



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 DE RIBARROJA



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 DE RIBARROJA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2019

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2019



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse de Ribarroja desde el punto de muestreo.

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



ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

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

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Ribarroja	8
Tabla 1. 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.....	16
Tabla 5. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	19
Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	20
Tabla 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	21
Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ribarroja.....	21
Tabla 9. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	21
Tabla 10. Combinación de los indicadores.....	23
Tabla 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Ribarroja.	23
Tabla 12. 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
Tabla 13. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	25
Tabla 14. Combinación de los indicadores.....	25
Tabla 15. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Ribarroja.	26



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Ribarroja 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 de Ribarroja se sitúa en la Depresión Terciaria del Ebro, extendiéndose al sur hasta la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. De las unidades geológicas presentes en la cuenca vertiente, el embalse se ubica en los depósitos terciarios de la depresión del Ebro.

El embalse de Ribarroja se sitúa dentro del término municipal de Ribarroja de Segre, en la provincia de Tarragona. Regula las aguas del río Ebro.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, de geometría alargada y regular.

La cuenca vertiente al embalse de Ribarroja tiene una superficie total de 8082300 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 210 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 10,3 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 34 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Ribarroja.

Capacidad total N.M.N.	210 hm ³
Superficie inundada	2152 ha
Cota máximo embalse normal	70 msnm

Tipo de clasificación: 12. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a tramos bajos de ejes principales.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y ubicado en tramos bajos de los ejes principales. No existía termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra alrededor de los 7,5 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, valor superior a lo estimado mediante el disco de Secchi, 8,1 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Ribarroja para el año hidrológico 2018-2019 fue de 0,34 meses.

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

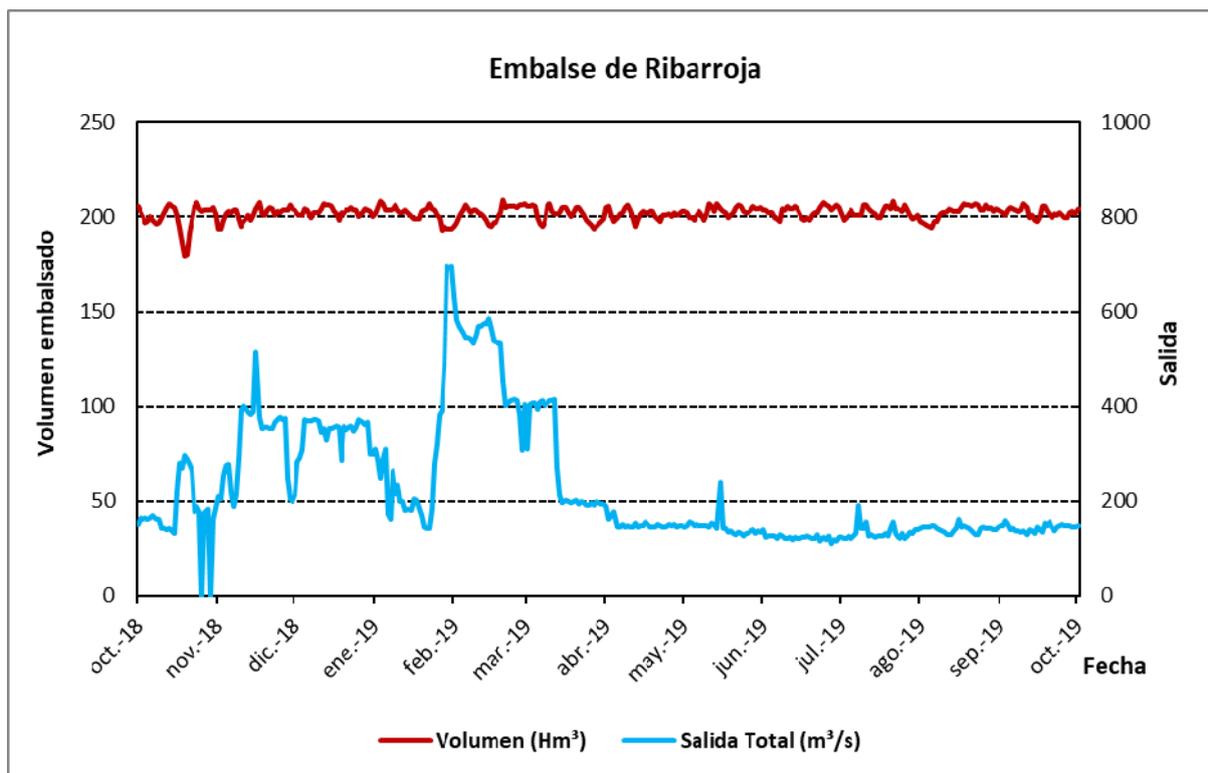


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2018-2019.

2.3. Usos del agua

El uso de las aguas del embalse es principalmente el abastecimiento de la población., aprovechamiento hidroeléctrico y regadíos.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Ribarroja 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 siguientes categorías zonas de extracción para consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies: (Punto Red Natura 2000: LIC y ZEPA ES5140012 “Tossals d’Almatret i Riba Roja” y ZEPA ES0000298 “Matarraña Aiguabarreix”).

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 24 de Julio de 2019, 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 fitoplancton y zooplancton.

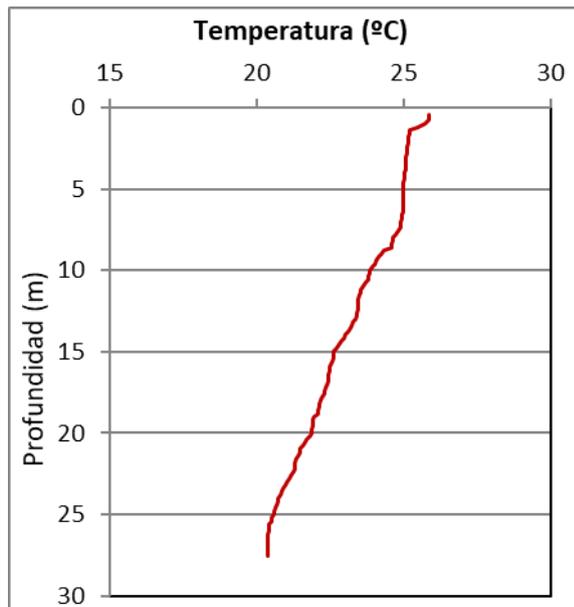


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

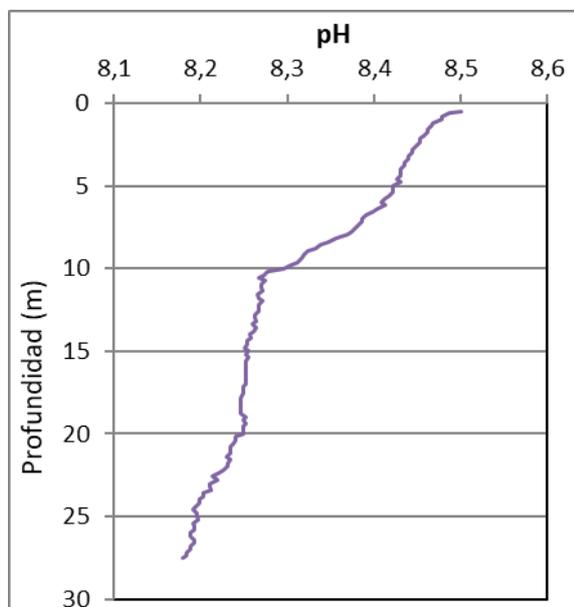
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

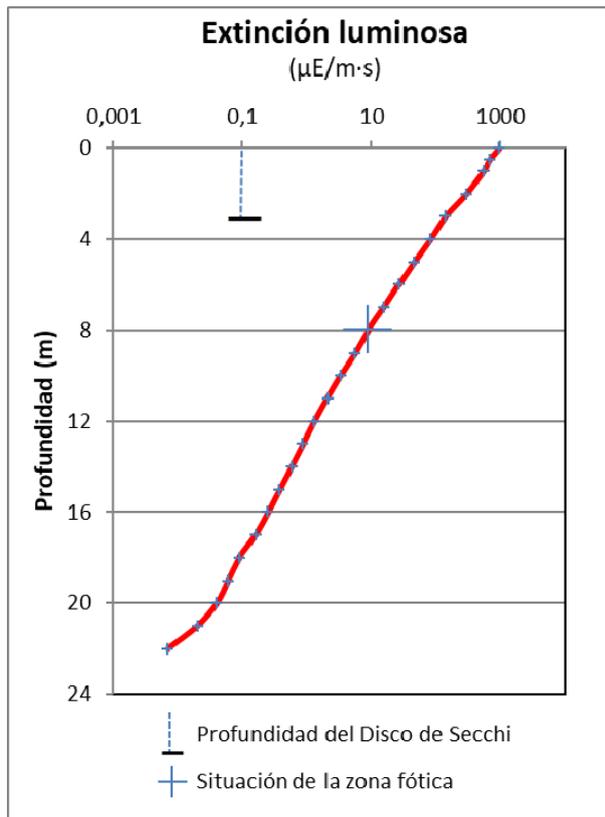


La temperatura del agua oscila entre los 20,39 °C – en el fondo- y los 25,87 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (julio 2019) no existe termoclina.



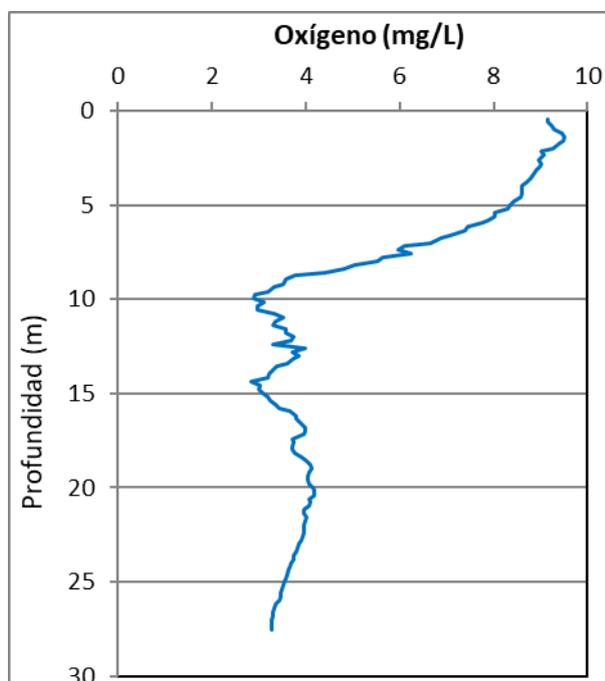
El pH del agua en la superficie es de 8,50. En el fondo del embalse el valor del pH es de 8,18, mínimo hipolimnético.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



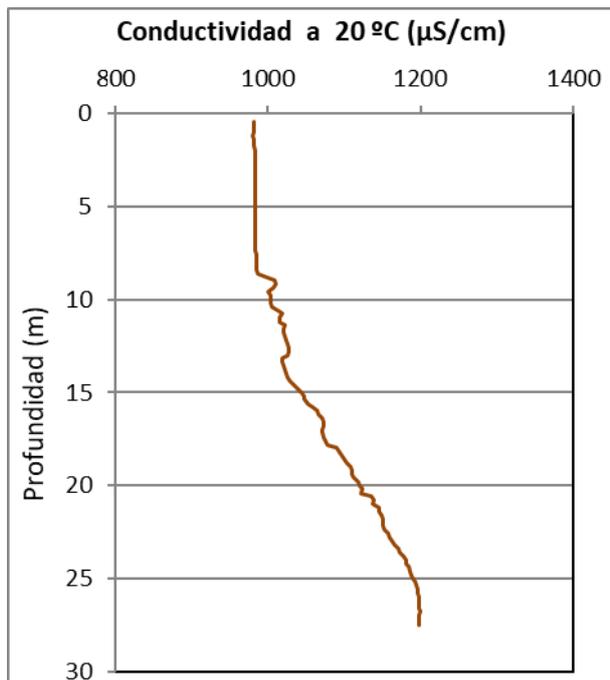
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 3,3 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a los 8,1 metros. La capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 7,5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 8 m de profundidad) fue de 2,70 UAF.

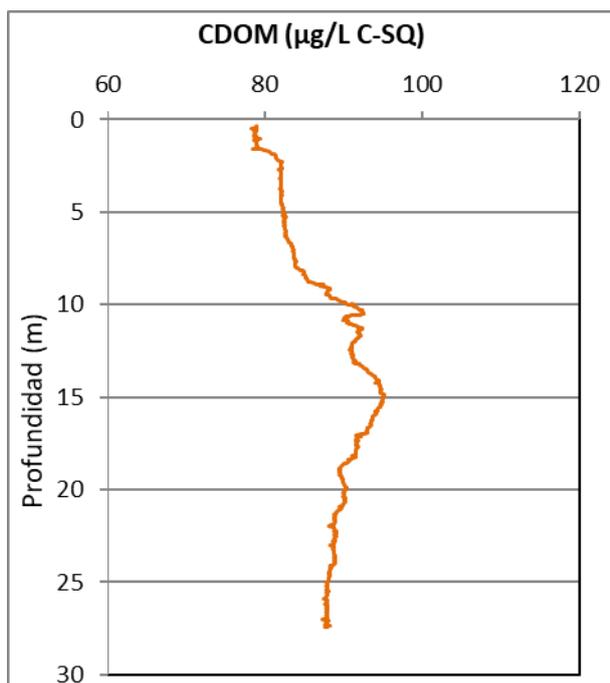


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en la zona de muestreo alcanzan una concentración media de 4,95 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L).

Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 982 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 1198 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo.



El CDOM del agua es de 79 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 85 QSE en el fondo. El valor máximo de 95 QSE se encuentra a 15 metros de profundidad.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad y de la materia orgánica 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	8,0
AMONIO	mg NH ₄ /L	0,034
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	22,71
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	1,15
NIO (NO ₃ + NO ₂)	mg N/L	2,15
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	2,66
SÍLICE	mg SiO ₂ /L	1,15
ALCALINIDAD	meq/L	2,12



4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 29 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	4
CHRYSOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	12
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	6
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	1

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
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cél./ml	25035
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	2713910
Diversidad Shannon-Wiener		2,06
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		20916
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Aphanothece</i> sp.
Nº células/ml		11764
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
µm³/ml		1904747
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Fragilaria crotonensis</i>
µm³/ml		1870346

La concentración de clorofila fue de 19,06 µg/L para la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura 6 con una línea roja. El perfil vertical determinado

mediante fluorimetría ha mostrado dos máximos, uno a 7 metros de profundidad con un valor de 28,5 µg/L y otro a 9 m con una concentración de 27,9 µg/L.

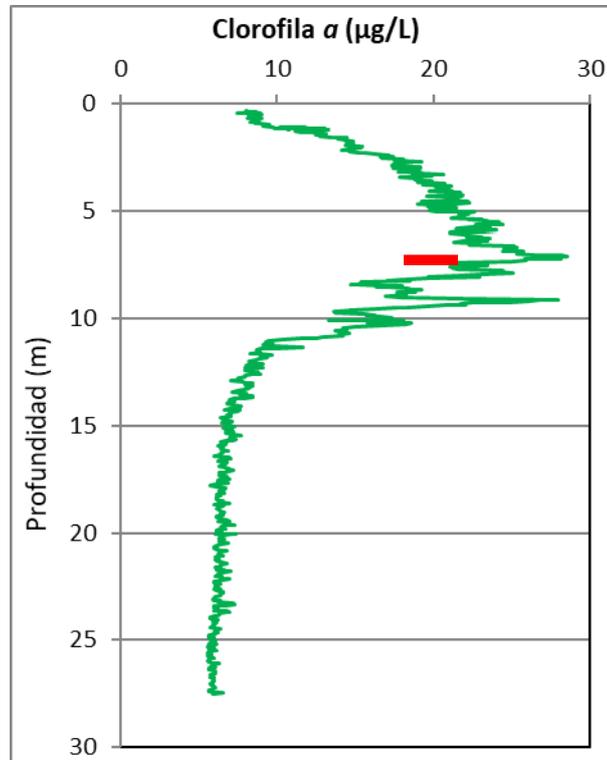


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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, muestran los resultados de la tabla 4:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	18,89	19.632,64	1
AULGRANG2	<i>Aulacoseira granulata var. angustissima</i>			2
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa (=Lindavia radiosa)</i>			1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>			1
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	12,60	4.761,34	1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	2.557,02	1.870.346,39	4
NITZSIGO0	<i>Nitzschia sigmaidea</i>			1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus (=Fragilaria ulna var. acus)</i>	3,15	10.006,76	1
	CHRYSOPHYCEAE			



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	25,19	806,15	
	CHLOROPHYTA			
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	3,15	1.030,52	
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>	50,38	3.297,66	
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>	75,58	4.946,50	
COERECUB0	<i>Coelastrum reticulatum</i> var. <i>cubanum</i>	25,19	1.648,83	1
CRUCRECT0	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	125,96	8.061,54	
DICTPULC0	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			2
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	6,30	1.424,59	1
PANDMORU0	<i>Pandorina morum</i>	201,54	26.592,36	1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>	201,54	60.461,52	1
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i> (= <i>Monactinus simplex</i>)	151,15	18.894,22	1
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (= <i>Desmodesmus armatus</i>)	12,60	474,86	
SCENMAGN0	<i>Scenedesmus magnus</i>			1
SCHRSETI0	<i>Schroederia setigera</i>	18,89	1.211,89	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	459,76	51.997,57	1
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
GONABREB0	<i>Gonatozygon brebissonii</i>			1
STAUPARA0	<i>Staurastrum paradoxum</i>			1
STAUTETR0	<i>Staurastrum tetracerum</i>	6,30	6.608,52	
	CYANOBACTERIA			
ANABELEN0	<i>Anabaenopsis elenkinii</i>	138,56	13.602,86	1
APHAGRAC0	<i>Aphanizomenon gracile</i>	264,90	22.881,40	1
APHANGEN0	<i>Aphanothece</i> sp.	11.764,80	13.860,08	
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>			1
MERITENU0	<i>Merismopedia tenuissima</i>	201,54	182,35	
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>	8.294,56	369.956,13	
OSCILGEN0	<i>Oscillatoria</i> sp.			1
WORONAEG1	<i>Woronichinia naegeliana</i>	251,92	12.663,03	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	12,60	30.108,25	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	9,45	13.167,57	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	119,66	9.137,28	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	18,89	738,68	
	DINOPHYCEAE			
CERAFURC0	<i>Ceratium furcoides</i>	3,15	135.408,61	
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
DIPLACUT0	<i>Diplopsalis acuta</i>			1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	2.592	1.904.747	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	25	806	
	TOTALES CHLOROPHYTA	1.332	180.042	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	6	6.609	
	TOTALES CYANOBACTERIA	20.916	433.146	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	161	53.152	
	TOTALES DINOPHYCEAE	3	135.409	
	TOTALES ALGAS	25.035	2.713.910	

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 de Ribarroja se han identificado un total de 9 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- Cladocera 4
- Copepoda 2
- Rotifera 2
- Otros 1

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	9,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	215,15
BIOMASA TOTAL	µg/L	233,69
Diversidad Shannon-Wiener		1,96
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Otros
individuos/L		118,46
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Dreissena polymorpha</i>
individuos/L		118,46
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		106,94
TAXÓN PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Copidodiaptomus numidicus</i>
µg/L		61,92
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 26 m
CLADÓCEROS: 16,37 %	COPÉPODOS: 4,16 %	ROTÍFEROS: 0,06 %

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)
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	0,58	0,75	1
CERIDUBI0	<i>Ceriodapnia dubia</i>	24,42	39,08	2
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>	1,92	6,54	1
DIAPLACU0	<i>Diaphanosoma lacustris</i>	24,23	60,58	1
	COPÉPODOS			
ACANAMERO0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	18,27	15,02	1
COPINUMI0	<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	22,69	61,92	1
THERDYBO0	<i>Thermocyclops dybowskii</i>			1
	ROTÍFEROS			
KERAQUAD0	<i>Keratella quadrata</i>	0,38	0,05	
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>			1
TRICCYLI0	<i>Trichocerca cylindrica</i>	0,19	0,005	
	OTROS			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i> (Mejillón cebra)	118,46	49,75	4
	Total Cladóceros	51,15	106,94	
	Total Copépodos	40,96	76,94	
	Total Rotíferos	0,58	0,05	
	Total Otros	118,46	49,75	
	Total	211,15	233,69	

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

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 7, 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
VALOR PROMEDIO FINAL	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

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.

Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ribarroja.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	22,71	Mesotrófico
CLOROFILA a	19,06	Eutrófico
DISCO SECCHI	3,25	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	25035	Eutrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,25	MESOTRÓFICO

Atendiendo a dos de los criterios seleccionados, la concentración de clorofila a y densidad algal, sitúan al embalse en rangos de eutrofia. Mientras que el fósforo total (PT) clasifica el embalse como mesotrófico y la transparencia (DS) indica un estado de oligotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de RIBARROJA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

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 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 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 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 de Ribarroja.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	25035	Deficiente
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	19,06	Deficiente
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	2,71	Deficiente
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	1,73	Deficiente
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,93	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	3,50	Moderado
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,26	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,97	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			4	DEFICIENTE
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,25	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	4,95	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	22,71	Moderado
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			3	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				DEFICIENTE

b) Aproximación normativa (PEnorm)

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 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_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 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)	≥ 0,195	0,194 – 0,13	0,12 – 0,065	< 0,065	
		Biovolumen algal (mm³/L)	≥ 0,175	0,174 – 0,117	0,116 – 0,058	< 0,058	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,929	0,928 – 0,619	0,618 – 0,31	< 0,31	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,686	0,685 – 0,457	0,456 – 0,229	< 0,229	
			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 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_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 15. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de Ribarroja.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	19,06	0,13	0,39	Moderado
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	2,71	0,23	0,63	Bueno o superior
			Media			0,51	
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	18,51	0,957	0,76	Moderado
			Porcentaje de cianobacterias	29,54	0,71	0,62	Moderado
			Media			0,69	
Media global						0,60	
INDICADOR BIOLÓGICO				3			MODERADO
<hr/>							
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,25			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	4,95			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	22,71			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista desde el punto de acceso