
RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE RIBARROJA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

PROMOTOR:



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

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

EQUIPO DE TRABAJO:

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

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

70.590,38 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE RIBARROJA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2015

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del embalse de Ribarroja desde el punto de acceso.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2015). Red de seguimiento de masas de agua muy modificadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 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	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2014-2015.	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 oxígeno disuelto	12
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	13
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a	16
Figura 7. Fotografía de la presa del embalse	28
Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse.	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Ribarroja	8
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton	15
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton	16
Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton	19
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton	20
Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	21
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ribarroja	21
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	22
Tabla 9. Combinación de los indicadores.	23
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Ribarroja.	23
Tabla 11. 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).	24
Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	25
Tabla 13. Combinación de los indicadores.	25
Tabla 14. 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 2015 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 2015, correspondiente al año hidrológico 2014-2015).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

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

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. **Ámbito geológico y geográfico**

El embalse 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 9 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, muy similar a lo estimado mediante el disco de Secchi, 8,8 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Ribarroja para el año hidrológico 2014-2015 fue de 0,19 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2014-2015.

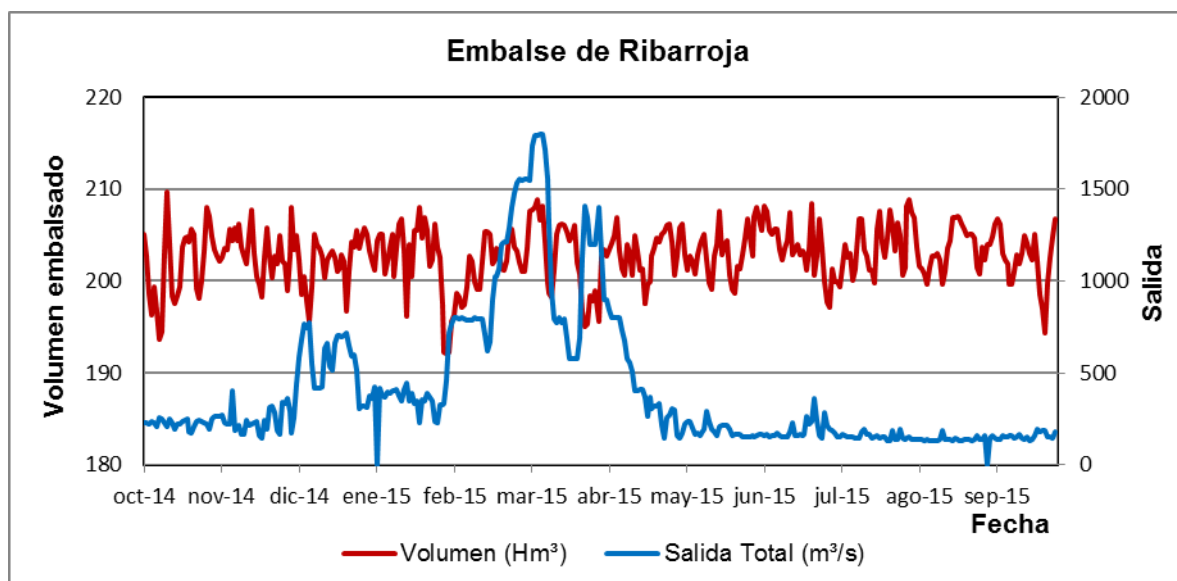


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2014-2015.

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 4 de agosto de 2015, 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.

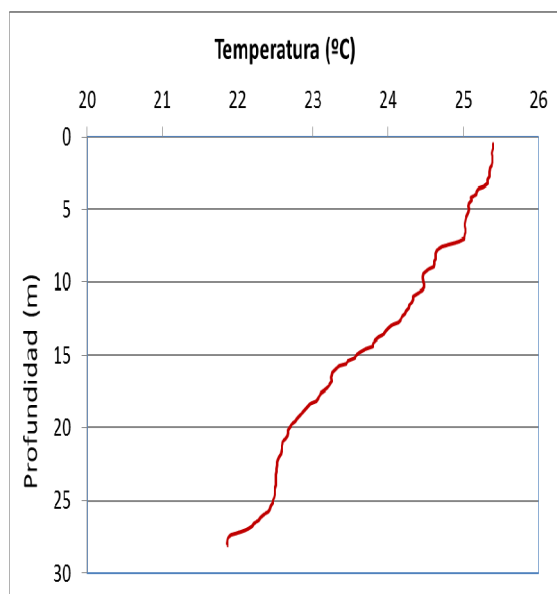


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

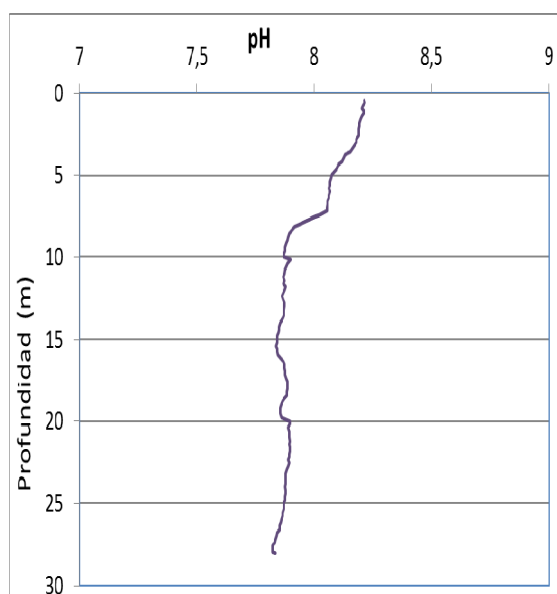
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

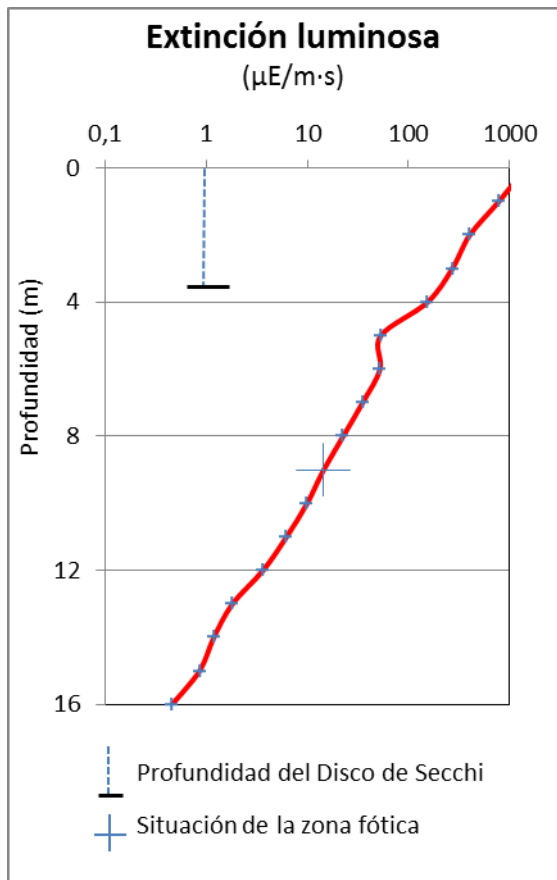


La temperatura del agua oscila entre los 21,87 °C – en el fondo- y los 25,40 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (agosto 2015) no existe termoclina.



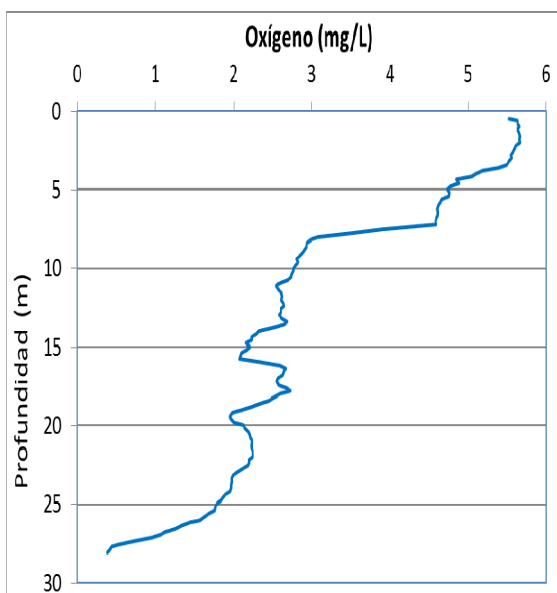
El pH del agua en la superficie es de 8,22, máximo epilimnético. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,84, mínimo hipolimnético.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



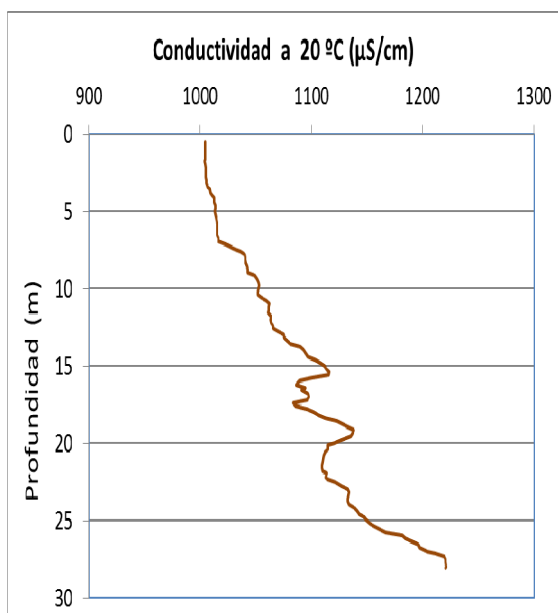
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 3,50 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 8,8 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 9 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 9 m de profundidad) fue de 2,64 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son bajas y en la zona de muestreo se ha determinado una concentración media de 2,97 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) a partir de los 23 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 1004 $\mu\text{S/cm}$ en la superficie y de 1220 $\mu\text{S/cm}$ en el fondo.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2015 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 31,52 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 6,44 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 2,08 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,91 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,032 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 5,33 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,21 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 37 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	1
CHRYSTOPHYCEAE	1
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	22
ZYGNEMATOPHYCEAE	3
CYANOBACTERIA	3
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	1

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2 y la composición detallada en la tabla 3.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cél./ml	6843
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	1319346
Diversidad Shannon-Wiener		3,34
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		4343
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Synechococcus</i> sp.
Nº células/ml		1935
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
µm³/ml		826433
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
µm³/ml		826433

La concentración de clorofila fue de 3,95 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 un máximo epilimnético a los 3 metros de profundidad con un valor de 5,16 µg/L.

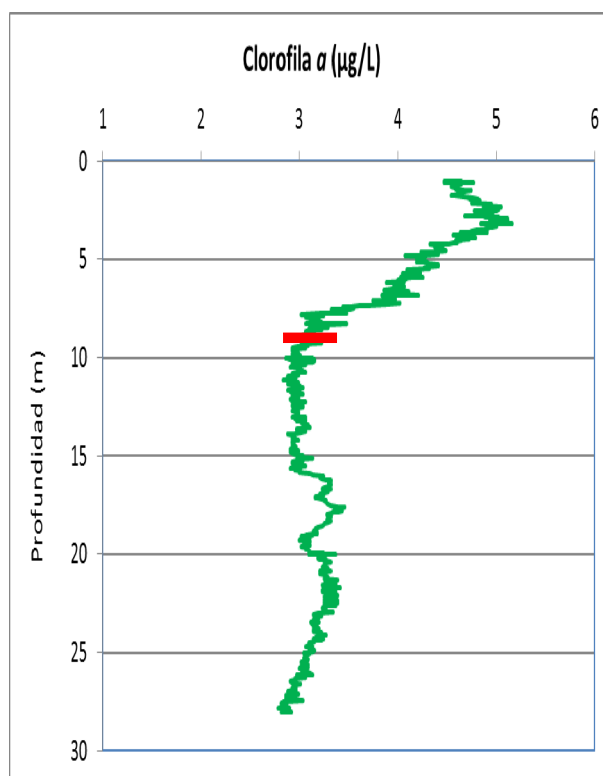


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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 3:

Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>			1
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (= <i>Lindavia radiosa</i>)	15	16.288	
STEPNEOA0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>			1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>			1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna</i> (= <i>Fragilaria ulna</i>)			1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	125	3.990	
SPINIGEN0	<i>Spiniferomonas</i> sp.			1
	XANTHOPHYCEAE			

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	4	356	
	CHLOROPHYTA			
ANKYJUDA0	<i>Ankyra judayi</i>	53	2.992	1
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	3	1.052	
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>			1
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	416	13.929	
COENOGEN0	<i>Coenochloris</i> sp.			2
DICTPULC0	<i>Dactylosphaerium pulchellum</i>			1
SCENHYST0	<i>Desmodesmus hystrix</i> (= <i>Scenedesmus hystrix</i>)	60	2.279	
DIDYCOMA0	<i>Didymocystis comasii</i>	30	1.140	
DIDYFINA0	<i>Didymocystis fina</i>	30	317	
COELRETI0	<i>Hariotina reticulata</i> (= <i>Coelastrum reticulatum</i>)	227	7.598	1
MONOARCU0	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	34	1.002	
MONOCIRC0	<i>Monoraphidium circinale</i>	11	130	
NEPHAGAR0	<i>Nephrocytium agardhianum</i>	4	538	1
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	30	1.773	1
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	45	10.257	1
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>	30	7.558	2
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i> (= <i>Monactinus simplex</i>)	166	20.784	3
PEDSIBIW2	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>biwaense</i>	423	41.883	3
PLANLAUT0	<i>Planctonema lauterbornii</i>	2	63	
SCENBREV0	<i>Scenedesmus brevispina</i>			1
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (= <i>Scenedesmus linearis</i>)	4	308	
SCENSEMP0	<i>Scenedesmus sempervirens</i>	53	4.432	
SCHRSETI0	<i>Schroederia setigera</i>	11	1.484	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>			2
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	23	1.417	
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	15	1.088	1
WILLIRRE0	<i>Willea irregularis</i>	42	979	1
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
COSMPUNC0	<i>Cosmarium punctulatum</i>	1	2.064	1
STAULONG0	<i>Staurastrum longipes</i>			1
STAUPING0	<i>Staurastrum pingue</i>	0,5	695	
STAUPUNC0	<i>Staurastrum punctulatum</i>	4	11.809	
	CYANOBACTERIA			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.			3
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>			2
CUSPISSA0	<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i>	1.078	169.356	1
MERITENU0	<i>Merismopedia tenuissima</i>			1
MERIWARM0	<i>Merismopedia warmingiana</i>	1.330	696	
SYNCOGEN0	<i>Synechococcus</i> sp.	1.935	5.698	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	42	99.357	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	4	2.153	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.	49	29.168	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	208	15.870	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	317	12.410	

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	19	826.433	1
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.			1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	15	16.288	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	125	3.990	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	4	356	
	TOTALES CHLOROPHYTA	1.713	123.002	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	5	14.568	
	TOTALES CYANOBACTERIA	4.343	175.750	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	620	158.958	
	TOTALES DINOPHYCEAE	19	826.433	
	TOTALES ALGAS	6.843	1.319.346	

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 17 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 4 Copepoda
- 8 Rotifera
- 1 Mollusca

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 4:

Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	9,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	453,85
BIOMASA TOTAL	µg/L	225,97
Diversidad Shannon-Wiener		2,76
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Copépodos
individuos/L		211,15
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Ciclópido
individuos/L		146,15
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		132,98
TAXÓN PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Copidodiaptomus numidicus</i>
µg/L		81,15
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 27 m
CLADÓCEROS: 18,83 %		COPÉPODOS: 56,94 %
		ROTÍFEROS: 10,72 %

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 5:

Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	1,54	2,00	6,55
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	12,31	14,77	2,87
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>	1,15	3,92	1,23
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>			6,14
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	4,62	11,54	2,05
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	5,38	21,52	30,29
COPINUMI0	<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	58,46	81,15	26,61
THERDYBO0	<i>Thermocyclops dybowskii</i>	1,15	1,45	0,04
CYCLOPFAM	Ciclópido	146,15	28,85	
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	4,62	3,46	2,05
COLLPELA0	<i>Collotheca pelagica</i>			0,82
HEXAOXYU0	<i>Hexarthra oxyuris</i>	1,54	0,32	0,41
KERACOC0	<i>Keratella cochlearis</i>	41,54	2,08	3,68
KERCOTEC1	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	24,62	1,23	0,82
KERAQUAD0	<i>Keratella quadrata</i>	1,54	0,19	0,04
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	7,69	0,39	1,23
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	20,00	2,60	1,64
POMPSULC0	<i>Pompholyx sulcata</i>	1,54	0,09	0,04
	OTROS			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i> (Mejillón cebra)	120,00	50,40	12,69
CILIADOS	<i>Epistylis</i> sp.			0,41
	<i>Tintinnopsis</i>			0,41
	Total Cladóceros	19,62	32,23	18,83
	Total Copépodos	211,15	132,98	56,94
	Total Rotíferos	103,08	10,37	10,72
	Total Otros	120,00	50,40	13,10
	Total	453,85	225,97	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 6. 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 <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

En la tabla 7 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 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ribarroja.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	31,52	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	3,95	Mesotrófico
DISCO SECCHI	3,50	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	6843	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,25	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros fósforo total (PT), concentración de clorofila *a* y densidad algal, sitúan al embalse en rangos de mesotrofia. Mientras que 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 8, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 8. 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)			>3,4	2,6-3,4	1,8 - 2,6	< 1,8	
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		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

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

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene 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 9:

Tabla 9. 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 10 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 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Ribarroja.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	6843	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,95	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	1,32	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,28	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,79	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,54	Bueno o superior
		Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)	10,67	Deficiente
	Zooplancton	Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)	10,07	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			2,0	DEFICIENTE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,50	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	2,97	Deficiente
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	31,52	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2,0	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 11 y 12, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 11. 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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 12. 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 (mm ³ /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			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 13.

Tabla 13. 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 14 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 14. 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)	3,95	0,61	0,80	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	1,32	0,48	0,75	Bueno o superior
			Media				0,78
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,57	1,002	1,01	Bueno o superior
			Porcentaje de cianobacterias	12,84	0,87	0,84	Bueno o superior
			Media				0,93
Media global						0,85	
INDICADOR BIOLÓGICO				0,85		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,50			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	2,97			Deficiente	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	31,52			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2,0		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso