



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2016

ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO VS. ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DEL EBRO



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO





ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO VS. ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

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 de Ecología. Director del Estudio.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

89.000,00 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DEL EBRO

AÑO DE EJECUCIÓN:

2016

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2016



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

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

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2016). Establecimiento de una metodología para el seguimiento del potencial ecológico vs. estado trófico de los embalses de la cuenca del Ebro. 212 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
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....	7
2.1. Ámbito geológico y geográfico	7
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	8
2.3. Usos del agua	9
2.4. Registro de zonas protegidas	9
3. TRABAJOS REALIZADOS	10
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	11
4.2. Hidroquímica del embalse	14
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	15
4.4. Zooplancton	21
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	24
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	25
7. COMPARATIVA VERANO-OTOÑO	30
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 2015-2016.	9
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.	10
Figura 3. Perfiles verticales de la temperatura y pH.	11
Figura 4. Perfiles verticales de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.	12
Figura 5. Perfiles verticales de conductividad	13
Figura 6. Perfiles verticales de clorofila <i>a</i>	16
Figura 7. Vista de la presa del embalse	32
Figura 8. Vista del punto de acceso al embalse	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse del Ebro	8
Tabla 2. Concentración de los diferentes nutrientes analizados en las muestras integradas.	14
Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.	15
Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en verano.	16
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en otoño.	18
Tabla 6. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.	21
Tabla 7. Composición detallada de la comunidad de zooplancton en verano.	22
Tabla 8. Composición detallada de la comunidad de zooplancton en otoño.	23
Tabla 9. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	24
Tabla 10. Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.	24
Tabla 11. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	25
Tabla 12. Combinación de los indicadores.	26
Tabla 13. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro.	26
Tabla 14. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clases de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).	27
Tabla 15. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	28
Tabla 16. Combinación de los indicadores.	28
Tabla 17. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse del Ebro en verano.	29
Tabla 18. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse del Ebro en otoño.	29



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse del Ebro durante los muestreos de 2016 tanto en verano como en otoño 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 2016, correspondiente al año hidrológico 2015-2016).

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 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 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	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. Existe termoclina en el muestreo de verano, entre los 11 y los 14 metros de profundidad, en otoño ya no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica en verano, se encuentra a 8,8 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 11,25 m. Mientras que en otoño las medidas son mucho más parecidas, siendo el límite inferior de la capa fótica de 4 m según el medidor fotoeléctrico y de 3,5 según el Disco de Secchi.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse del Ebro para el año hidrológico 2015-2016 fue de 11,46 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2015-2016.

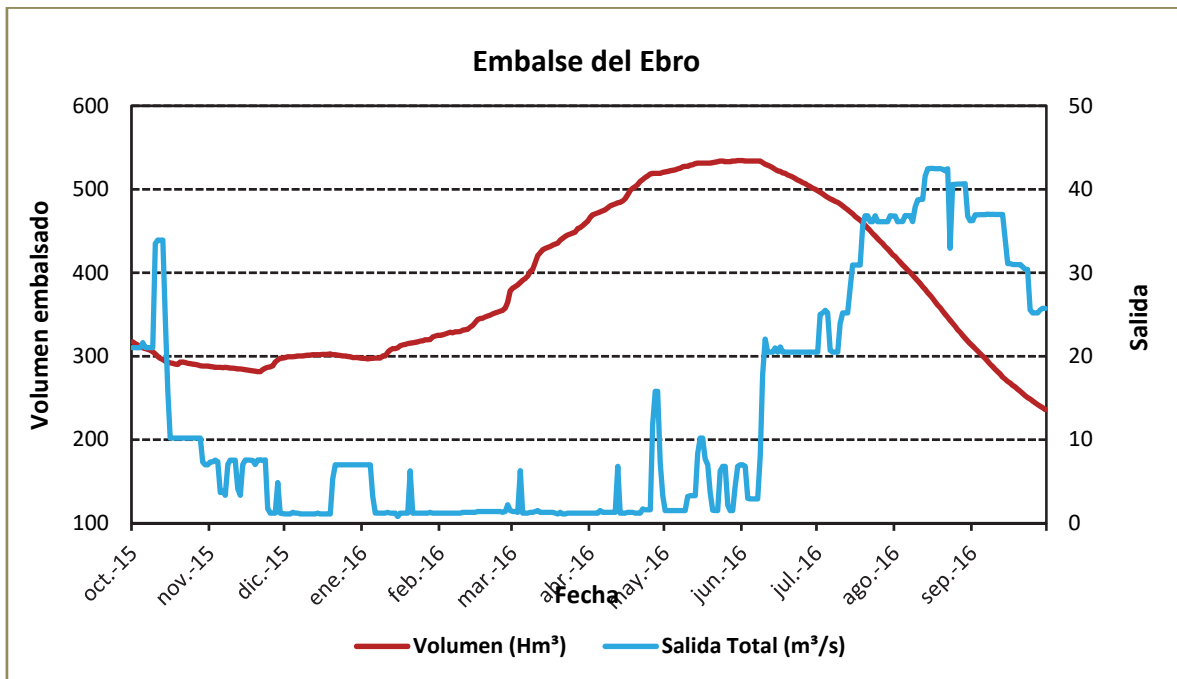


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016.

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 han completado dos campañas de muestreo, una en verano el 22 de Junio de 2016 y otra en otoño el 19 de septiembre de 2016, 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.

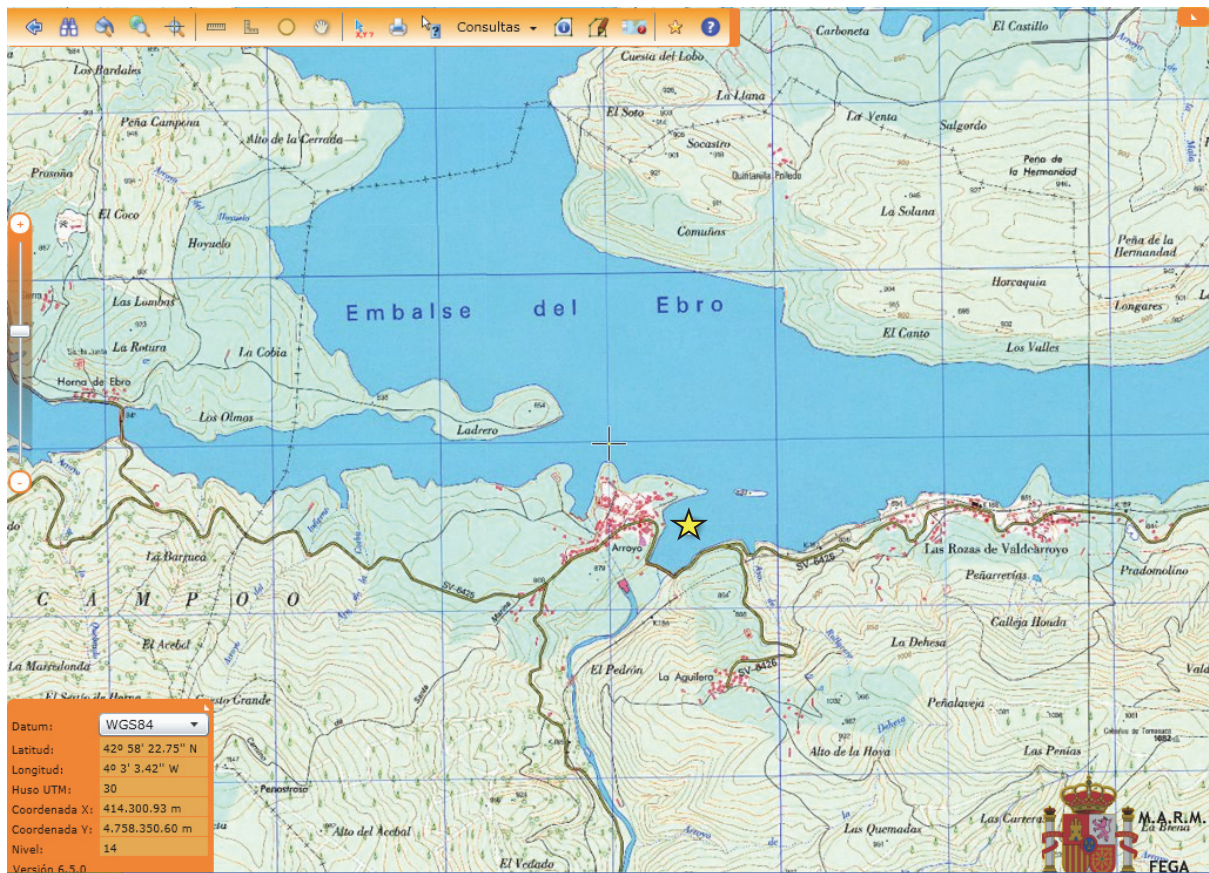
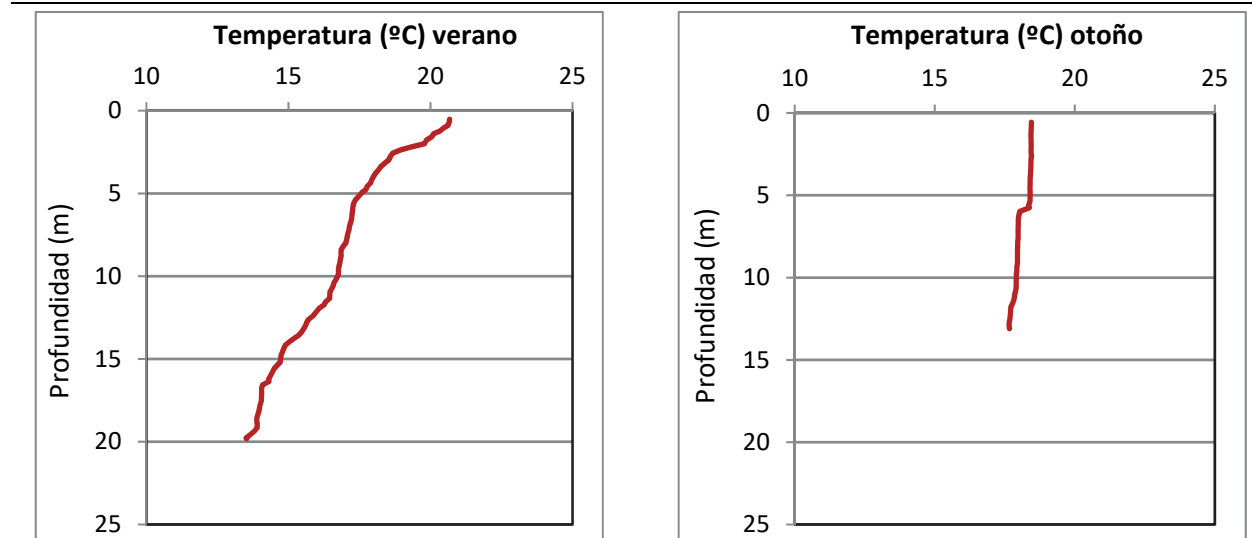


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

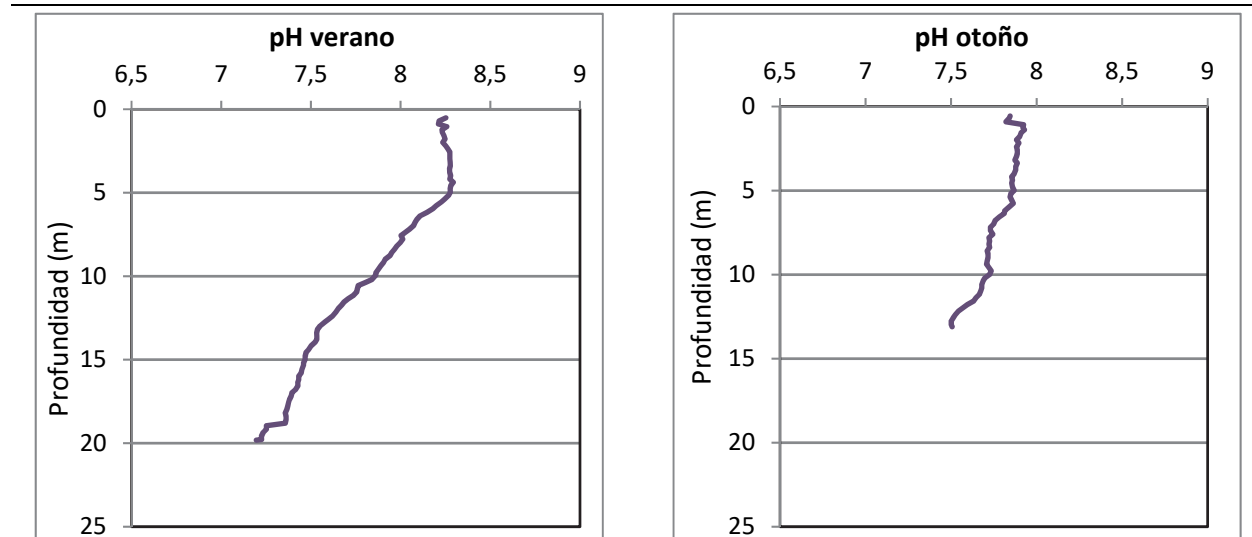
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

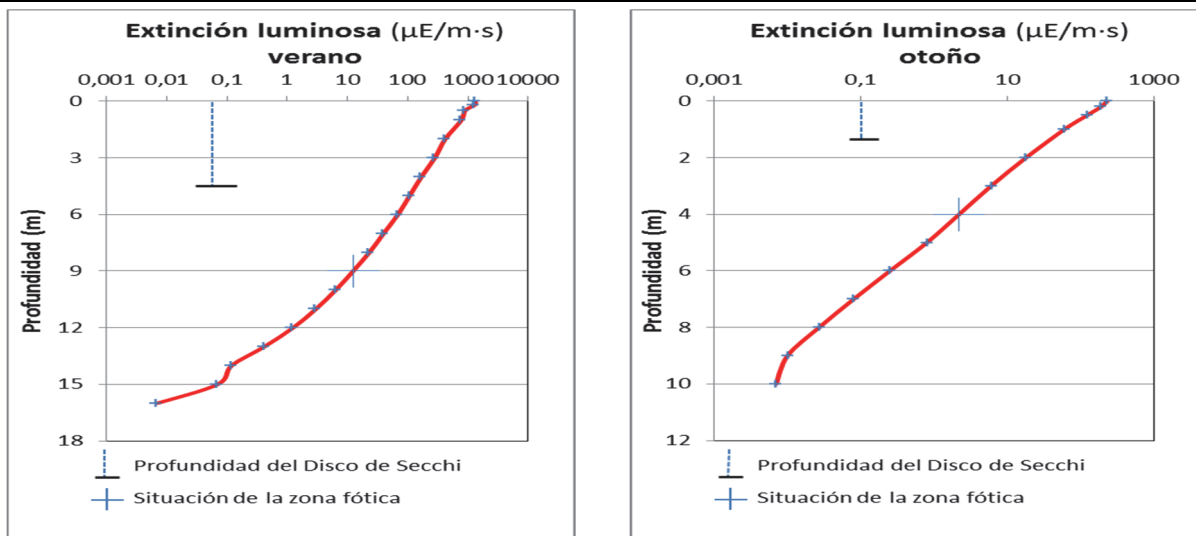


La temperatura del agua en verano oscila entre los 13,65 °C en el fondo y los 20,67 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (22 Junio 2016) la termoclina se sitúa entre los 11 y los 14 m de profundidad. En otoño ya se ha producido la mezcla, no existe termoclina y la temperatura es mucho más homogénea a lo largo del perfil, siendo de 18,45 °C en superficie y de 17,67 °C en el fondo.



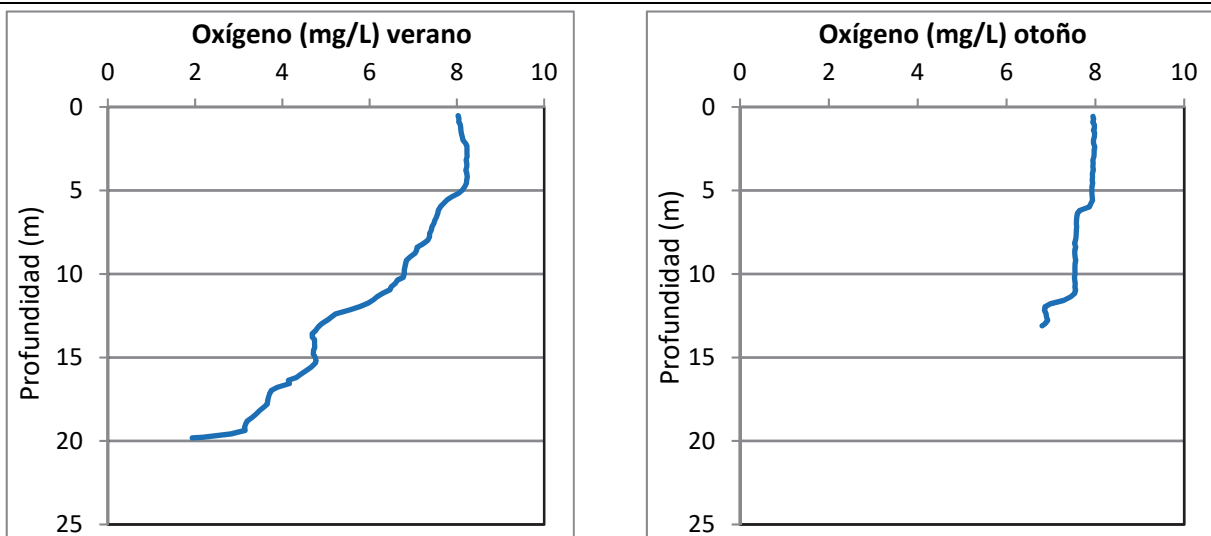
En verano el pH del agua en superficie es de 8,25 y, en el fondo de 7,22. En otoño el pH varía entre los 7,85 en superficie y los 7,5 del fondo, presentando un valor máximo de 7,92 a 1 m de profundidad.

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



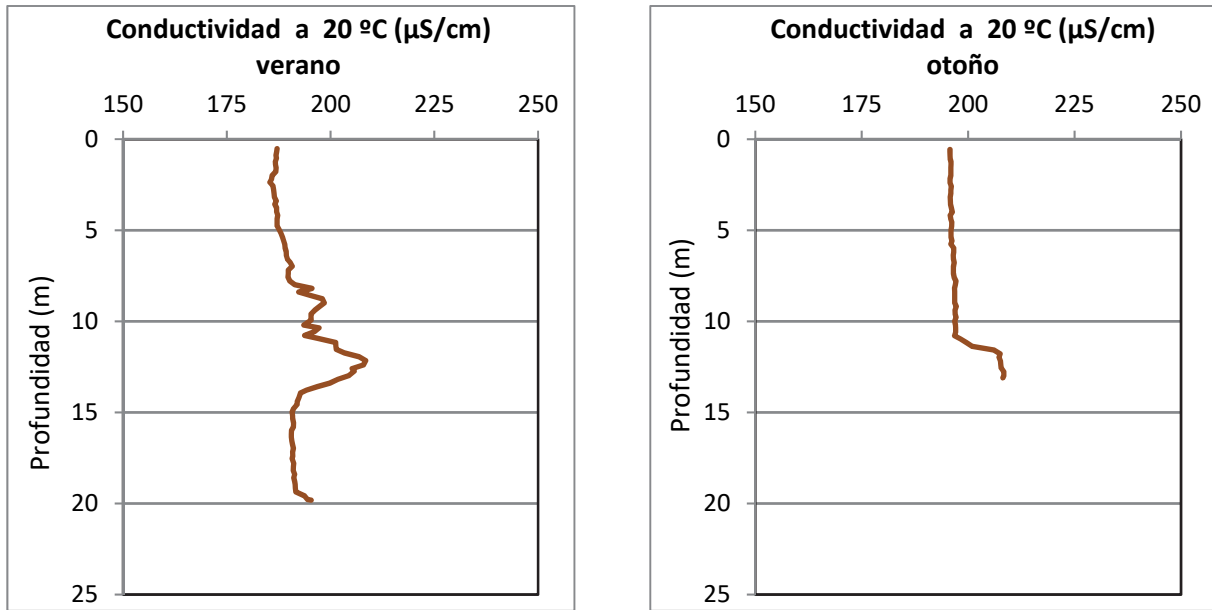
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 4,5 m en verano y de tan solo 1,4 m en otoño, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 11,25 m en verano y de solo 3,5 m en otoño. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico en verano es de 8,8 m y en otoño de 4 m, por lo que a efectos de muestreo se consideran estos espesores de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica fue de 2,89 UAF en verano y de 6,99 UAF en otoño.



En verano las condiciones de oxigenación de la columna de agua en la zona epilimnética alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,63 mg/L, mientras que en el hipolimnion solo se alcanzan los 3,84 mg/L. Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en otoño alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,64 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$) en ninguno de los dos muestreos.

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



En verano la conductividad del agua es de 187 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 193 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. Se observa un aumento paulatino de la conductividad hasta los 12 m, donde se encuentra el valor máximo con 208 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En otoño el perfil de conductividad es muy constante y varía muy poco entre superficie, 195 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y fondo, 208 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5. Perfiles verticales de conductividad.



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en las campañas de 2016 en las muestras integradas, se desprenden los resultados de la tabla 2.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VERANO	OTOÑO
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	9,0	6,0
AMONIO	mg NH ₄ /L	0,028	0,040
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	13,54	26,48
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	0,50	6,72
NIO (NO ₃ + NO ₂)	mg N/L	0,20	0,08
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,45	0,43
SÍLICE	mg SiO ₂ /L	1,44	1,20
ALCALINIDAD	meq/L	1,24	1,24



4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 28 especies en verano y 40 en otoño, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

	VERANO	OTOÑO
BACILLARIOPHYCEAE	5	6
CHRYSOPHYCEAE	1	-
SYNUROPHYCEAE	1	1
XANTHOPHYCEAE	-	1
CHLOROPHYTA	9	16
ZYGNEMATOPHYCEAE	1	1
CYANOBACTERIA	3	7
CRYPTOPHYCEAE	6	6
DINOPHYCEAE	2	1
EUGLENOPHYCEAE	-	1

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 3 y la composición detallada en las tablas 4 y 5.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES VERANO	VALORES OTOÑO
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cél./ml	1415	2859
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	323804	937858
Diversidad Shannon-Wiener		2,94	3,55
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cryptophyceae	Cyanobacteria
Nº células/ml		737	1654
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Merismopedia warmingiana</i>	<i>Dolichospermum planctonicum</i>
Nº células/ml		393	1038
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Cryptophyceae	Cyanobacteria
µm³/ml		175569	530239
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cryptomonas erosa var. reflexa</i>	<i>Dolichospermum planctonicum</i>
µm³/ml		90324	518226

La concentración de clorofila fue en la muestra integrada de verano fue de 2,26 µg/L, mientras que en otoño fue de 4,99 µg/L. Las profundidades de las muestras integradas se han indicado en la figura con una línea roja.

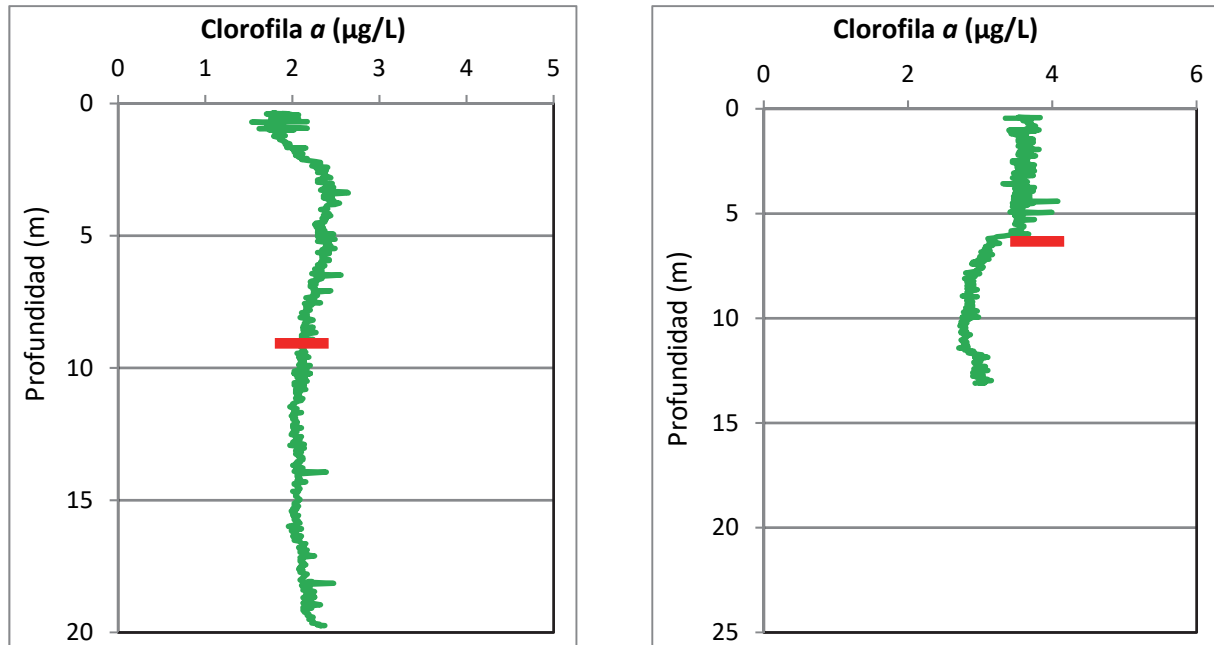


Figura 6. Perfiles verticales de clorofila a.

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 con los datos del muestreo de verano y en la tabla 5 con los datos del muestreo de otoño:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en verano.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>			2
AULAAMBI0	<i>Aulacoseira ambigua</i>	1,89	1228,71	2
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (=Lindavia ocellata)	3,78	902,83	
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa)	9,45	8777,56	1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ACHNMINU0	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)	3,78	94,47	
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>			1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	1,89	746,09	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	32,12	1027,85	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>			1
	SYNUROPHYCEAE			
MALLAKRO0	<i>Mallomonas akrokomos</i>	5,67	2089,40	
	CHLOROPHYTA			
ANKYJUDA0	<i>Ankyra</i> sp.	58,57	2108,44	
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>	7,56	494,65	2
COELPSEU0	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>			2
LOBOPLAN0	<i>Lobocystis planctonica</i> (=Dictyosphaerium palnctonicum)	15,12	4216,79	2
MONONANU0	<i>Monoraphidium nanum</i>	7,56	185,49	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	7,56	443,21	1
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	32,12	7265,41	1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>			1
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)	3,78	142,46	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	34,01	1139,67	2
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	15,12	1088,31	1
VOLVAURE0	<i>Volvox aureus</i>			2
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
CLOSTURG0	<i>Closterium turgidum</i> var. <i>borgei</i>			1
STAU LONG0	<i>Staurastrum longipes</i>	1,89	11611,90	1
	CYANOBACTERIA			
ANABFLOS0	<i>Anabaena flos-aquae</i> (= Dolichospermum flos-aquae)	11,34	1282,13	2
ANABELEN0	<i>Anabaenopsis elenkinii</i>			2
DOLICRAS0	<i>Dolichospermum crassum</i>	28,34	14839,49	
DOLIPLAN0	<i>Dolichospermum planctonicum</i> (=Anabaena planctonica)			1
MERISGEN0	<i>Merismopedia</i> sp.			1
MERIWARMO	<i>Merismopedia warmingiana</i>	393,00	205,77	
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>			2
WORONAEG1	<i>Woronichinia naegeliana</i>			3
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	37,79	90324,76	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	7,56	4305,43	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	9,45	13167,57	
CRYPROST0	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (=Cryptomonas curvata)	0,94	4944,52	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	362,77	49005,93	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	319,31	13821,17	1
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	1,89	82643,34	1
GYMNHELVO	<i>Gymnodinium helveticum</i>	0,94	7790,73	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
PERIWILLO	<i>Peridinium willei</i>			1
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLAGILO	<i>Euglena agilis</i>			1
EUGLEGENO	<i>Euglena</i> sp.			1
LEPOTEXT0	<i>Lepocinclis texta</i>			1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	20,78	11749,66	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	32,12	1027,85	
	TOTALES SYNUROPHYCEAE	5,67	0,00	
	TOTALES CHLOROPHYTA	181,38	17084,44	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	1,89	11611,90	
	TOTALES CYANOBACTERIA	432,68	16327,39	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	737,82	175569,38	
	TOTALES DINOPHYCEAE	2,83	90434,07	
	TOTALES ALGAS	1415,18	323804,68	

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

Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en otoño.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	44,87	34256,96	2
AULGRANG2	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	6,89	2770,95	1
AULAAMBIO	<i>Aulacoseira ambigua</i>	42,51	38395,84	1
CYCLATOM0	<i>Cyclotella atomus</i>	108,64	4607,66	
CYCLOCELO	<i>Cyclotella ocellata</i> (= <i>Lindavia ocellata</i>)	11,81	2821,36	
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i> (= <i>Lindavia radiosa</i>)			1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
CYMAELLI0	<i>Cymatopleura elliptica</i>			1
FRAGCROTO	<i>Fragilaria crotonensis</i>	9,45	6877,50	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>			1
	SYNUROPHYCEAE			
MALLELLO0	<i>Mallomonas elongata</i>			1
MALLTONS0	<i>Mallomonas tonsurata</i>	0,57	1125,70	
	XANTHOPHYCEAE			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	14,17	1335,55	
	CHLOROPHYTA			
ANKYJUDA0	<i>Ankyra judayi</i>			1
ANKYJUDA0	<i>Ankyra</i> sp.	47,24	1700,36	
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	2,36	772,89	
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>			1
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>	9,45	618,31	1
COELPSEU0	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>			2
	<i>Coelastrum reticulatum</i> var. <i>cubanum</i>	75,58	13573,19	
CRUCRECT0	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	6,89	441,01	
DIDYFINA0	<i>Didymocystis fina</i>	4,72	49,46	
ELAKGELA0	<i>Elakathrix gelatinosa</i>			1
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	4,72	122,43	
MONOKOMA0	<i>Monoraphidium komarkovae</i>			1
MONOMINU0	<i>Monoraphidium minutum</i>	11,81	289,83	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	28,34	1662,02	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	4,72	1068,44	1
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>	75,58	18894,22	2
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i> (= <i>Monactinus simplex</i>)	75,58	9447,11	1
SCENOBTU0	<i>Scenedesmus obtusus</i>	13,78	2164,80	1
SCENSEMP0	<i>Scenedesmus sempervirens</i>			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	118,09	3957,20	1
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	18,89	1360,38	
VOLVAURE0	<i>Volvox aureus</i>	4,72	848,32	1
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
STAULONG0	<i>Staurastrum longipes</i>	1,15	7058,16	1
	CYANOBACTERIA			
ANABFLOS0	<i>Anabaena flos-aquae</i> (= <i>Dolichospermum flos-aquae</i>)			1
APHAGRAC0	<i>Aphanizomenon gracile</i>	32,73	3856,06	2
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	118,09	61,83	
DOLIPLAN0	<i>Dolichospermum planctonicum</i> (= <i>Anabaena planctonica</i>)	1038,21	518226,18	2
MERIWARMO	<i>Merismopedia warmingiana</i>	151,15	79,14	4
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>	203,11	2871,44	3
WORONAEG1	<i>Woronichinia naegeliana</i>	101,56	5104,78	2



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
WORONGEN0	<i>Woronichinia</i> sp.	9,45	39,57	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	70,85	169358,93	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	2,36	1345,45	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>			1
CRYPHAS0	<i>Cryptomonas phaseolus</i>	9,45	1958,81	
CRYPROST0	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (=Cryptomonas curvata)	0,57	3005,47	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	373,16	50409,74	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	4,72	204,46	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	0,57	25116,90	1
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLOXYU0	<i>Euglena oxyuris</i>			1
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.			1
LEPOTEXT0	<i>Lepocinclis texta</i>			1
PHACLONG0	<i>Phacus longicauda</i>			1
PHACPLEU0	<i>Phacus pleuronectes</i>			1
PHACTORT0	<i>Phacus tortus</i>			1
TRACHISP0	<i>Trachelomonas hispida</i>			1
TRACHGEN0	<i>Trachelomonas</i> sp.	0,57	0,00	
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	224,17	89730,27	
	TOTALES SYNUROPHYCEAE	0,57	1125,70	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	14,17	1335,55	
	TOTALES CHLOROPHYTA	502,48	56969,99	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	1,15	7058,16	
	TOTALES CYANOBACTERIA	1654,30	530239,01	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	461,12	226282,86	
	TOTALES DINOPHYCEAE	0,57	25116,90	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	0,57	0,00	
	TOTALES ALGAS	2859,11	937858,43	

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 8 especies en el muestreo de verano y 11 en el muestreo de otoño, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

	VERANO	OTOÑO
Cladocera	1	5
Copepoda	2	2
Rotifera	5	4

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 6:

Tabla 6. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES VERANO	VALORES OTOÑO
PROFUNDIDAD	m	9,0	6,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	75,19	180,96
BIOMASA TOTAL	µg/L	62,69	128,62
Diversidad Shannon-Wiener		1,81	2,19
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos	Rotíferos
	individuos/L	55,38	109,04
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>	<i>Polyarthra dolichoptera</i>
	individuos/L	43,65	92,31
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Copépodos	Copépodos
	µg/L	42,38	91,83
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>
	µg/L	41,12	68,33
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 20 m	0 - 13 m
VERANO	CLADÓCEROS: 1,44 %	COPÉPODOS: 33,08 %	ROTÍFEROS: 65,48 %
OTOÑO	CLADÓCEROS: 7,22 %	COPÉPODOS: 43,62 %	ROTÍFEROS: 49,12 %



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 7 los datos de verano y en la tabla 8 los datos de otoño:

Tabla 7. Composición detallada de la comunidad de zooplancton en verano.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
DAPHPULI0	<i>Daphnia pulicaria</i>	3,85	14,62	1,29
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>			0,15
	COPÉPODOS			
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	0,96	1,27	5,00
EUDIVULG0	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	15,00	41,12	28,08
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>			0,08
CONOCGEN0	<i>Conochilus unicornis</i>	2,88	0,29	13,40
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	0,38	0,02	0,68
POLYDOLIO	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	43,65	2,23	45,57
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	8,27	2,75	5,75
TRICTETRO	<i>Trichotria tetractis</i>	0,19	0,01	
	Total Cladóceros	3,85	14,62	1,44
	Total Copépodos	15,96	42,38	33,08
	Total Rotíferos	55,38	5,29	65,48
	Total	75,19	62,29	100



Tabla 8. Composición detallada de la comunidad de zooplancton en otoño.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	0,77	1,00	0,35
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	10,00	12,00	4,75
CHYDSPHA0	<i>Chydorus sphaericus</i>	0,19	0,29	
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	1,73	6,58	0,98
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	4,04	10,10	1,14
	COPEÓDOS			
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	23,65	23,50	34,52
EUDIVULG0	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	31,54	68,33	9,10
	ROTÍFEROS			
ANURFISS0	<i>Anuraeopsis fissa</i>			0,31
CONOCGEN0	<i>Conochilus unicornis</i>			0,86
FILILONG0	<i>Filinia longiseta</i>	0,19	0,01	1,26
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	92,31	4,71	39,47
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	16,15	2,10	6,20
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>			0,63
TRICCYLI0	<i>Trichocerca cylindrica</i>	0,38	0,01	0,39
	Total Cladóceros	16,73	29,96	7,22
	Total Copépodos	55,19	91,83	43,62
	Total Rotíferos	109,04	6,83	49,12
	Total	180,96	128,62	100

En los siguientes apartados se procederá al diagnóstico del estado trófico y potencial ecológico tanto normativo como experimental. Aunque la Directiva Marco del Agua exige que si solo se realiza un muestreo anual este se haga en el período más desfavorable, es decir, durante los meses de verano cuando en los embalses en estado deficiente se pueden producir floraciones persistentes, aquí calcularemos el estado trófico i potencial ecológico para los dos muestreos realizados. Sin embargo en la memoria general se han utilizado solo los resultados de los muestreos de verano.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 9 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 9. 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	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

En la tabla 10 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 10. Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.

MUESTREO	VERANO		OTOÑO	
	VALOR	ESTADO TRÓFICO	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	13,54	Mesotrófico	26,48	Mesotrófico
COLOROFILA a	2,26	Oligotrófico	4,99	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,50	Oligotrófico	1,40	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	1415	Mesotrófico	2859	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,50	OLIGOTRÓFICO	3,25	MESOTRÓFICO

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

Atendiendo a los criterios seleccionados, en otoño tanto el fósforo total (PT) como la concentración de clorofila a y la densidad algal clasifican el embalse como mesotrófico, mientras que la transparencia establece para el embalse un estado de eutrofia. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el muestreo de otoño del embalse del EBRO ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 11, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 11. 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 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵	
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm ³ /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		
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			< 2,6	2,6 - 3,4	3,4 - 4,2	> 4,2	
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 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)			Muy bueno	Bueno	Moderado		
			< 1,6	1,6 - 2,4	> 2,4		

(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 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 12:

Tabla 12. 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 13 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 13. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro.

Indicador	Elementos	Parámetros	VERANO		OTOÑO	
			Valor	Potencial	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cél./ml)	1415	Moderado	2859	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	2,26	Bueno o superior	4,99	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,32	Bueno o superior	0,94	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,47	Bueno o superior	3,00	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,32	Moderado	3,17	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,45	Bueno o superior	3,07	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,00	Bueno o superior	7,78	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3,57	BUENO o SUPERIOR	3,00	MODERADO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,50	Bueno	1,40	Deficiente
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	3,84	Deficiente	7,64	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	13,54	Moderado	26,48	Moderado
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			4,0	MODERADO	4,0	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO			MODERADO		MODERADO	

b) Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B+/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 14 y 15, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 14. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) 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_t	B+/M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm ³ /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 15. 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 <i>a</i> (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm ³ /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	
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,6	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2	
			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 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
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			< 1,6	1,6 – 2,4	> 2,4		

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 16.

Tabla 16. 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 las tabla 17 y 18 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 para los muestreos de verano y otoño.

Tabla 17. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse del Ebro para el muestreo de verano.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,26	1,15	1,10	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,32	2,35	1,84	Bueno o superior
			Media				1,47
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,57	1,000	1,00	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	4,98	0,95	0,93	Bueno o superior
			Media				0,97
Media global						1,22	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,22			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,50			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	3,84			Deficiente	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	13,54			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				4,0		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			

Tabla 18. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse del Ebro para el muestreo de otoño.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	4,99	0,52	0,66	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,94	0,81	0,88	Bueno o superior
			Media				0,77
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	38,49	0,905	0,55	Deficiente
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	57,38	0,43	0,36	Deficiente
			Media				0,45
Media global						0,61	
INDICADOR BIOLÓGICO				0,61			BUENO o SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,40			Deficiente	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,64			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	26,48			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				4,0		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			

7. COMPARATIVA VERANO-OTOÑO

En el muestreo de verano el embalse se encontraba prácticamente al 100 % de su capacidad, con buena transparencia y una baja densidad de fitoplancton. Con estas condiciones los resultados para el estado trófico daban un embalse oligotrófico, pero el potencial ecológico tanto normativo como experimental clasificaban el embalse como moderado debido al indicador fisicoquímico, ya que el embalse se encontraba estratificado y el oxígeno se reducía hacia el fondo y los niveles de PT eran elevados.

En otoño la cantidad de agua embalsada se había reducido a la mitad y se había producido la mezcla de la columna de agua, aumentando la densidad de fitoplancton y la concentración de PT. Esto puede estar producido por la mezcla de la columna de agua después de la estratificación estival, que rinde disponibles los nutrientes del hipolimnion. Si bien ahora ha mejorado la concentración de oxígeno en el fondo, el aumento de la densidad de fitoplancton ha hecho que se reduzca fuertemente la transparencia del embalse. Así, mientras que en verano los principales limitantes del buen potencial ecológico eran el PT y el bajo oxígeno del fondo, ahora lo son la elevada densidad de fitoplancton, la poca transparencia y el PT, de modo que no solo se mantiene el potencial ecológico normativo y experimental en un estado moderado, sino que además el estado trófico ha empeorado, siendo para el muestreo de otoño mesotrófico.

El estado final obtenido para cada uno de los muestreos y para el valor promedio se muestra resumido en el cuadro siguiente:

	ESTADO TRÓFICO	INDICADOR FISICOQUÍMICO	POTENCIAL ECOLÓGICO (<i>PE_{exp}</i>)	POTENCIAL ECOLÓGICO (<i>PE_{norm}</i>)
Verano				
Otoño				
Promedio				

Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Bueno o superior		Moderado	Deficiente	Malo



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso