



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2017

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 DE GALLIPUÉN



**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



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 DE GALLIPUÉN

AÑO DE EJECUCIÓN:

2017

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse de Gallipuéen.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2017). 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. <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>18</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	20
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	21
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 2016-2017.	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 y de la materia orgánica cromofórica	13
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	16
Figura 7. Vista de la cola del embalse.	27
Figura 8. Vista del punto de acceso al embalse.	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Gallipué.	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.	18
Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.	19
Tabla 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	20
Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Gallipué.	20
Tabla 9. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	21
Tabla 10. Combinación de los indicadores.	22
Tabla 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Gallipué.	22
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).	23
Tabla 13. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	24
Tabla 14. Combinación de los indicadores.	24
Tabla 15. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Gallipué.	25



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Gallipuéen durante los muestreos de 2017 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 2017, correspondiente al año hidrológico 2016-2017).

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**

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 6,0 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, superior a la estimación mediante el Disco de Secchi que era de 4,6 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Gallipuéen para el año hidrológico 2016-2017 fue de 13,13 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2016-2017.

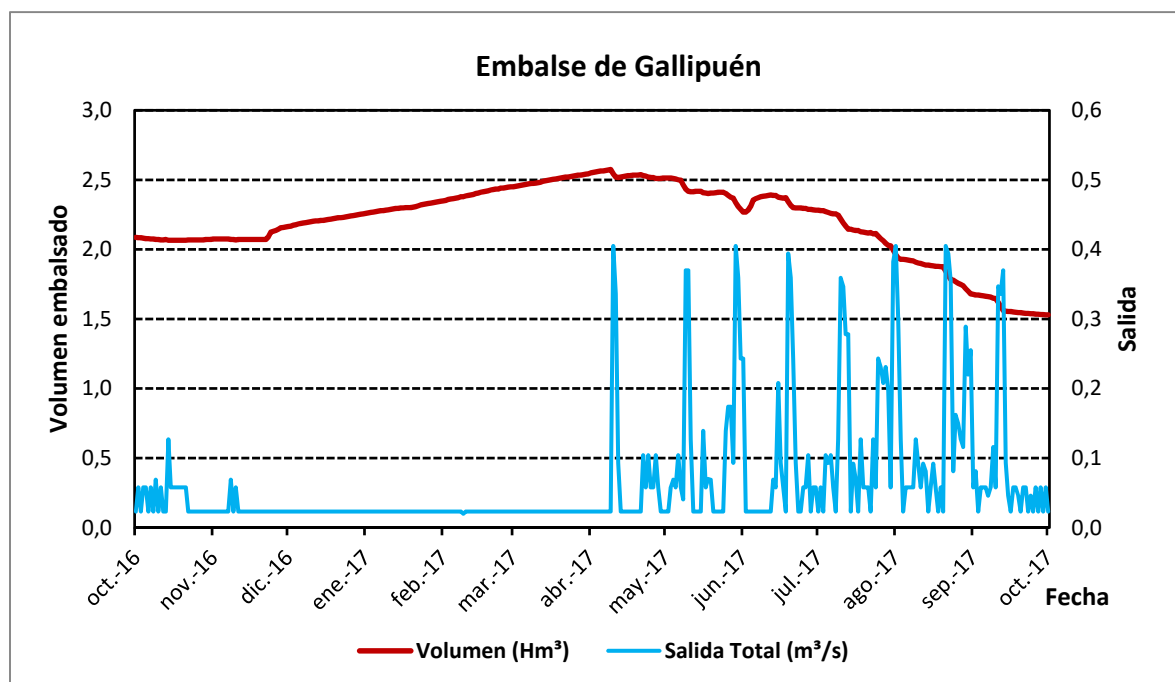


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

2.3 Usos del agua

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

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 20 de Junio de 2017, 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.

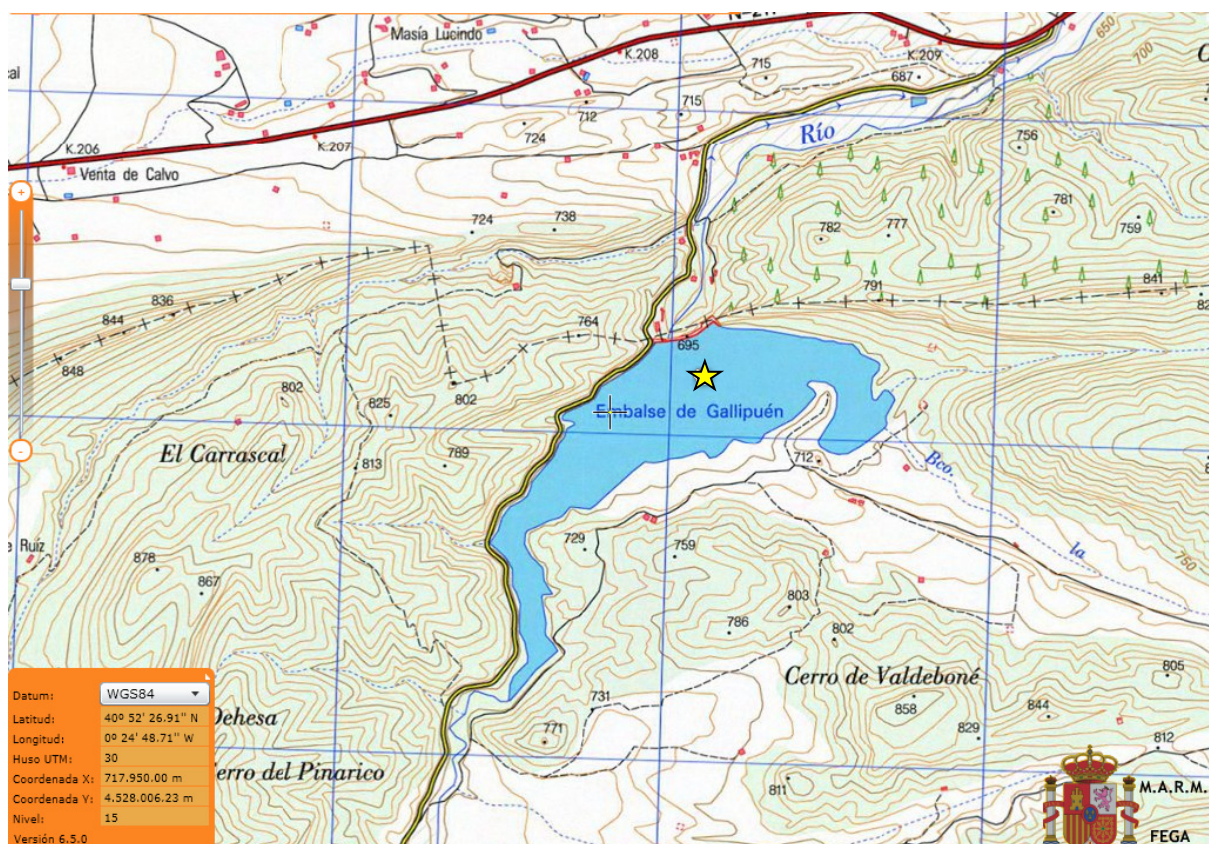
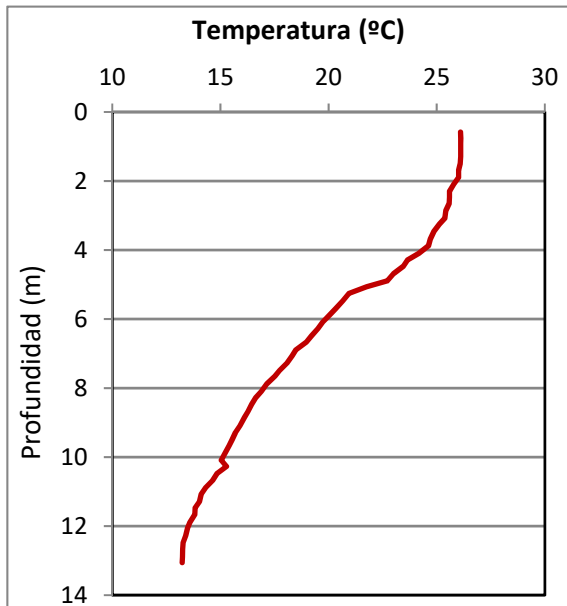


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

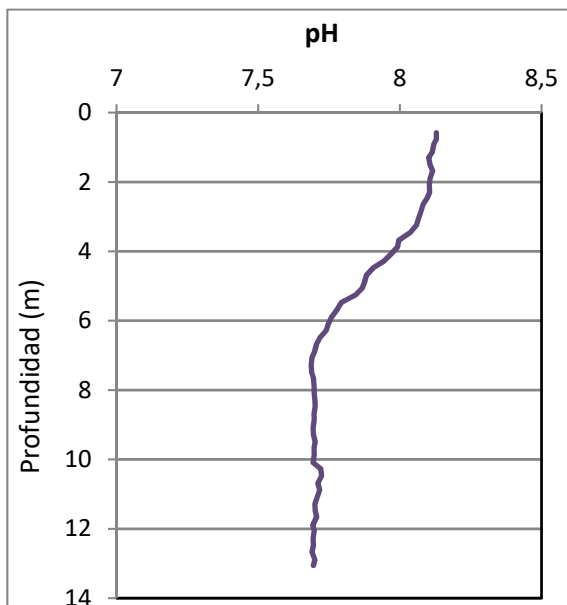
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

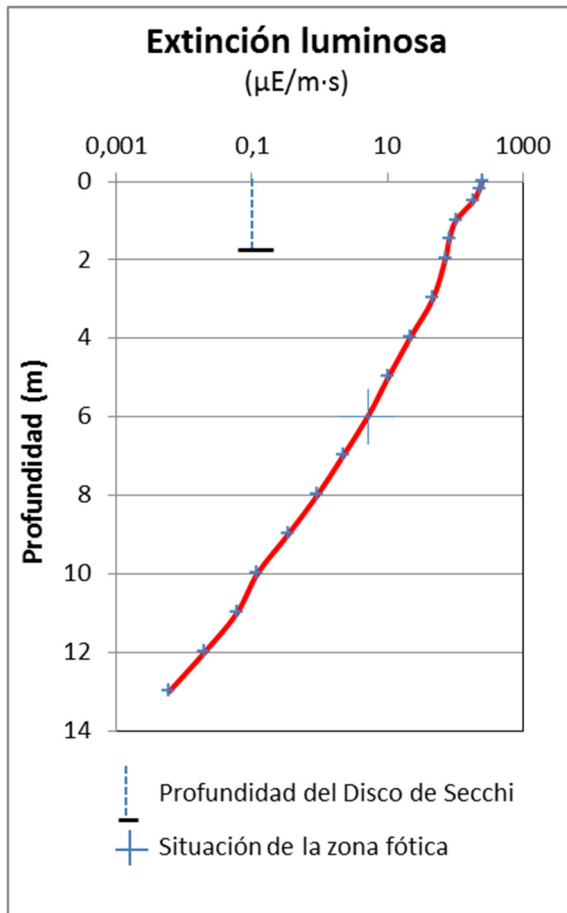


La temperatura del agua oscila entre los 13,23 °C en el fondo, y los 26,10 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio de 2017) no existe termoclina.



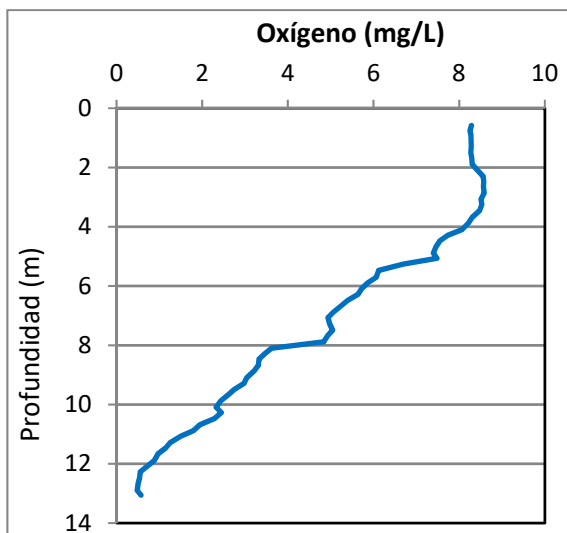
El pH del agua en la superficie es de 8,13. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,70.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



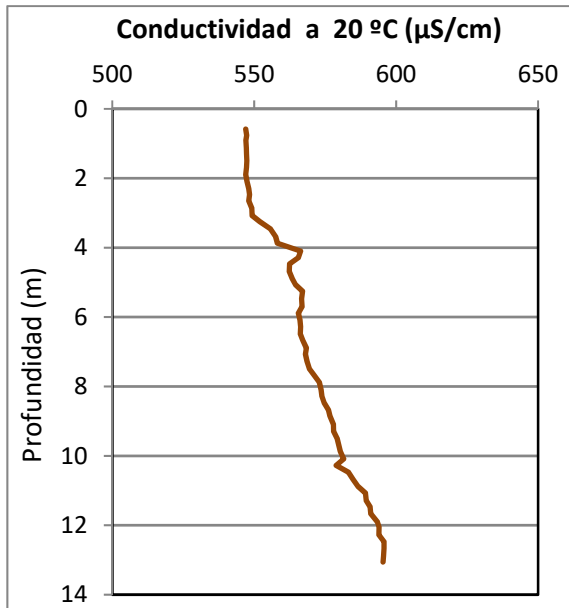
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 1,9 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 4,6 metros. Mientras que el resultado obtenido con el medidor fotoeléctrico fue de 6,0 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 6 m de profundidad) fue de 5,50 UAF.

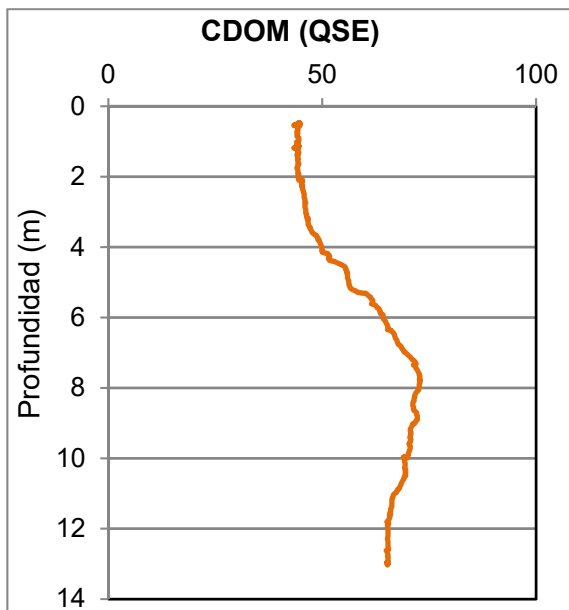


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan una concentración media de 5,06 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$) a partir de los 11 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 547 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie, y de 595 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. Valores mínimo y máximo del perfil respectivamente.



El CDOM del agua es de 44 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 65 QSE en el fondo.

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 2017 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	6,0
AMONIO	mg NH ₄ /L	0,042
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	19,15
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	0,65
NIO (NO ₃ + NO ₂)	mg N/L	0,27
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,61
SÍLICE	mg SiO ₂ /L	1,13
ALCALINIDAD	meq/L	2,96

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	2
CHRYSTOPHYCEAE	2
CHLOROPHYCEAE	10
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	3

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cel./ml	2453
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm³/ml	705611
Diversidad Shannon-Wiener		2,11
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Chlorophyceae
Nº células/ml		1523
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Coenochloris hindakii</i>
Nº células/ml		1156
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
µm³/ml		377376
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cyclotella ocellata</i>
µm³/ml		373480

La concentración de clorofila fue de 3,91 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura 6 con una línea roja).

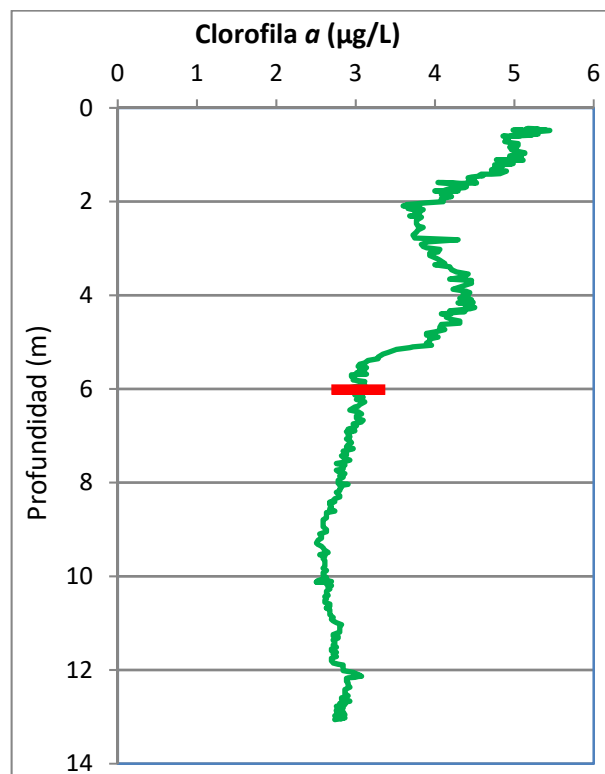


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (= <i>Lindavia ocellata</i>)	786,00	373.480,25	1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
BACIPARA0	<i>Bacillaria paradoxa</i> (= <i>Bacillaria paxillifer</i>)	1,84	3.896,65	
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	3,78	1.978,60	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	0,92	3.078,83	
	CHLOROPHYTA			
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	90,69	233.300,51	1
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>			1
COERECUB0	<i>Coelastrum reticulatum</i> var. <i>cubanum</i>	132,30	23.760,88	2



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	1.156,33	16.347,18	
DIDYCOMA0	<i>Didymocystis comasii</i>	22,67	237,43	
EUDORGEN0	<i>Eudorina</i> sp.	1,84	346,37	
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	26,45	685,58	1
MONORGEN0	<i>Monoraphidium</i> sp	7,56	373,96	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	15,12	886,41	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>			1
OONEOBES0	<i>Oonephris obesa</i>	41,57	24.681,04	2
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	29,40	985,23	4
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
STAUPARA0	<i>Staurastrum paradoxum</i>			1
	CYANOBACTERIA			
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>	3,78	247,32	
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	0,92	2.196,11	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.	3,78	1.772,82	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	128,48	17.356,27	1
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLOXYU0	<i>Euglena oxyuris</i>			1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	787,84	377.376,90	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	4,70	5.057,43	
	TOTALES CHLOROPHYTA	1.523,93	301.604,58	
	TOTALES CYANOBACTERIA	3,78	247,32	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	133,18	21.325,20	
	TOTALES ALGAS	2.453,42	705.611,44	

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 7 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 1 Copepoda
- 4 Rotifera

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	4,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	78,46
BIOMASA TOTAL	µg/L	145,01
Diversidad Shannon-Wiener		2,17
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cladóceros
individuos/L		35,38
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Diaphanosoma mongolianum</i>
individuos/L		28,23
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		82,92
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Diaphanosoma mongolianum</i>
µg/L		73,08
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 12 m
CLADÓCEROS: 14,80 %	COPÉPODOS: 61,024%	ROTÍFEROS: 23,96 %

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			
CERIDUBI0	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	6,15	9,85	1
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	29,23	73,08	2
	COPÉPODOS			
CYCLLACU0	<i>Cyclops cf lacustris</i>			1
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>			3
NEOLALLU0	<i>Neolovenula alluaudi</i>	24,23	60,33	2
DIAPTOFAM0	Fam. Diaptomidae			2
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,38	0,29	1
CONOHIPP0	<i>Conochilus hippocrepis</i>			1
CONOCGEN0	<i>Conochilus sp.</i>	6,15	0,62	
GASTSTYLO	<i>Gastropus stylifer</i>	1,54	0,31	1
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>			1
POLYLUMI0	<i>Polyarthra luminosa</i>	10,77	0,55	2
	Total Cladóceros	35,38	82,92	14,80
	Total Copépodos	24,23	60,33	61,24
	Total Rotíferos	18,85	1,76	23,96
	Total	78,46	145,01	100

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 considerando los indicadores especificados en la tabla 7 para los valores medios en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ($\mu\text{g P/L}$)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila <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	< 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 Gallipuéen.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	19,15	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	3,91	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,85	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	2453	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,00	MESOTRÓFICO

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

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

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

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

Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	< 10 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 Gallipuéen.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	2453	Moderado
		Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	3,91	Moderado
		Biovolumen algal (mm^3/L)	0,71	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,52	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,50	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,50	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	8,19	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	10,62	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			4	DEFICIENTE
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,85	Moderado
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,06	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	19,15	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)	≥ 0,433	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 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 Gallipué.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE_{norm}
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$)	3,91	0,66	0,76	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm^3/L)	0,71	1,08	1,05	Bueno o superior
			Media				0,91
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	1,91	0,997	0,93	Moderado
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,04	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media				0,96
		Media global					
INDICADOR BIOLÓGICO					2		BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE_{norm}			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,85	Moderado			
	Oxigenación	O_2 hipolimnética ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	5,06	Moderado			
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	19,15	Moderado			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3	MODERADO		
POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{norm}				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso