



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

2019

---

## SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2019

INFORME FINAL DEL EMBALSE DEL EBRO

---



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO





---

## SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2019

---

### PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



### DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Vicente Sancho Tello Valls 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 Emérito de Ecología. Director del Estudio.

### PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

17.772,83 €

### CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DEL EBRO

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2019

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2019



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse del Ebro desde el punto de acceso a la lámina de agua.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2019). Seguimiento de embalses 2019. 188 págs. más anejos.  
Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

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.



## ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico</i>	7
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i>	8
2.3. <i>Usos del agua</i>	9
2.4. <i>Registro de zonas protegidas</i>	9
<b>3. TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>11</b>
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i>	11
4.2. <i>Hidroquímica del embalse</i>	14
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	15
4.4. <i>Zooplancton</i>	19
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>21</b>
<b>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....</b>	<b>22</b>
<b>ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

---

### ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

<b>Figura 1.</b> Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2018-2019. ....	9
<b>Figura 2.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse. ....	10
<b>Figura 3.</b> Perfiles verticales de temperatura y pH .....	11
<b>Figura 4.</b> Perfiles verticales de la extinción luminosa y el oxígeno disuelto.....	12
<b>Figura 5.</b> Perfiles verticales de la conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica .....	13
<b>Figura 6.</b> Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> Vista de la cola del embalse.....	28
<b>Figura 8.</b> Vista del punto de acceso al embalse.....	28

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse del Ebro .....	8
<b>Tabla 2.</b> Concentración de los diferentes nutrientes analizados en las muestras integradas.....	14
<b>Tabla 3.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
<b>Tabla 4.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
<b>Tabla 5.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	19
<b>Tabla 6.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	20
<b>Tabla 7.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	21
<b>Tabla 8.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.....	21
<b>Tabla 9.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	22
<b>Tabla 10.</b> Combinación de los indicadores.....	23
<b>Tabla 11.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro.....	23
<b>Tabla 12.</b> Valores de referencia propios del tipo ( $VR_i$ ) y límites de cambio de clases de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015). ....	24
<b>Tabla 13.</b> Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	25
<b>Tabla 14.</b> Combinación de los indicadores.....	25
<b>Tabla 15.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse del Ebro. ....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse del Ebro durante los muestreos de 2019 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 de 2019, correspondiente al año hidrológico 2018-2019).

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 experimental”, tras la aplicación de los indicadores biológicos, propuestos en la MEMORIA DEL ESTUDIO, y fisicoquímicos, propuestos en la Directiva Marco del Agua.
- Clasificación del “Potencial Ecológico normativo”, 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 hm<sup>3</sup>, 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

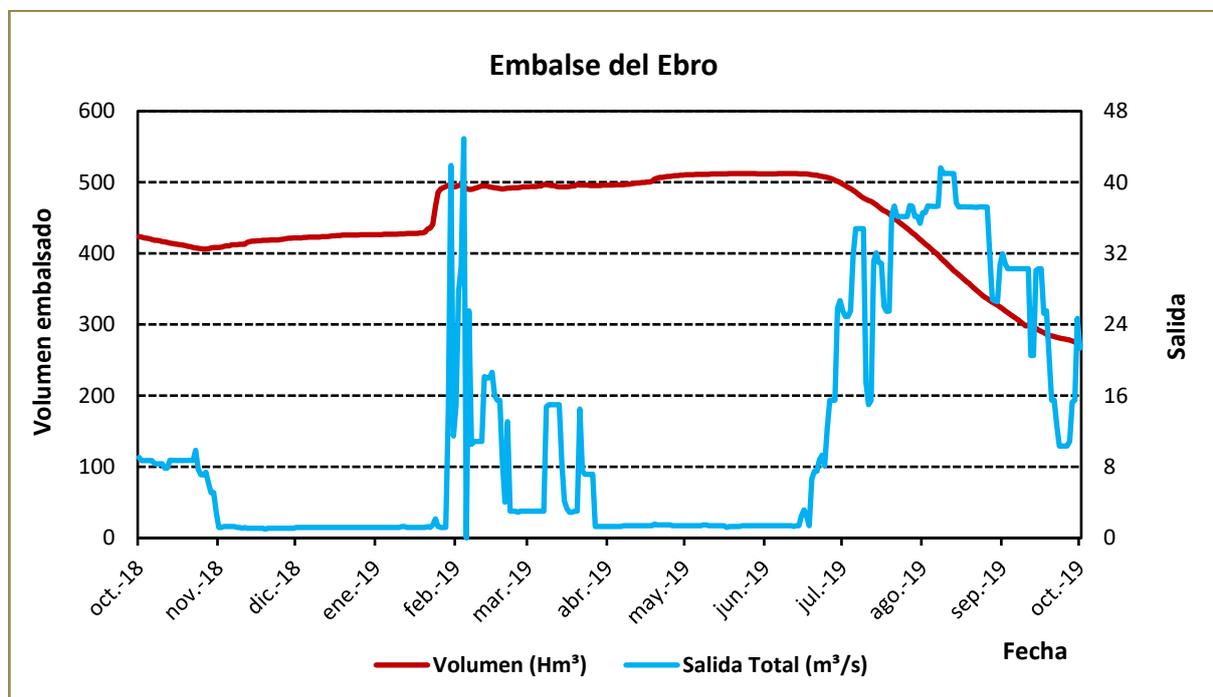
Superficie de la cuenca	466 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	540 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	540 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	300 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	6253 ha
Cota máximo embalse normal	839 msnm

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. En el momento del muestreo no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 10,5 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, muy similar a la estimación mediante el Disco de Secchi de 11,1 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse del Ebro para el año hidrológico 2018-2019 fue de 15,45 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2018-2019.



**Figura 1.** Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2018-2019.

### 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 16 de Julio de 2019, en las 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 fitoplancton y zooplancton.

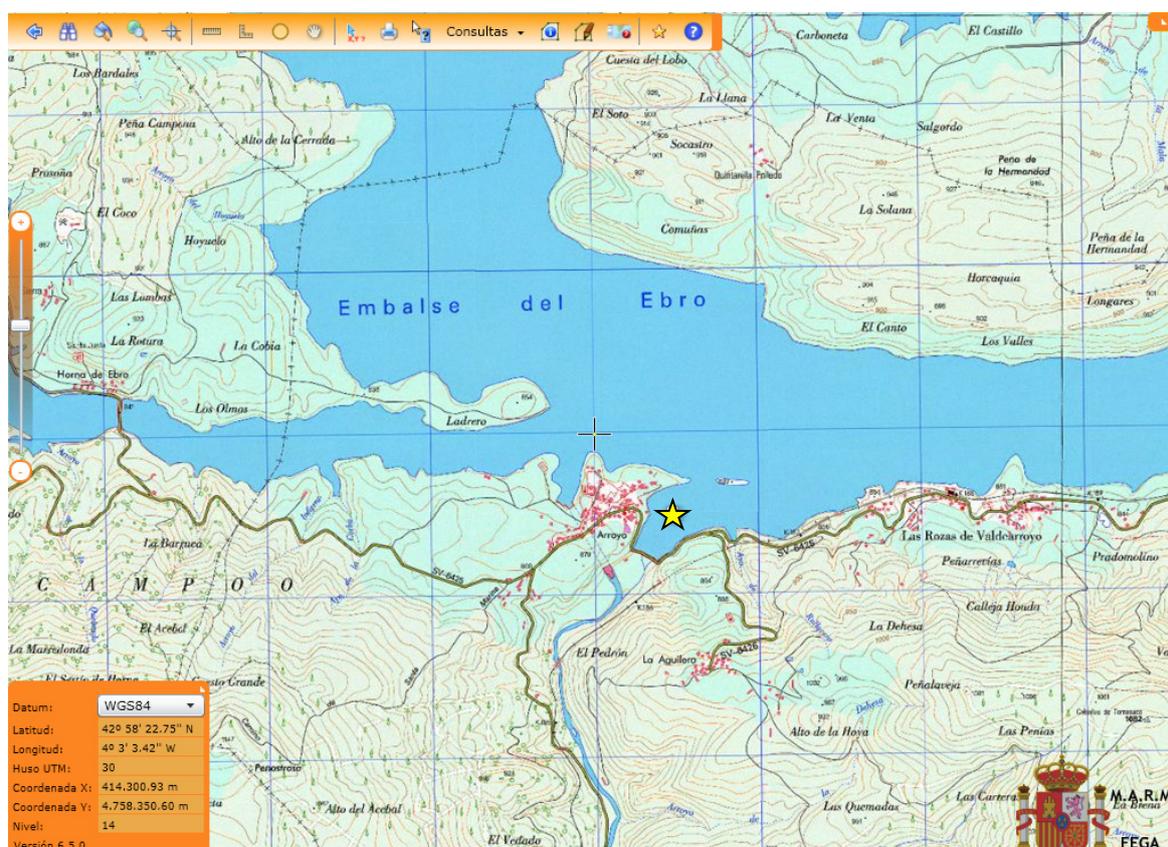
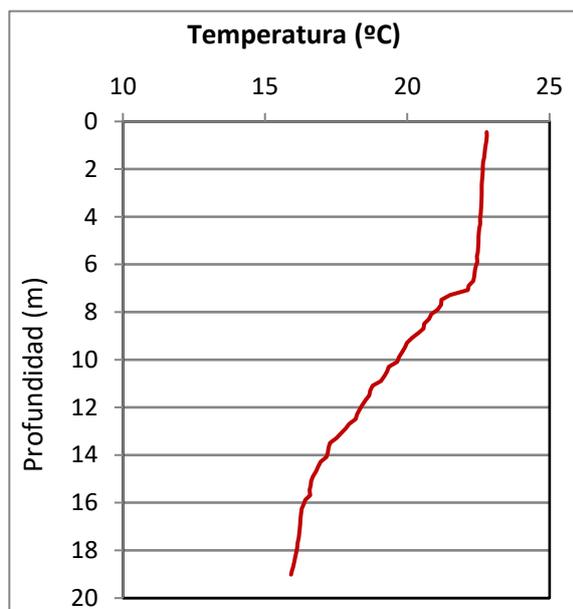


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

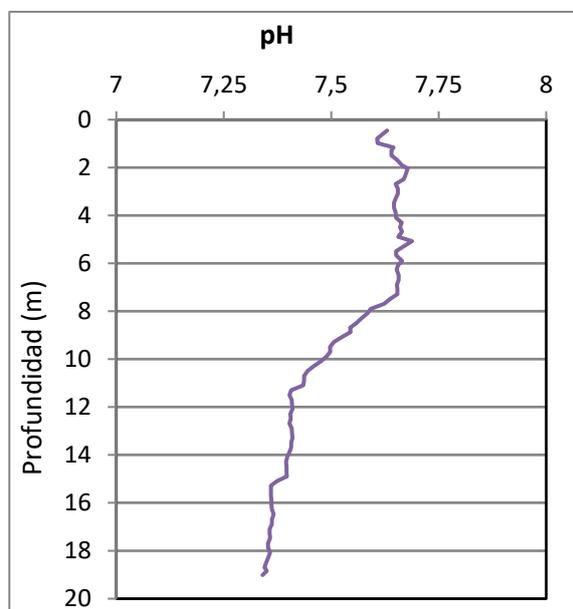
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

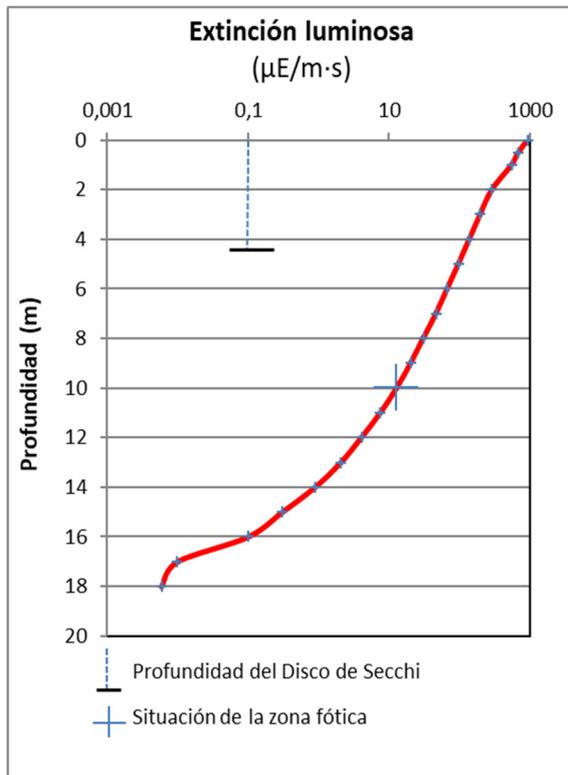


La temperatura del agua oscila entre los 15,91 °C – en el fondo- y los 22,80 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2019) no existe termoclina.



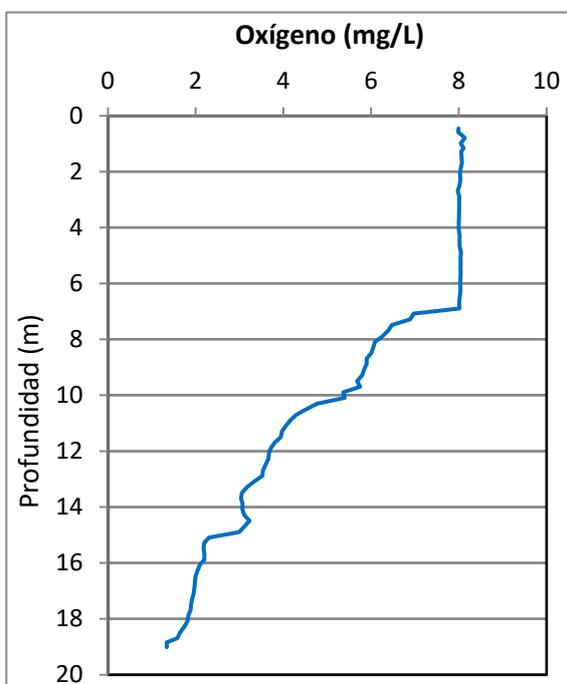
El pH del agua en superficie es 7,63, aunque el máximo epilimnético se sitúa a 5 m de profundidad con un valor de 7,69. El mínimo hipolimnético estival se sitúa en el fondo del embalse con un valor de pH de 7,34.

Figura 3. Perfiles verticales de temperatura y pH.



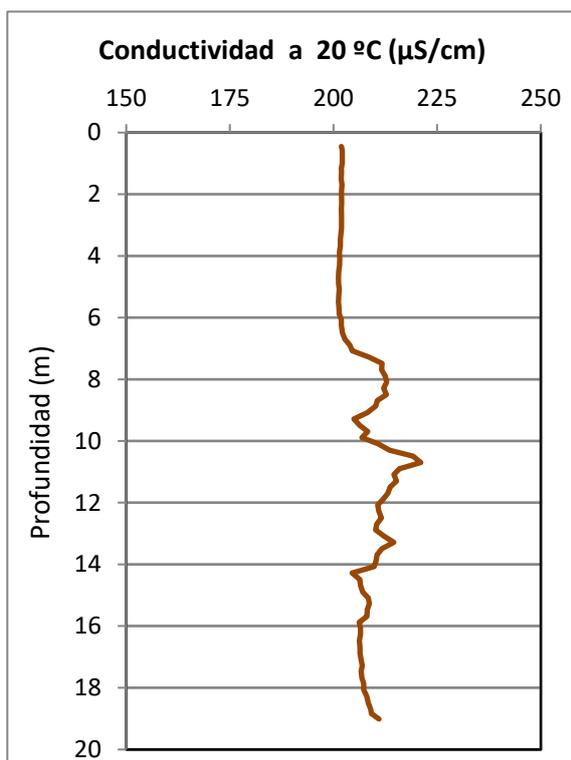
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,5 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 11,1 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 10,5 m, por lo que a efectos de muestreo se considera este espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 10 m de profundidad) fue de 2,28 UAF.

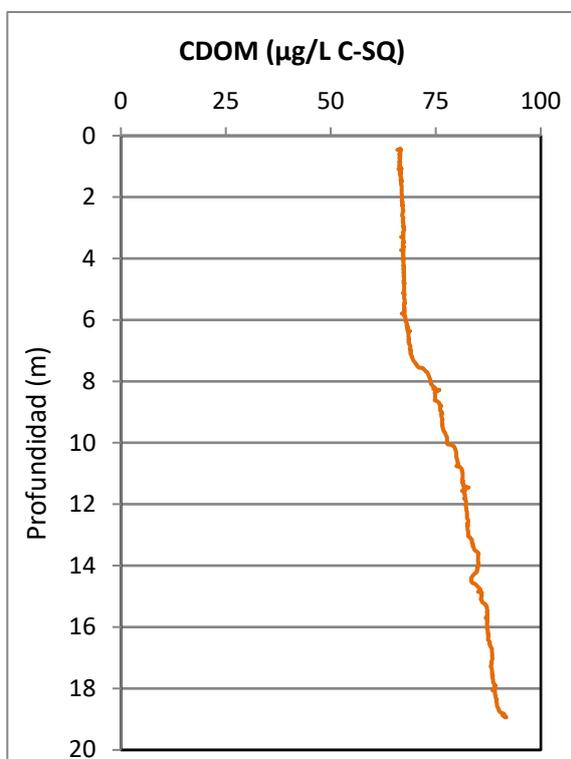


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en la zona epilimnética teórica (unos 7 m) alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,03 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ( $<2$  mg  $\text{O}_2/\text{L}$ ) cerca del fondo, a partir de los 17 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 202  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 211  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo del embalse. La conductividad es muy homogénea en toda la columna de agua, solo se registra un pequeño aumento de conductividad coincidente con los descensos de temperatura, oxígeno y pH, y que alcanza los 221  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



El CDOM del agua es de 66 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 91 QSE en el fondo. Valores máximo y mínimo del perfil vertical respectivamente.

**Figura 5.** Perfil vertical de la conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica.



## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2019 en la muestra integrada, se desprenden los resultados de la tabla 2.

**Tabla 2.** Concentración de los diferentes nutrientes -analizados en las muestras integradas.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	10,0
AMONIO	mg NH <sub>4</sub> /L	0,057
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	4,25
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	<0,10
NIO (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg N/L	0,14
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,37
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /L	0,60
ALCALINIDAD	meq/L	1,17

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis cuantitativo de fitoplancton se han identificado un total de 26 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

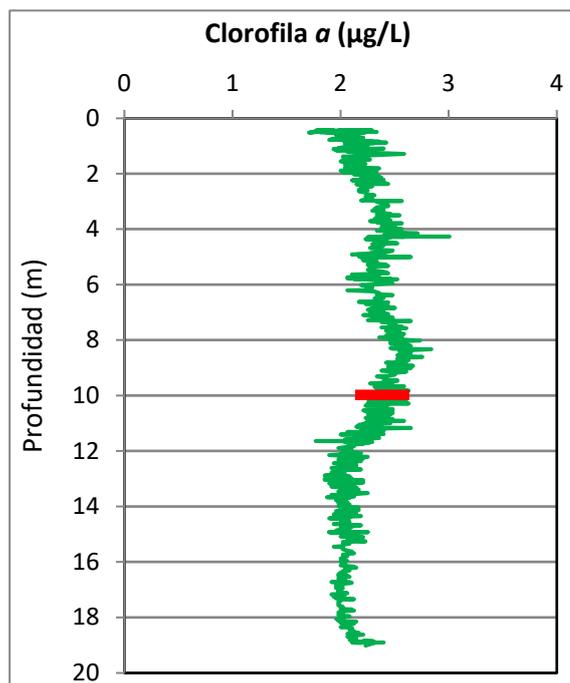
BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSTOPHYCEAE	3
SYNUROPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	7
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	5
CRYPTOPHYCEAE	6

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 3:

**Tabla 3.** Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	<b>nº cél./ml</b>	18419
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	<b>µm³/ml</b>	253080
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		1,02
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Cyanobacteria
<b>Nº células/ml</b>		17064
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Aphanothece</i> sp.
<b>Nº células/ml</b>		15619
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Cryptophyceae
<b>Nº células/ml</b>		139033
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Plagioselmis lacustris</i>
<b>Nº células/ml</b>		89844

La concentración de clorofila en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura 6 con una línea roja) fue de 2,34 µg/L.



**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, se muestran en la tabla 4:

**Tabla 4.** Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>			1
CYCLMENE0	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	3,78	2.991,64	
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata (=Lindavia ocellata)</i>	11,34	2.708,50	
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	15,62	11.370,71	1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	26,45	846,46	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	226,02	39.378,49	2
KEPHOVAL0	<i>Kephyrion ovale</i>	3,78	189,95	
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLAKRO0	<i>Mallomonas akrokomos</i>	7,56	2.785,87	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
BOTRBRAU0	<i>Botryococcus braunii</i>			1
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>	14,70	962,13	
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>	14,70	962,13	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
LOBOPLAN0	<i>Lobocystis planctonica</i>			1
MONONANU0	<i>Monoraphidium nanum</i>	7,56	185,49	
OOCYBORG0	<i>Oocystis borgei</i>			1
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	7,35	1.662,57	1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>			1
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus (=Scenedesmus linearis)</i>			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	44,10	1.477,84	1
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	30,23	2.176,61	
VOLVAURE0	<i>Volvox aureus</i>	32,16	3.636,87	1
	<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
CLOSTURG0	<i>Closterium turgidum var. borgei</i>			1
STAUCHAE0	<i>Staurastrum chaetoceras</i>			1
STAULONG0	<i>Staurastrum longipes</i>	1,84	11.293,06	1
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
ANABELEN0	<i>Anabaenopsis elenkinii</i>			1
APHAHOLS0	<i>Aphanocapsa holsatica</i>			3
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa sp.</i>	1.133,65	593,58	
APHANGEN0	<i>Aphanothece sp.</i>	15.619,10	11.776,53	
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>	37,79	2.473,25	1
DOLISPIR0	<i>Dolichospermum spiroides</i>	31,24	16.356,29	
EUCAALPI0	<i>Eucapsis alpina</i>			1
MERITENU0	<i>Merismopedia tenuissima</i>	241,85	218,82	1
WORONAEG1	<i>Woronichinia naegeliana</i>			1
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	7,56	18.064,95	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	11,34	6.458,15	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	7,56	10.534,06	
CRYPROST0	<i>Cryptomonas rostratiformis (=Cryptomonas curvata)</i>	0,92	4.808,75	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	665,08	89.844,20	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i>	215,39	9.323,16	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>			1
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLAGILO0	<i>Euglena agilis</i>			1
LEPOTEXT0	<i>Lepocinclis texta</i>			1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>31</b>	<b>17.071</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>256</b>	<b>40.415</b>	
	<b>TOTALES SYNUROPHYCEAE</b>	<b>8</b>	<b>2.786</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>151</b>	<b>11.064</b>	
	<b>TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE</b>	<b>2</b>	<b>11.293</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>17.064</b>	<b>31.418</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>908</b>	<b>139.033</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>18.419</b>	<b>253.080</b>	

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

#### 4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse del Ebro se han identificado un total de 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- Cladocera                    5
- Copepoda                   2
- Rotifera                     7

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 5:

**Tabla 5.** Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	10,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	68,08
BIOMASA TOTAL	µg/L	92,31
Diversidad Shannon-Wiener		2,87
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Copépodos
individuos/L		31,36
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Cyclops abyssorum</i>
individuos/L		24,62
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		44,40
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Daphnia pulicaria</i>
µg/L		32,88
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 18 m
CLADÓCEROS: 11,42 %	COPÉPODOS: 6,33 %	ROTÍFEROS: 82,25 %

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 la tabla 6:

**Tabla 6.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	(1 al 5)
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	1,54	2,00	
CERIDUBI0	<i>Ceriodapnia dubia</i>			1
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	0,96	3,65	1
DAPHPULI0	<i>Daphnia pulicaria</i>	8,65	32,88	1
DIAPBRAC0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0,96	2,40	1
SIDACRYSO	<i>Sida crystallina</i>	0,19	3,46	1
	<b>COPÉPODOS</b>			
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	24,62	10,98	1
EUDIVULG0	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	6,73	32,60	1
MACRALBI0	<i>Macrocyclops albidus</i>			1
THERDYBO0	<i>Thermocyclops dybowskii</i>			1
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	3,08	2,31	1
CONOCGEN0	<i>Conochilus unicornis</i>			1
KERACOCHO	<i>Keratella cochlearis</i>	0,38	0,02	1
LECALUNI0	<i>Lecane lunaris</i>	0,19	0,01	1
PLOELENTO	<i>Ploesoma hudsoni</i>			1
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	5,38	0,27	
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>	10,38	0,47	3
SYNCPETO	<i>Synchaeta pectinata</i>	3,65	1,21	2
TRICSIMI0	<i>Trichocerca similis</i>	1,35	0,03	1
TRICCYLI0	<i>Trichocerca cylindrica</i>			1
	<b>Total Cladóceros</b>	12,31	44,40	
	<b>Total Copépodos</b>	31,35	43,58	
	<b>Total Rotíferos</b>	24,42	4,33	
	<b>Total</b>	68,08	92,31	

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

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 7 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 7.** 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
<b>VALOR PROMEDIO FINAL</b>	<b>&lt; 1,8</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</b>

En la tabla 8 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 para cada campaña de muestreo.

**Tabla 8.** Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	4,25	Oligotrófico
CLOROFILA a	2,34	Oligotrófico
DISCO SECCHI	4,45	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	18419	Eutrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>2,50</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, tanto el fósforo total (PT) como la transparencia y la concentración de clorofila *a* clasifican el embalse como oligotrófico, mientras la densidad algal indica que estamos ante un embalse eutrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el muestreo del embalse del EBRO ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### a) Aproximación experimental (PE<sub>exp</sub>)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 9, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 9.** Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	< 10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	
		Biomasa algal, Clorofila a (µg/L)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	< 0,5	0,5-2	2-8	>8	
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	> 3	2-3	1-2	<1	
		<i>Trophic Index (TI)</i>	< 2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25	
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	> 3,4	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8	
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&lt; 2,6</b>	<b>2,6 - 3,4</b>	<b>3,4 - 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</b>	
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /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
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)</b>			<b>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Moderado</b>		
			<b>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 - 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</b>		

(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 asignando la calificación del elemento de menor puntuación o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

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 10:

**Tabla 10.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 11 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 11.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cél./ml)	18419	Deficiente
		Clorofila a (µg/L)	2,34	Bueno o superior
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,25	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,13	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,99	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	3,19	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	8,26	Moderado
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,45	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,23	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	4,25	Bueno
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO P<sub>Exp</sub></b>				<b>MODERADO</b>

## b) Aproximación normativa (*PE<sub>norm</sub>*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B<sup>+</sup>/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 12 y 13, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 12.** Valores de referencia propios del tipo (VR<sub>t</sub>) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR <sub>t</sub>	B <sup>+</sup> /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,36	0,189	0,126	0,063
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,10	0,974	0,649	0,325
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,908	0,607	0,303
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 12	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,63	0,175	0,117	0,058
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,50	0,929	0,619	0,31
			Porcentaje de cianobacterias	0,10	0,686	0,457	0,229
Tipo 13	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,43	0,261	0,174	0,087
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,10	0,979	0,653	0,326
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,931	0,621	0,31

**Tabla 13.** Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>&gt; 0,6</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /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
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 – 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</b>		

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 14.

**Tabla 14.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 15 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<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

**Tabla 15.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PE<sub>norm</sub>*) del embalse del Ebro para el muestreo de junio.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	2,34	1,11	1,08	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,25	3,00	2,25	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>1,66</b>
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	14,30	0,966	0,59	Deficiente
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	6,46	0,94	0,91	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>0,75</b>
<b>Media global</b>						<b>1,21</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>2,0</b>			<b>BUENO O SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,45			Bueno	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,23			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	4,25			Bueno	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3,0</b>			<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 7.** Vista de la cola del embalse



**Figura 8.** Vista del punto de acceso