
RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LECHAGO



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 LECHAGO

AÑO DE EJECUCIÓN:

2015

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del embalse de Lechago desde el punto de toma de muestras.

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 geográfico y geológico</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>8</i>
3. TRABAJOS REALIZADOS	9
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	10
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i>	<i>10</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>13</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	<i>14</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>17</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	19
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	20
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	9
Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH	10
Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	11
Figura 4. Perfil vertical de la conductividad	12
Figura 5. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	15
Figura 6. Fotografía de la presa del embalse.....	26
Figura 7. Fotografía de la cola del embalse	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Lechago.....	8
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	14
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	15
Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	17
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	18
Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	19
Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Lechago.	19
Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	20
Tabla 7. Combinación de los indicadores.....	21
Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Lechago.	21
Tabla 9. 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).	22
Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	23
Tabla 11. Combinación de los indicadores.....	23
Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Lechago.....	24

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Lechago durante la campaña de muestreo del verano 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 1** 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 los apartados sucesivos se tratan 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 geográfico y geológico

El embalse de Lechago está situado en el extremo oriental de la cuenca de Almazán, sobre materiales del basamento paleozoico y mesozoico en la rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

El embalse de Lechago se sitúa en el término municipal de Calamocha, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Pancrudo.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de reciente construcción, de unas 210 ha de superficie y de geometría regular y alargada. La cuenca de drenaje del embalse de Lechago tiene una superficie de 2957 km². El embalse tiene una capacidad total de 18,16 hm³. En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse.

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Lechago.

Superficie de la cuenca	2957 km ²
Capacidad total N.M.N.	18,16 hm ³
Capacidad útil	18 hm ³
Superficie inundada	210 ha
Cota máximo embalse normal	891 msnm

Tipo de clasificación: 7. Monomítico, calcáreo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona no húmeda. En el verano de 2015 existe termoclina y se sitúa entre los 4 y los 9 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica se sitúa alrededor de los 10,5 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, muy inferior a la estimación mediante el disco de Secchi, que estima que la luz llega hasta el fondo.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Lechago para el año hidrológico 2014-2015 no pudo ser calculado debido a la ausencia de datos de salidas de caudal en la web de la CHE.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan a abastecimiento humano y a paliar el déficit hídrico de los riegos del bajo Jiloca. También contribuye al mantenimiento de los caudales ecológicos mínimos del río Jiloca, permitiendo el desarrollo de usos recreativos y turísticos.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Lechago 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 la categoría de zonas de extracción de agua para consumo humano.

3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 1). Se ha completado una campaña de muestreo el 8 de Julio 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.

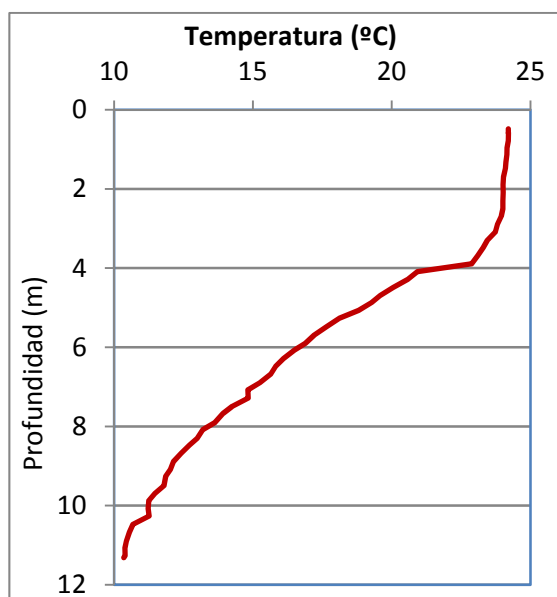


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse

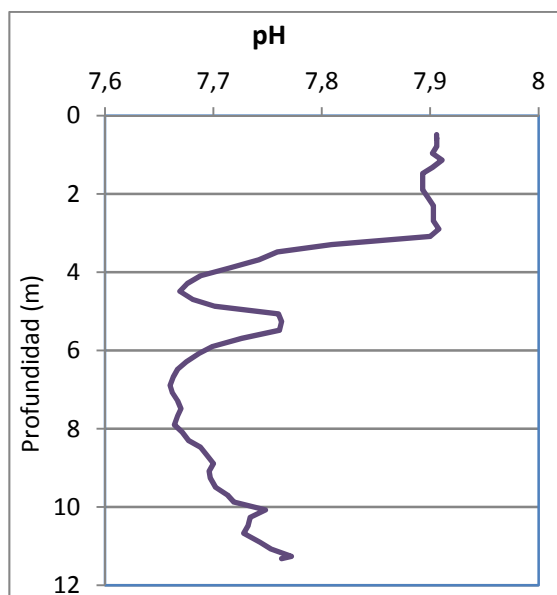
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

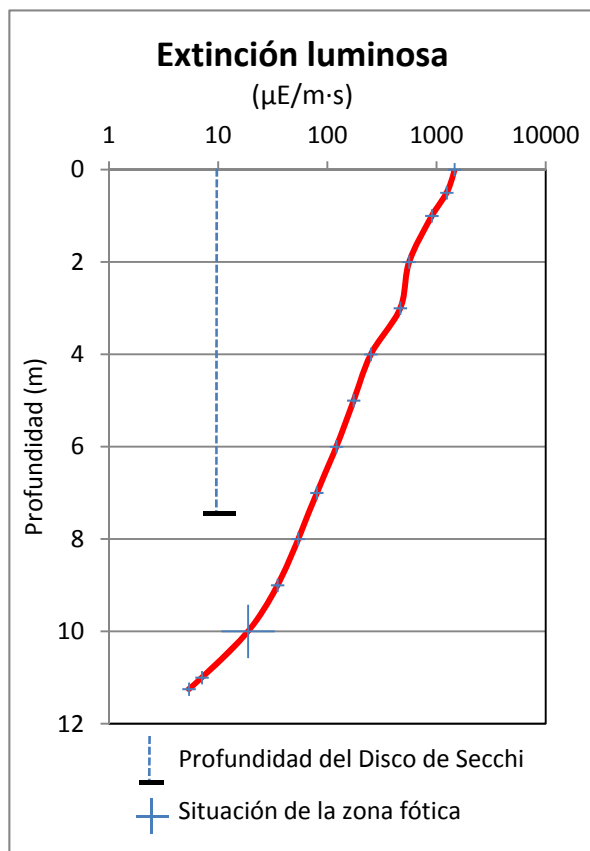


La temperatura del agua oscila entre los 10,35 °C en el fondo, y los 24,21 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (17 Junio 2015) no hay termoclina.



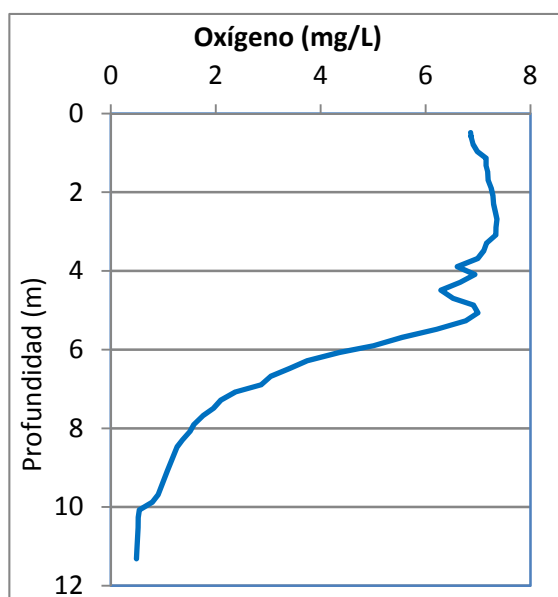
El pH del agua en superficie es de 7,91, máximo epilimnético. En el fondo el pH es 7,77. El mínimo estival se encuentra a los 7 m de profundidad, con un pH de 7,66.

Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH.



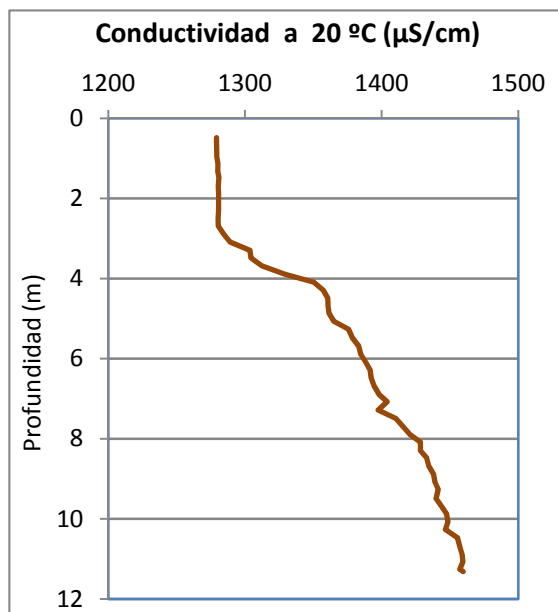
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 7,40 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica que llegaría hasta el fondo, muy similar a la profundidad obtenida con el medidor fotoeléctrico, que es de 10,5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 9 m de profundidad) fue de 2,52 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan una concentración media de 4,24 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) a partir de los 7,5 metros de profundidad.

Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 1279 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie (valor mínimo) y de 1457 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo, el valor máximo del perfil.

Figura 4. 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 23,64 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 2,10 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,03 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,72 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó de 0,094 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 16,24 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,88 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton de las muestras del embalse de Lechago se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	2
CHLOROPHYCEAE	5
CRYPTOPHYCEAE	4
EUGLENOPHYCEAE	2

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	1535
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	461819
Diversidad Shannon-Wiener		1,56
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cryptophyceae
Nº células/ml		1535
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)*</i>
Nº células/ml		1098
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Cryptophyceae
µm³/ml		446756
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cryptomonas erosa var. reflexa</i>
µm³/ml		322911

* Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

La concentración de clorofila fue de 3,24 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado con una línea roja en la figura 6.

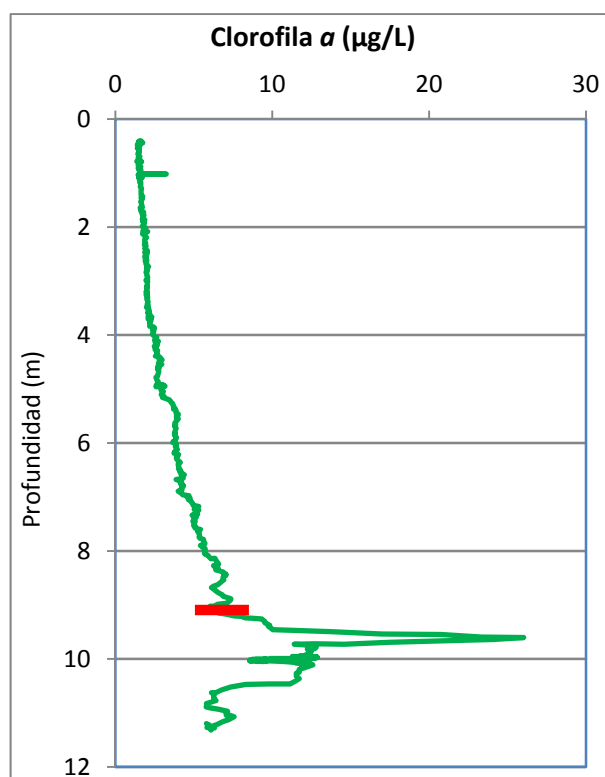


Figura 5. Perfil vertical de la clorofila a

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 /PENNALES/			
CYMBMINU0	<i>Cymbella minuta</i>			1
GYROACUM0	<i>Gyrosigma acuminatum</i>			1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>			1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	1	466	1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna (=Fragilaria ulna)</i>	1	1.753	1
	CHLOROPHYTA			
CHORCHOD0	<i>Choricystis chodatii</i>	46	1.501	
DIDYCOMA0	<i>Didymocystis comasii</i>			1
DIDYFINA0	<i>Didymocystis fina</i>	2	25	
ELAKGELA0	<i>Elakathrix gelatinosa</i>			1
OOCYBORG0	<i>Oocystis borgei</i>			2
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>			1

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	1	134	2
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	28	5.090	5
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	19	1.360	1
	CYANOBACTERIA			
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.			1
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERS0	<i>Cryptomonas erosa</i>			1
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	135	322.911	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	96	54.894	1
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>			1
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	102	14.673	1
PLAGNANNO0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	1.098	54.278	1
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLAGILO0	<i>Euglena agilis</i>			1
EUGLOXYU0	<i>Euglena oxyuris</i>			1
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.	5	3.482	1
LEPOOVUM0	<i>Lepocinclis ovum</i>	0,3	1.252	2
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	2	2.219	
	TOTALES CHLOROPHYTA	96	8.110	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	1.432	446.756	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	5	4.734	
	TOTALES ALGAS	1.535	461.819	

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

- 2 Cladocera
- 2 Copepoda
- 5 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	6,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	141,32
BIOMASA TOTAL	µg/L	263,74
Diversidad Shannon-Wiener		2,29
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		59,86
TAXÓN PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Daphnia longispina</i>
individuos/L		51,73
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		196,77
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i>
µg/L		196,58
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 11 m
CLADÓCEROS: 22,51 %		
COPÉPODOS: 38,96 %		
ROTÍFEROS: 38,53 %		

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			
ALONAGEN0	<i>Alona</i> sp.	0,19	0,19	
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	51,73	196,58	22,51
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	3,92	2,43	2,60
	<i>Cyclops divergens</i>			1,73
NEOLALLU0	<i>Neolovenula alluaudi</i>	25,61	52,63	21,65
CYCLOPFAM	Ciclópido			12,99
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	4,69	3,52	1,73
HEXAOXYU0	<i>Hexarthra oxyuris</i>	35,00	7,28	20,35
KERAQUAD0	<i>Keratella quadrata</i>	1,08	0,13	
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	17,69	0,90	15,15
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>			1,30
SYNCKITIO	<i>Synchaeta kitina</i>	1,40	0,07	
	Total Cladóceros	51,92	196,77	22,51
	Total Copépodos	29,53	55,06	38,96
	Total Rotíferos	59,86	11,91	38,53
	Total	141,32	263,74	100

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 Lechago.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	23,64	Mesotrófico
CLOROFILA a	3,24	Mesotrófico
DISCO SECCHI	7,35	Ultraoligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1535	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,5	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a tres de los parámetros seleccionados, el fósforo total (PT), la concentración de clorofila a y la densidad algal, clasifican al embalse como mesotrófico. Mientras que la transparencia (DS) otorga al embalse un estado de ultraoligotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de LECHAGO 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	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 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 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 Lechago.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	1535	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,24	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,46	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,24	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,00	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,44	Bueno o superior
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,95	Moderado	
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	7,11	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3	MODERADO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	7,35	Muy bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	0,68	Malo
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	23,64	Moderado
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			1	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B⁺/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 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 9. 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 12. Parámetros, rangos del RECT 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			>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 Lechago.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE_{norm}
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	3,24	0,80	0,86	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm^3/L)	0,46	1,65	1,40	Bueno o superior
			Media			1,13	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	27,43	0,933	0,57	Deficiente
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media			0,78	
Media global						0,96	
INDICADOR BIOLÓGICO					0,96		BUENO o SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PE_{norm}	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	7,35			Muy bueno	
	Oxigenación	O_2 hipolimnética ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	0,68			Malo	
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	23,64			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				1			MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{norm}				MODERADO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 6. Vista de la presa del embalse



Figura 7. Vista del punto de acceso