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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

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

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

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

EQUIPO DE TRABAJO:

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

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

70.862,60 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN

AÑO DE EJECUCIÓN:

2014

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

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

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfrica del Ebro (2014). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfrica 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 Hidrográfrica 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 Hidrográfrica 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>8</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 2013-2014.	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 <i>a</i>	16
Figura 7. Fotografía de la cola del embalse	28
Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse.	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Gallipué.	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 Gallipué.	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 Gallipué.	23
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 (Orden ARM/2656/2008).	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 Gallipué.	26

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Gallipuéen durante los muestreos de 2014 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia fija que facilite la consulta y explotación de la información contenida en ellos.

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 2014, correspondiente al año hidrológico 2013-2014).

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**

Geológicamente, la cuenca del Embalse de Gallipuéen, se enclava entre materiales del Mesozoico y Cenozoico. Las dolomías, calizas y margas, pertenecientes al Piso Cenomaniense-Turonense, dentro del Cretácico; las lutitas del Paleógeno; y los depósitos aluviales, gravas, limos y arcillas del Cuaternario.

El embalse de Gallipuéen se sitúa dentro del término municipal de Alcorisa, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Guadalopec.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse monomítico, de moderadas dimensiones, con un área de cuenca de menos de 1000 km².

La cuenca vertiente al embalse de Gallipuéen tiene una superficie de drenaje de 147 km².

El embalse tiene una capacidad total de 4,36 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 11 m, siendo la profundidad máxima de 30 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Gallipuéen.

Superficie de la cuenca	147 km ² .
Capacidad total N.M.N.	3,53 hm ³
Capacidad útil	3,53 hm ³
Aportación media anual	5 hm ³
Superficie inundada	44 ha
Cota máximo embalse normal	694,46 msnm

Tipo de clasificación: 10. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.

En el momento del muestreo, no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica se sitúa en torno a los 10,5 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, prácticamente igual que la estimación mediante el Disco de Secchi era de 10,9 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Gallipuéen para el año hidrológico 2013-2014 fue de 12,18 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2013-2014.

2.3 Usos del agua

Las aguas del embalse están destinadas principalmente a ser usadas para regadío.

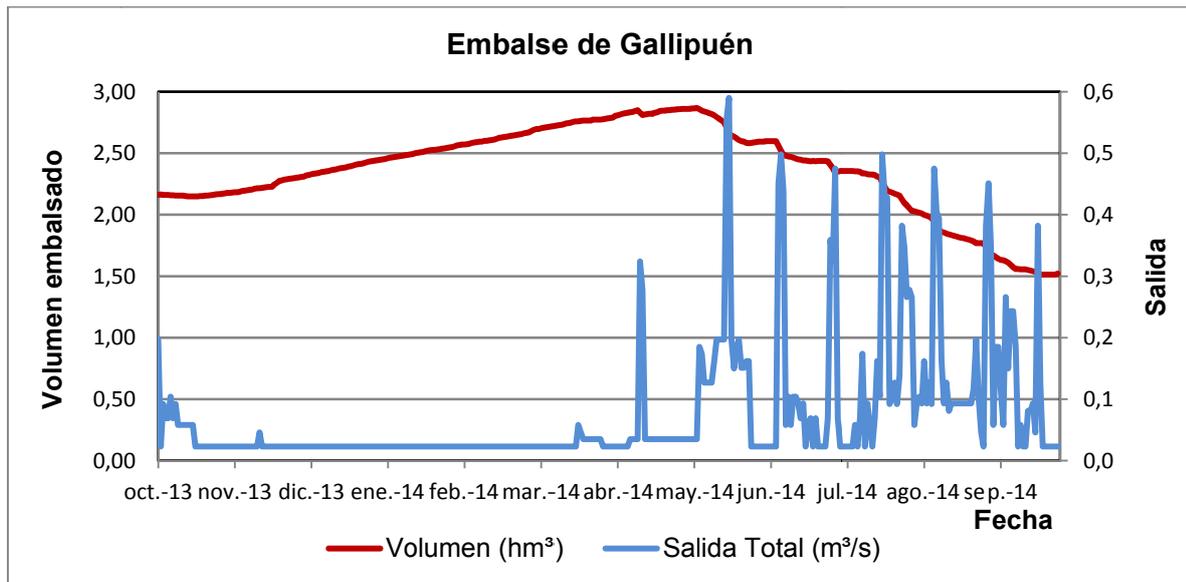


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014.

2.4 Registro de zonas protegidas

El embalse de Gallipuéen no 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, en ninguna de sus categorías.

3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 1 de Julio de 2014, 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.

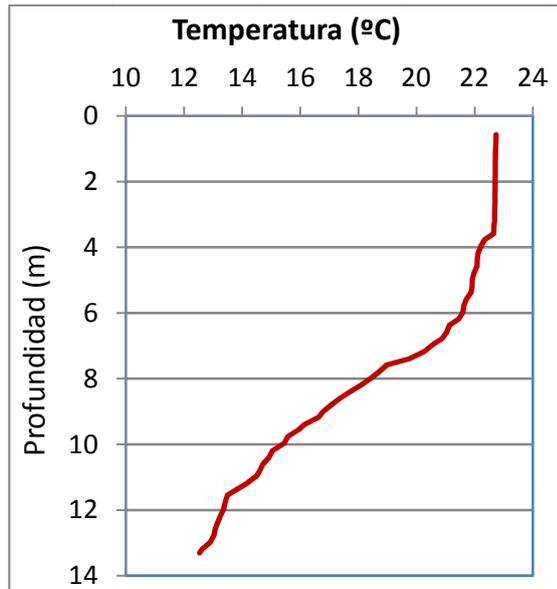


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

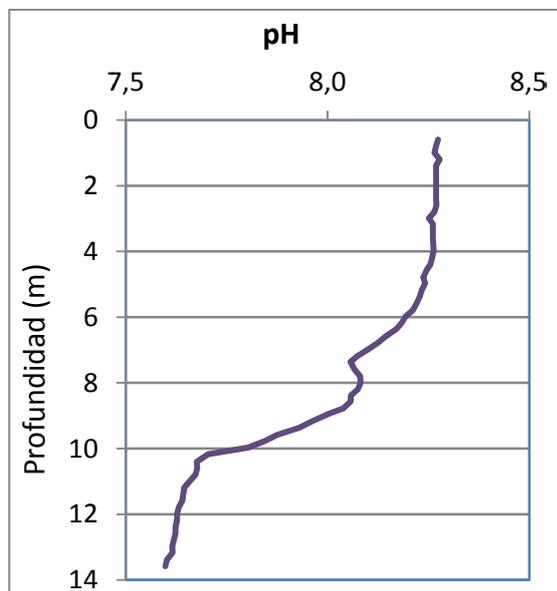
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

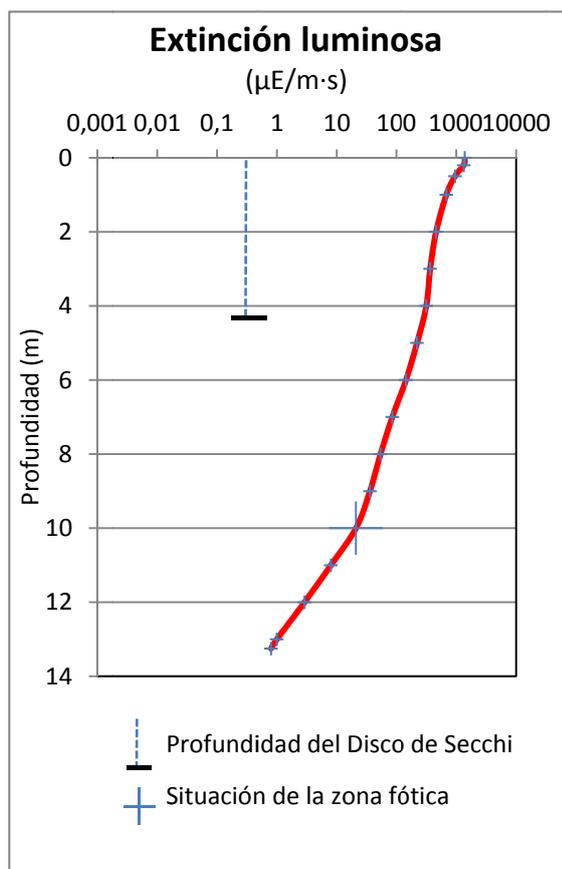


La temperatura del agua oscila entre los 11,15 °C en el fondo, y los 22,73 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio de 2014) no existe termoclina.



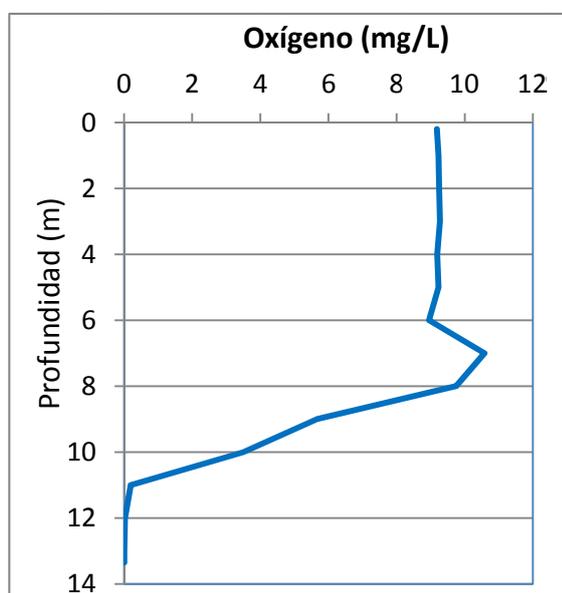
El pH del agua en la superficie es de 8,27. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,60.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



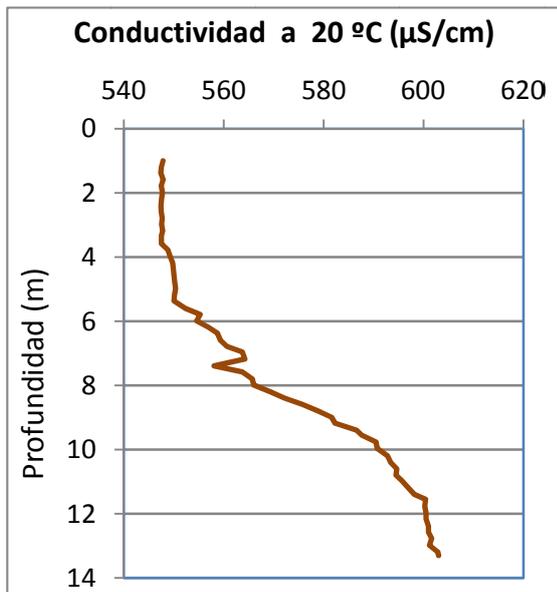
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,35 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 10,9 metros. Prácticamente el mismo resultado que el obtenido con medidor fotoeléctrico, 10,5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 10,5 m de profundidad) fue de 2,16 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan una concentración media de 6,27 mg/L. La concentración máxima es de 10,58 mg/L de oxígeno, a 7 metros de profundidad. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) a partir de los 10,5 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 548 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie, y de 603 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. Valores mínimo y máximo del perfil respectivamente.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2014 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 15,19 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 0,49 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,30 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,06 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,021 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 0,98 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,17 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 25 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	2
CHRYSOPHYCEAE	3
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	9
CYANOBACTERIA	2
CRYPTOPHYCEAE	7
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 cel./ml	2334,27
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm ³ /ml	349330
Diversidad Shannon-Wiener		2,91
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		1274,51
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Aphanocapsa</i> sp.
Nº células/ml		1137,95
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Cryptophyceae
µm³/ml		156510
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
µm³/ml		55096

La concentración de clorofila fue de 1,68 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura 6 con una línea roja). El valor máximo del perfil vertical se encuentra a 11,8 m de profundidad con una concentración de 4,15 $\mu\text{g/L}$.

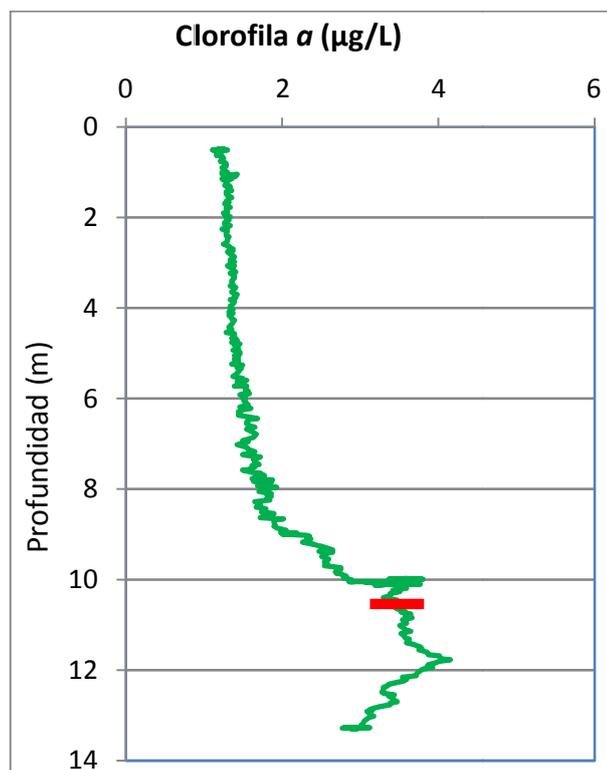


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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.

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTÓN	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i>	159,31	40040	
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i>	4,55	7322	1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
COCCPLAC0	<i>Cocconeis placentula</i>			1

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
CYMBMINU0	<i>Encyonema minutum</i> (=Cymbella minuta)			1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>			1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus)			1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna</i> (=Fragilaria ulna)			1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	54,62	1748	
DINOCREN0	<i>Dinobryon crenulatum</i>	9,10	1298	
PSEKEGEN0	<i>Pseudokephyrion</i> sp.	9,10	834	
	XANTHOPHYCEAE			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	31,86	4087	
	CHLOROPHYTA			
ANKISPIR0	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>			1
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	23,93	51327	
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>			1
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	141,11	4729	1
DIDYCOMA0	<i>Didymocystis comasii</i>	127,45	1335	1
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	22,76	1215	1
COELPOLY0	<i>Hariotina polychorda</i> (=Coelastrum polychordum)	100,77	6595	3
KIRCOBES0	<i>Kirchneriella obesa</i>			1
NEPHOLIV0	<i>Nephroselmis olivacea</i>	13,66	402	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>			3
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	3,78	855	2
OOCYRHOM0	<i>Oocystis rhomboidea</i>			1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>			2
PTEROGEN0	<i>Pteromonas</i> sp.	5,04	6068	
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	10,08	338	
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
STAUPARA0	<i>Staurastrum paradoxum</i>			1
STAURGEN0	<i>Staurastrum</i> sp.			1
	CYANOBACTERIA			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	1137,95	596	
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>	136,55	8937	2
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>			1
WOROELOR0	<i>Woronichinia elorantae</i>			1
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	4,55	10880	

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	18,21	43520	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	63,73	36303	1
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	18,21	25378	1
CRYPROST0	<i>Cryptomonas rostriformis</i> (= <i>Cryptomonas curvata</i>)	4,55	13728	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	177,52	23499	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	54,62	3203	1
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	1,26	55096	1
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLOXYU0	<i>Euglena oxyuris</i>			1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	163,86	47361	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	72,83	3880	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	31,86	4087	
	TOTALES CHLOROPHYTA	448,57	72863	
	TOTALES CYANOBACTERIA	1274,51	9533	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	341,39	156510	
	TOTALES DINOPHYCEAE	1,26	55096	
	TOTALES ALGAS	2334,27	349330	

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 Gallipuéen se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 3 Copepoda
- 6 Rotifera

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	10,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	957,50
BIOMASA TOTAL	µg/L	422,15
Diversidad Shannon-Wiener		1,71
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		636,54
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Conochilus</i> sp
individuos/L		598,46
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		163,71
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Neolovenula alluaudi</i>
µg/L		185,85
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 12 m
CLADÓCEROS: 4,96 %	COPÉPODOS: 45,00 %	ROTÍFEROS: 50,04 %

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>	0,38	0,50	0,41
CERIDUBI0	<i>Ceriodapnia dubia</i>	-	-	0,04
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	123,08	147,69	2,46
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	2,69	10,23	0,41
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	2,12	5,29	1,64
	COPÉPODOS			
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	0,38	2,00	0,04
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>	-	-	0,04
NEOLALLU0	<i>Neolovenula alluaudi</i>	150,77	185,85	34,66
CYCLOPFAM	Ciclópido	41,54	7,62	10,25
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,77	0,58	1,23
COLLOGEN0	<i>Collotheca</i> sp.	1,54	0,05	0,41
CONONATA0	<i>Conochilus natans</i>	-	-	33,63
CONOCGEN0	<i>Conochilus</i> sp	598,46	59,85	-
GASTSTYL0	<i>Gastropus stylifer</i>	4,62	0,92	1,23
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	1,54	0,08	0,41
KERAQUAD0	<i>Keratella quadrata</i>	-	-	0,41
POLYDOLIO	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	29,62	1,51	12,72
	Total Cladóceros	128,27	163,71	4,96
	Total Copépodos	192,69	195,46	45,00
	Total Rotíferos	636,54	62,98	50,04
	Total	957,50	422,15	100,00

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6 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 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 a ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

En la tabla 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 Gallipué.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	15,19	Mesotrófico
CLOROFILA a	1,68	Oligotrófico
DISCO SECCHI	4,35	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	2334	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,50	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros de fósforo total (PT) y densidad algal indican un estado de mesotrofia; mientras que la transparencia (DS) y la concentración de clorofila a indican oligotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de GALLIPUÉN ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

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, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

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

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

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

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

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 9:

Tabla 9. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
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 Gallipué.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	2334	Moderado
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	1,68	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,35	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,93	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,88	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,27	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	10,53	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			2,0	DEFICIENTE
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,35	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,27	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	15,19	Moderado
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			3,7	AS FUN
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 (Orden ARM/2656/2008).

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	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	≥ 1	0,99 – 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	≥ 1	0,99 – 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 1	0,99 – 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 1	0,99 – 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

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

Tabla 13. Combinación de los indicadores.

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

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,68	1,55	1,39	Máximo
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,35	2,18	1,74	Máximo
			Media				1,56
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,52	1,000	1,00	Máximo
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	1,00	1,00	Máximo
			Media				1,00
Media global						1,28	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,28			MÁXIMO
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,35			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,27			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	15,19			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3,7		AS FUN	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				BUENO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la cola del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso