
EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO EN EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCAÇÃO HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DEL EBRO



DICIEMBRE 2012
SERVICIO CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de Valencia
Estudi General

EQUIPO DE TRABAJO

Área de Limnología, dirigida por Dr. Eduardo Vicente Pedrós, Catedrático de Ecología.
Director del Estudio.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

68.857,47 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DEL EBRO.

AÑO DE EJECUCIÓN:

2012

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2012

FOTO PORTADA:

Vista de la presa del embalse del Ebro desde el punto de toma de muestras.

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2012). Explotación de la red de seguimiento en embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 210 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	5
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	5
2.1. Ámbito geológico y geográfico	5
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	6
2.3. Usos del agua	7
2.4. Registro de zonas protegidas	7
<u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u>	8
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	9
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	9
4.2. Hidroquímica del embalse	12
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	13
4.4. Zooplancton	17
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	19
<u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	20

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2011-2012.....	7
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	8
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH	9
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	10
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	11
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	14
Figura 7. Fotografía de la presa del embalse.....	26
Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse.	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse del Ebro	6
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	13
Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	17
Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.....	19
Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.....	19
Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.....	20
Tabla 7. Combinación de los indicadores.	21
Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro.....	21
Tabla 9. Valores de referencia propios del tipo (VR_i) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).	22
Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	23
Tabla 11. Combinación de los indicadores.	23
Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse del Ebro.	24

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse del Ebro durante los muestreos de 2012 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano 2012, correspondiente al año hidrológico 2011-2012).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del “Potencial Ecológico”, tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geológico y geográfico

El embalse del Ebro está ubicado en las estribaciones orientales de la Cordillera Cantábrica, estrechamente ligado a los bordes del macizo Asturiano (Región del Pisuerga-Carrión), la zona resulta así afectada por los esfuerzos compresivos de la orogenia Alpina, presentando una orientación general de fractura NW-SE; En términos geológicos, el embalse del Ebro se sitúa sobre materiales de arenas; calizas arenosas; margas y arcillas pertenecientes a la Transición Jurásico-Cretácico, así como calizas; calcarenitas y margas, calizas con Lacazina a techo del Cretácico superior. Aparecen también depósitos aluviales del Cuaternario.

Se sitúa dentro del término municipal de Arroyo, en la provincia de Cantabria. Regula las aguas del río Ebro.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, de geometría irregular.

La cuenca vertiente al embalse del Ebro tiene una superficie total de 47.494 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 540 hm³, que coincide con su capacidad útil. Tiene una profundidad media de 8,60 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 24 m.

En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse.

Tabla 1. Características morfométricas del embalse del Ebro

Superficie de la cuenca	466 km ²
Capacidad total N.M.N.	540 hm ³
Capacidad útil	540 hm ³
Aportación media anual	300 hm ³
Superficie inundada	625 ha
Cota máximo embalse normal	839 msnm

Tipo de clasificación: 7. Monomítico, calcáreo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomítico. No había estratificación en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 7,9 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 7 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse del Ebro para el año hidrológico 2011-2012 fue de 12,3 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2011-2012.

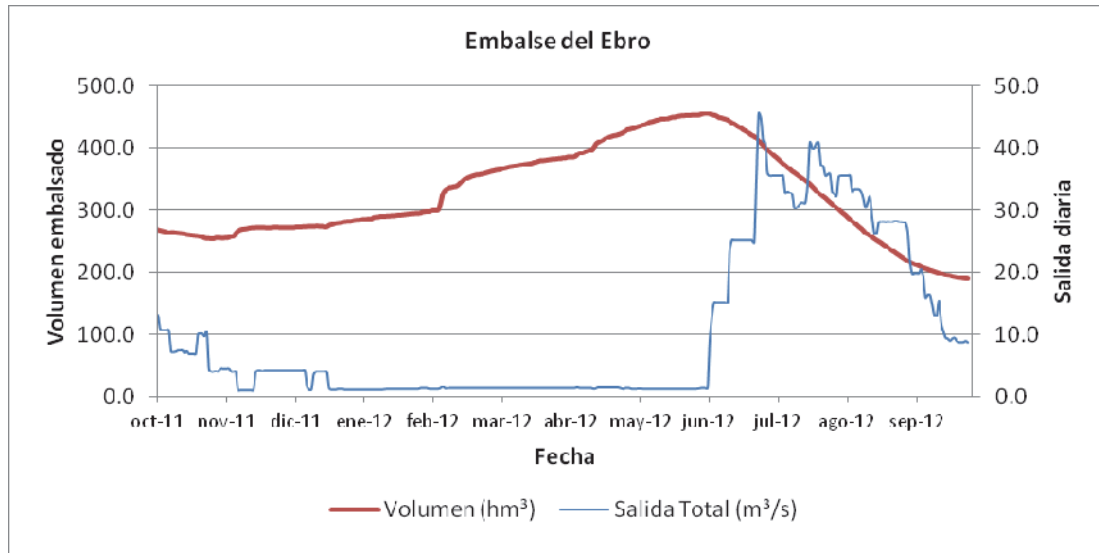


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2011-2012.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento a la población, a los regadíos y al aprovechamiento hidroeléctrico. El uso recreativo también está presente (baño), existiendo un área recreativa en la orilla del embalse. En cambio la navegación no está permitida, ya que se trata de un embalse protegido.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse del Ebro forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, dentro de las categorías de zonas de extracción de agua para consumo humano, zonas sensibles a nutrientes (zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zonas de protección de hábitats o especies (LICs ES1300013 “Río y embalse del Ebro (Cantabria)” y ES4120090 “Embalse del Ebro. (Castilla y León)”. ZEPAs ES0000252 “Embalse del Ebro. (Cantabria)” y ES0000191 “Embalse del Ebro. (Castilla y León)”.

3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 1 de Agosto de 2012, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

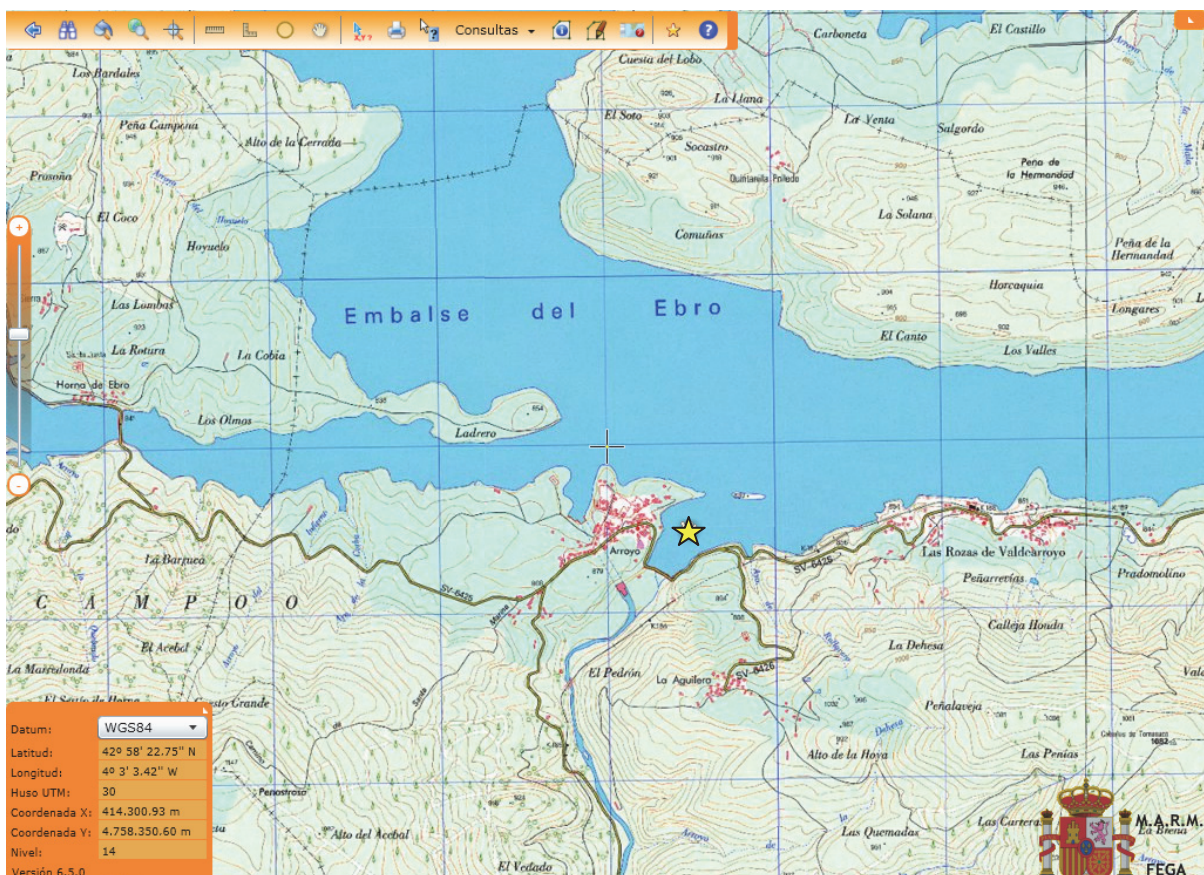
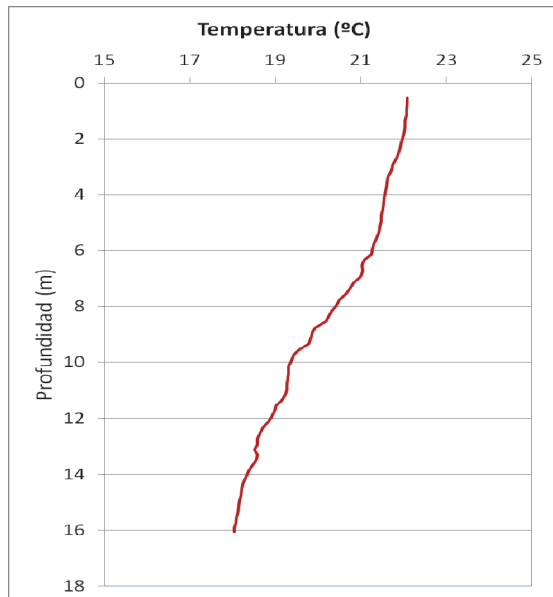


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

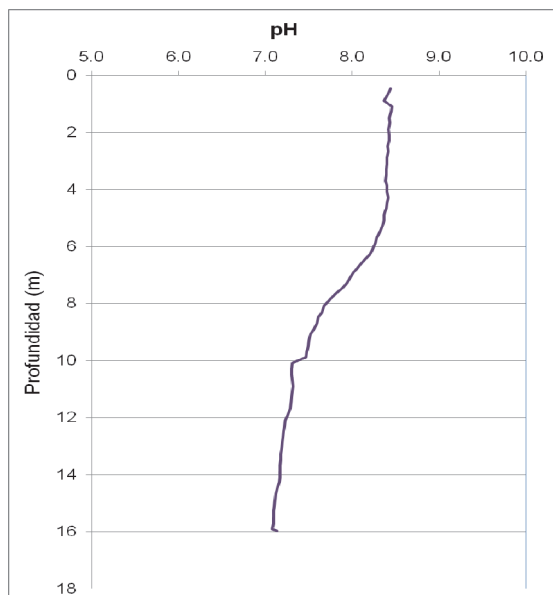
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

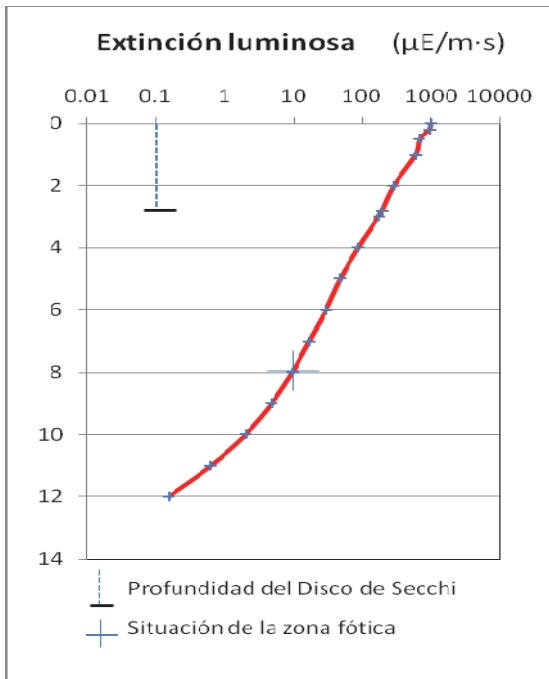


La temperatura del agua oscila entre los 17,6 °C en el fondo y los 22,1 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (1 Agosto 2012) no aparece termoclina en profundidad.



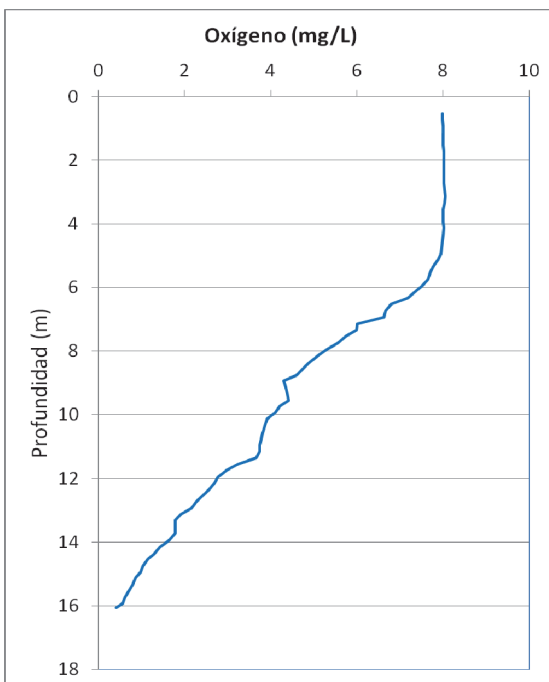
El pH del agua en superficie es de 8,44 y, en el fondo de 7,14. Presenta su valor máximo a 1,1 m de profundidad con 8,46 para descender suavemente desde los 6 m y alcanzar el mínimo en el fondo.

Figura 3. Perfiles verticales de la temperatura y el pH.



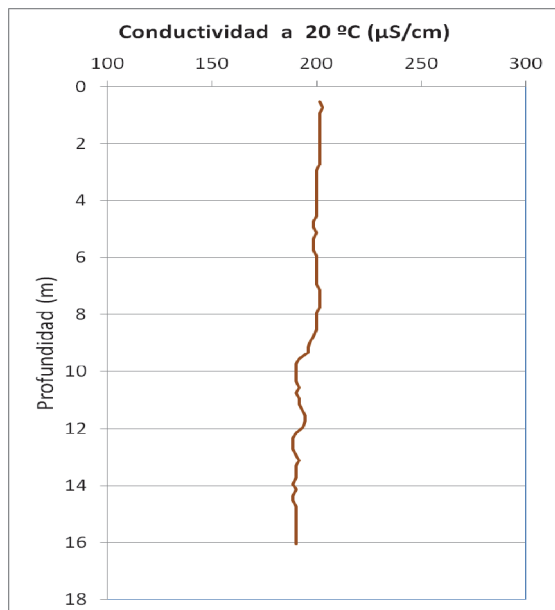
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 2,8 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 7 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 7,9 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 8 m de profundidad) fue de 4,04 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en la zona epilimnética teórica (unos 6 m) alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,95 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L), en profundidades superiores a 13 m.

Figura 4. Perfiles verticales de la extinción luminosa y el oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 201 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. Quedando muy homogénea toda la columna de agua.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.



3.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2012 en la muestra integrada a 8 m de profundidad, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 18,79 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 0,83 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,41 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,10 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) fue de 0,031 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 0,81 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,76 meq/L.

3.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 22 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSOPHYCEAE	1
SYNUROPHYCEAE	1
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	4
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	4
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	1
EUGLENOPHYCEAE	1

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla siguiente:

Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	4212,48
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm ³ /ml	721049
Diversidad Shannon-Wiener		2,39
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		2715,17
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Merismopedia minima</i>
Nº células/ml		1698,38
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cryptophyceae
µm ³ /ml		253137
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Plagioselmis (=Rhodomonas)* lacustris</i>
µm ³ /ml		112047

* **Nota:** Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

La concentración de clorofila fue de 5,42 µg/L en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura con una línea roja). Se observa en el perfil medido por fluorimetría que hay un valor máximo en la zona epilimnética, sobre los 4 m de profundidad.

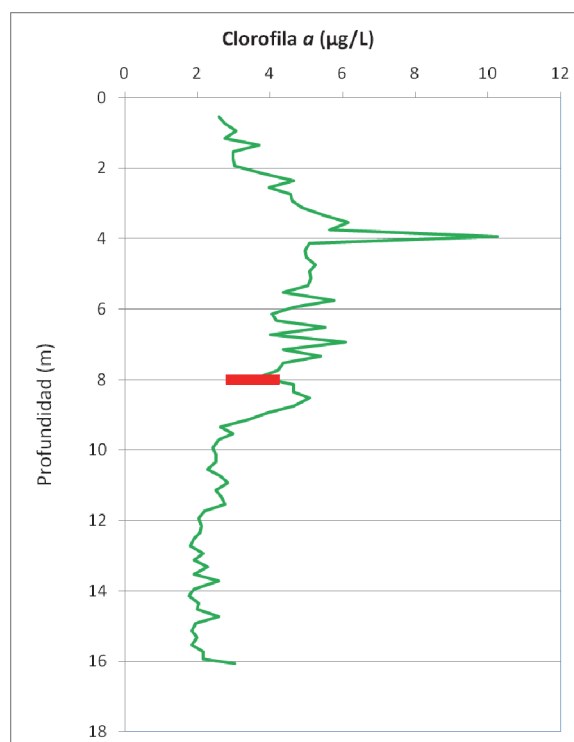


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton muestran los resultados del cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	16,76	5594,50	3
<i>Aulacoseira italica</i>	-	-	1
BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
<i>Asterionella formosa</i>	-	-	1
<i>Diploneis ovalis</i>	5,59	10662,46	1
<i>Fragilaria crotonensis</i>	122,91	27801,38	4

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
<i>Nitzschia acicularis</i>	-	-	1
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Dinobryon divergens</i>	-	-	1
<i>Ochromonas</i> sp.	50,28	28788,65	-
<i>Mallomonas akrokomos</i>	44,69	20219,19	1
XANTHOPHYCEAE			
<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	5,59	702,06	-
CHLOROPHYTA			
<i>Ankyra judayi</i>	279,34	35102,75	1
<i>Coelastrum astroideum</i>	-	-	2
<i>Coelastrum microporum</i>	-	-	2
<i>Coenochloris hindakii</i>	-	-	2
<i>Desmodesmus intermedius</i> (= <i>Scenedesmus intermedius</i>)	22,35	2527,40	-
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	5,59	315,92	1
<i>Oocystis borgei</i>	-	-	1
<i>Pediastrum duplex</i>	-	-	1
<i>Scenedesmus ellipticus</i> (= <i>Scenedesmus linearis</i>)	-	-	1
<i>Schroederia setigera</i>	5,59	368,58	-
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	-	-	1
ZYGNEMATOPHYCEAE			
<i>Closterium acerosum</i>	-	-	1
<i>Staurastrum paradoxum</i>	5,59	46072,36	2
CYANOBACTERIA			
<i>Anabaena circularis</i>	16,76	315,92	1
<i>Geitlerinema</i> sp.	-	-	1
<i>Merismopedia minima</i>	1698,38	18342,51	1
<i>Merismopedia punctata</i>	983,27	26548,36	1
<i>Pseudanabaena</i> sp.	16,76	184,29	1
<i>Woronichinia naegeliana</i>	-	-	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Chilomonas</i> sp.	5,59	1310,50	-
<i>Cryptomonas erosa</i>	27,93	86001,75	1
<i>Cryptomonas marsonii</i>	16,76	9547,95	1
<i>Cryptomonas ovata</i>	27,93	44229,47	
<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	849,19	112047,99	-
DINOPHYCEAE			
<i>Ceratium hirundinella</i>	5,59	244365,62	1
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Euglena</i> sp.	-	-	1
<i>Phacus caudatus</i>	-	-	1
<i>Trachelomonas volvocina</i>	-	-	1
TOTAL BACILLARIOPHYCEAE	145,26	44058,34	
TOTAL CHRYSOPHYCEAE	50,28	28788,65	
TOTAL SYNUROPHYCEAE	44,69	20219,19	
TOTAL XANTHOPHYCEAE	5,59	702,06	
TOTAL CHLOROPHYTA	312,86	38314,66	
TOTAL ZYGNEMATOPHYCEAE	5,59	46072,36	
TOTAL CYANOBACTERIA	2715,17	45391,08	
TOTAL CRYPTOPHYCEAE	927,40	253137,66	
TOTAL DINOPHYCEAE	5,59	244365,62	
TOTAL ALGAS	4212,43	721049,62	

Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

Clases de abundancia	% de presencia
1	<9
2	10-24
3	25-60
4	61-99
5	>99

3.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse del Ebro se han identificado un total de 11 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 5 Copepoda
- 6 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	8,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	226,5
BIOMASA TOTAL	µg/L	114,75
Diversidad Shannon-Wiener		2,33
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		Rotíferos
	individuos/L	123,08
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Polyarthra major</i>
	individuos/L	112,31
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Cladóceros
	µg/L	49,92
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>
	µg/L	32,00
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 15 m
CLADÓCEROS: 12,13 %	COPÉPODOS: 25,12 %	ROTÍFEROS: 60,98 %

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	%
CLADÓCEROS			
<i>Bosmina longirostris</i>	24,62	32,00	1,42
<i>Daphnia longispina</i>	0,77	2,92	2,83
<i>Daphnia pulex</i>	-	-	0,71
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	4,62	11,54	7,08
<i>Sida crystalina</i>	0,19	3,46	0,09
COPÉPODOS			
<i>Cyclops abyssorum</i>	1,92	6,37	0,07
<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	2,50	13,58	4,67
<i>Macrocyclops albidus</i>	0,77	5,38	0,27
<i>Thermocyclops dybowskii</i>	3,46	6,02	0,27
Fam. Cyclopidae	46,15	12,46	19,83
ROTÍFEROS			
<i>Asplanchna priodonta</i>	4,62	3,46	4,25
<i>Collotheca</i> sp.	1,54	0,05	0,04
<i>Conochilus</i> sp.	-	-	1,42
<i>Keratella cochlearis</i>	1,54	0,08	0,04
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	15,38	0,78	41,08
<i>Polyarthra major</i>	112,31	14,60	12,75
<i>Synchaeta pectinata</i>	6,15	2,05	1,42
OTROS			
Fam. Chironomidae	-	-	1,42
Clase Turbellaria	-	-	0,35
Total Cladóceros	30,19	49,92	12,13
Total Copépodos	54,81	43,81	25,12
Total Rotíferos	141,54	21,02	60,98
Total Otros	-	-	1,77
Total	226,54	114,75	100

4. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerando los indicadores especificados en la tabla 4 para los valores medios en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ($\mu\text{g P /L}$)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel/ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

En la tabla 5 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	18,79	Mesotrófico
CLOROFILA a	5,42	Mesotrófico
DISCO SECCHI	2,80	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	4212	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,00	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, tanto el fósforo total (PT), la transparencia según el Disco de Secchi, la Clorofila a y la densidad algal indican un estado de mesotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse del EBRO ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

5. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PE_{exp}*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		<i>Trophic Index (TI)</i>	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			> 4, 2	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P /L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si

no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 7:

Tabla 7. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 8 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	4212	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	5,42	Moderado
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,72	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,91	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,01	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,58	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	8,8	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,56	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			3,3	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,80	Moderado
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	5,03	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	18,79	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,0	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO

Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 9 y 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 9. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR _t	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> 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
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> 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	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> 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	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> 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	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> 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	0,72

Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCET				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	No alcanza		
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	> 1	1-0,43	< 0,43		
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	> 1	1-0,36	< 0,36		
		Índice de Catalán (IGA)	> 1	1-0,9822	< 0,9822		
		Porcentaje de cianobacterias	> 1	1-0,72	< 0,72		
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 11.

Tabla 11. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Normativo
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 12 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse del Ebro.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	5,42	0,48	0,64	Bueno
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,72	1,05	1,03	Máximo
			Media			0,83	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,44	1,000	1,01	Máximo
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	64,46	0,36	0,30	No alcanza
			Media			0,65	
Media global						0,74	
INDICADOR BIOLÓGICO				0,74			BUENO
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,80			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,03			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	18,79			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3,0		NO AS FUN	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7: Vista de la presa del embalse



Figura 8: Vista del punto de acceso