sobrón	Muy modificada	Bozoó (Álava) y Burguenda (Burgos)	País Vasco-C. León	Mesot	B	No As Fun	Mod
25	E4025	7	Embalse de Búbal	Muy modificada	Sallent de Gállego (Huesca)	Aragón	Oligot	MPE	As Fun	B
27	E4027	7	Embalse de Alloz	Muy modificada	Guesálaz (Navarra)	Navarra	Oligot	MPE	As Fun	B
34	E4034	13	Embalse de Baserca	Muy modificada	Montanuy (Huesca)	Aragón	Ultraolig	Mod	MPE	SD
39	E4039	7	Embalse de Sabiñánigo	Muy modificada	Sabiñánigo (Huesca)	Aragón	Ultraolig	MPE	As Fun	B
42	E4042	9	Embalse de Mediano	Muy modificada	La Fueva (Huesca)	Aragón	Oligot	MPE	As Fun	B
43	E4043	7	Embalse de Escalles	Muy modificada	Sopeira (Huesca) y El Pont de Suert (Lleida)	Aragón-Cataluña	Oligot	MPE	MPE	MPE
44	E4044	9	Embalse de La Peña	Muy modificada	Las Peñas de Riglos (Huesca)	Aragón	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
47	E4047	11	Embalse de El Grado	Muy modificada	El Grado (Huesca)	Aragón	Ultraolig	MPE	MPE	MPE
50	E4050	11	Embalse de Talam	Muy modificada	Talam (Lleida)	Cataluña	Oligot	MPE	As Fun	B
58	E4058	11	Embalse de Canelles	Muy modificada	Estopián del Castillo (Huesca) y Áger (Lleida)	Aragón-Cataluña	Oligot	MPE	MPE	MPE
61	E4061	7	Embalse de Mansilla	Muy modificada	Mansilla y Vilavelayo (La Rioja)	La Rioja	Oligot	MPE	As Fun	B

MAS	Punto de muestreo	Tipo IPH	Nombre de la masa de agua	Naturaleza	Municipio y provincia	CC.AA.	ET 2013	PE B 2013	PE FQ 2013	PE 2013
62	E4062	10	Embalse de La Sotenera	Muy modificada	Alcalá de Gurrea (Huesca)	Aragón	Oligot	MPE	MPE	MPE
63	E4063	11	Embalse de Rialb	Muy modificada	Tiurana (Lleida)	Cataluña	Mesot	B	No As Fun	Mod
68	E4068	7	Embalse de El Val	Muy modificada	Los Fayos (Zaragoza)	Aragón	Eut	Mod	No As Fun	Mod
70	E4070	12	Embalse de Mequinenza	Muy modificada	Mequinenza (Zaragoza)	Aragón	Mesot	Mod	No As Fun	SD
71	E4071	10	Embalse de Mezalocha	Muy modificada	Mezalocha (Zaragoza)	Aragón	Mesot	MPE	As Fun	B
72	E4072	10	Embalse de Margalef	Muy modificada	Margalef (Tarragona)	Cataluña	Mesot	B	No As Fun	Mod
75	E4075	10	Embalse de Las Torcas	Muy modificada	Tosos (Zaragoza)	Aragón	Oligot	MPE	MPE	MPE
76	E4076	11	Embalse de La Tranquera	Muy modificada	Carenas (Zaragoza)	Aragón	Mesot	B	No As Fun	Mod
77	E4077	10	Embalse de Moneva	Muy modificada	Moneva (Zaragoza)	Aragón	Ultraolig	MPE	As Fun	B
79	E4079	10	Embalse de Guiamets	Muy modificada	Els Guiamets (Tarragona)	Cataluña	Mesot	MPE	No As Fun	Mod
80	E4080	10	Embalse de Cueva Foradada	Muy modificada	Oliete (Teruel)	Aragón	Mesot	B	No As Fun	Mod
85	E4085	11	Embalse de Santolea	Muy modificada	Castellote (Teruel)	Aragón	Oligot	MPE	As Fun	B
86	E4086	7	Embalse de Itoiz	Muy modificada	Aoiz (Navarra)	Navarra	Oligot	MPE	MPE	MPE
87	E4087	7	Embalse de Lechago	Muy modificada	Calamocha (Teruel)	Aragón	Oligot	MPE	As Fun	B
912	E4912	10	Embalse de Pena	Muy modificada	Valderrobres (Teruel)	Aragón	Mesot	MPE	As Fun	B
913	E4913	10	Embalse de Gallipuéñ	Muy modificada	Berge (Teruel)	Aragón	Mesot	MPE	As Fun	B
916	E4916	7	Embalse de Ortigosa	Muy modificada	Ortigosa de Cameros (La Rioja)	La Rioja	Ultraolig	MPE	MPE	MPE
1680	E4680	10	Embalse de La Loteta	Artificial	Gallur (Zaragoza)	Aragón	Mesot	MPE	No As Fun	Mod

ET 2013: Ultraolig (Ultraoligotrófico), Oligot (Oligotrófico), Mesot (Mesotrófico), Eut (Eutrófico) e Hipereut (Hipereutrófico).

PE B 2013: MPE (Máximo Potencial Ecológico), B (Bueno), Mod (Moderado), Def (Deficiente) y Malo (Malo).

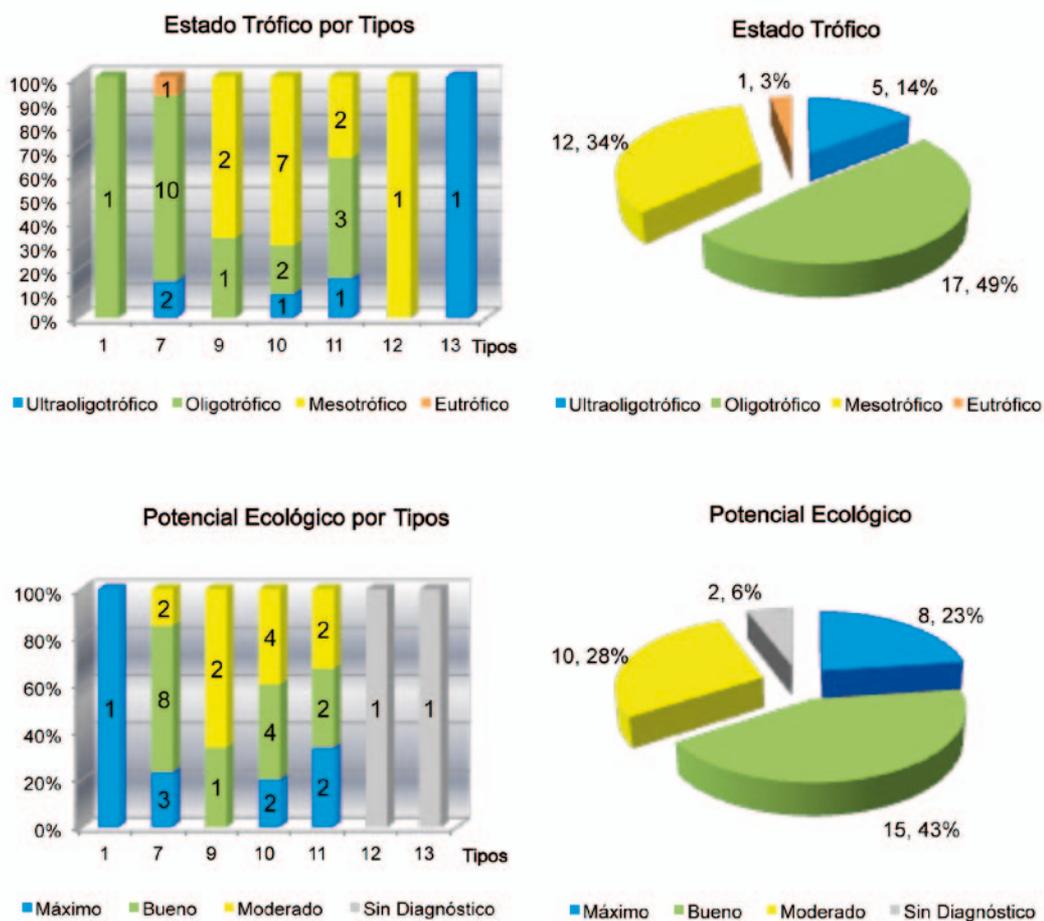
PE FQ 2013: MPE (Máximo Potencial Ecológico), As Fun (Asegura el Funcionamiento del Ecosistema) y No As Fun (No Asegura el Funcionamiento del Ecosistema).

PE 2013: MPE (Máximo), B (Bueno), Mod (Moderado), Def (Deficiente), Malo (Malo) y SD (Sin Diagnóstico).



Embalse de Lanuza. Sallent de Gállego (Huesca).

■ FIGURA 3.1 RESULTADOS DEL ESTADO TRÓFICO Y DEL POTENCIAL ECOLÓGICO EN 2013



Los números de las columnas representan el nº de embalses.

3.7 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para los 35 embalses analizados, referente al estado trófico se observa que un 63% son “oligotróficos” o “ultraoligotróficos”, es decir cumplen con los objetivos de la Directiva. La variable más restrictiva a la hora de clasificar el estado trófico ha sido la densidad algal.

Para el potencial ecológico se aprecia también que la mayoría (un 66%) presentan un potencial ecológico “máximo” o “bueno”. Cabe destacar que en la mayor parte de los clasificados como de “máximo potencial ecológico” según los indicadores biológicos (19 embalses de 27), los indicadores fisicoquímicos los han hecho descender uno o dos niveles, en 15 a “bueno” y en 4 a “moderado”. En los 5 embalses clasificados como de potencial ecológico “bueno”, el indicador fisicoquímico los ha hecho descender a “moderado”. Sólo un embalse (Embalse de El Val) ha sido clasificado directamente como “moderado”. A la vista de los resultados obtenidos puede ser que los elementos fisicoquímicos sean muy restrictivos o que los indicadores biológicos estén sobreestimando el estado de calidad del agua de los embalses muestreados.

Por otro lado, comparando los resultados de estado trófico y potencial ecológico, se aprecia que existe relación entre ambos, ya que no hay más de un salto de clase de diferencia entre los resultados para un mismo embalse.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados obtenidos durante el año 2013.

Nº de embalses considerados como masas de agua:..... 59 embalses

Nº de embalses estudiados en 2013:..... 35 embalses

Embalses con diagnóstico de estado trófico:..... 35 embalses

- Ultraoligotrófico..... 5
- Oligotrófico 17
- Mesotrófico 12
- Eutrófico 1
- Hipereutrófico 0

Embalses con diagnóstico de potencial ecológico: 33 embalses

- Máximo 8
- Bueno..... 15
- Moderado..... 10
- Deficiente..... 0
- Malo 0
- Sin Diagnóstico..... 2

(Los embalses de la tipología 12 y 13 no pueden diagnosticarse debido a que su forma de cálculo está pendiente de definir en la IPH)

3.8 ESTUDIOS HIDROACÚSTICOS SOBRE COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE PECES EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN

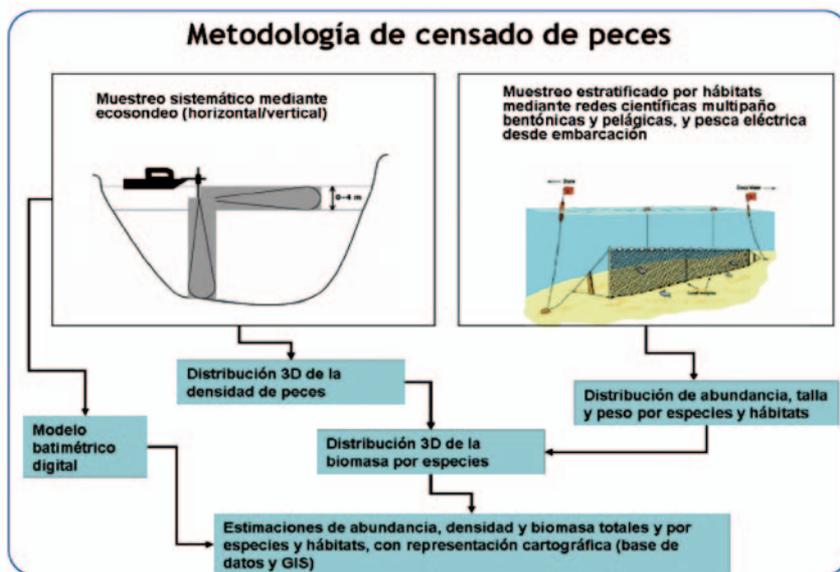
Desde el año 2008 se vienen realizando estudios hidroacústicos para determinar la composición y abundancia de peces en los embalses de la demarcación hidrográfica del Ebro. El objetivo es poder incluir en el futuro a la ictiofauna como indicador de calidad biológico (junto con el fitoplancton) en la valoración del potencial ecológico de los embalses.

La fauna ictiológica integra información espacio-temporal a mayor escala que otros indicadores biológicos, de ahí que resulte de interés su estudio, tal como recoge la DMA. Hasta la fecha se han concluido los trabajos en 27 embalses de la demarcación.

Estos trabajos están empleando una combinación de **técnicas hidroacústicas** y **técnicas de muestreo directo de pesca**. Mediante las **técnicas hidroacústicas** se ha estimado la densidad de peces así como su distribución dentro del embalse y, las **técnicas de muestreo directo** (mediante redes agalleras multipaño y pesca eléctrica desde embarcación) han servido para caracterizar la

composición de las especies y la estructura de tallas de cada una de ellas. La combinación de ambos resultados ha permitido obtener también la estimación y distribución de biomásas por especie en cada uno de los embalses analizados.

■ FIGURA 3.2 ESQUEMA DEL MÉTODO DE CENSADO DE POBLACIONES ÍCTICAS EN UN EMBALSE



Los estudios censales de peces que se han llevado a cabo hasta el momento en los embalses de la demarcación hidrográfica del Ebro, disponibles en la página web de la CHE, se muestran en la tabla 3.8. En ella se recogen también el código de la masa de agua, el tipo IPH, la provincia y el año de muestreo.



Pesca eléctrica desde embarcación.

■ **TABLA 3.8** ESTUDIOS CENSALES DE PECES REALIZADOS EN LOS EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

MAS	TIPO IPH	NOMBRE DE LA MASA DE AGUA	PROVINCIA	AÑO DE MUESTREO
1	7	Embalse del Ebro	Cantabria/Burgos	2010
2	7	Embalse de Urrúnaga	Álava	2009
4	7	Embalse de Irabia	Navarra	2010
5	7	Embalse de Albiña	Álava	2009
6	7	Embalse de Eugui	Navarra	2010
7	7	Embalse de Ullívarri-Gamboa	Álava	2009
19	1	Embalse de Lanuza	Huesca	2009
22	9	Embalse de Sobrón	Álava/Burgos	2011
27	7	Embalse de Alloz	Navarra	2010
37	9	Embalse de Yesa	Navarra/Zaragoza	2011
40	11	Embalse de El Cortijo	Álava	2009
50	11	Embalse de Talarn	Lleida	2011
56	11	Embalse de Barasona	Huesca	2009
61	7	Embalse de Mansilla	La Rioja	2010
62	10	Embalse de La Sotonera	Huesca	2013
64	1	Embalse de Pajares	La Rioja	2013
68	7	Embalse de El Val	Zaragoza	2013
70	12	Embalse de Mequinzenza	Zaragoza	2008
71	10	Embalse de Mezalocha	Huesca	2013
75	11	Embalse de Las Torcas	Zaragoza	2013
76	11	Embalse de La Tranquera	Zaragoza	2012
77	10	Embalse de Moneva	Zaragoza	2013
80	10	Embalse de Cueva Foradada	Teruel	2012
86	7	Embalse de Itoiz	Navarra	2010
912	10	Embalse de Pena	Teruel	2012
916	7	Embalse de Ortigosa	La Rioja	2009
949	12	Embalse de Ribarroja	Tarragona	2008



Pez fraile (*Salaria fluviatilis*). Embalse de La Sotonera. Alcalá de Gurrea (Huesca).