

---

## SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2019

### INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LA LOTETA

---



**ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**



---

## SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2019

---

### PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

### SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

### DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Vicente Sancho-Tello y María José Rodríguez Pérez

### EMPRESA CONSULTORA:

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

### EQUIPO DE TRABAJO:

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

### PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

17.772,83 €

### CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE LA LOTETA

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2019

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2019



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse de La Loteta desde el punto de acceso al embalse.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2019). Seguimiento de embalses 2019. 188 págs. más anejos.  
Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

## ÍNDICE

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

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

---

### ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

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

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de La Loteta.....	8
<b>Tabla 1.</b> Concentración de los diferentes nutrientes analizados en las muestras integradas.....	14
<b>Tabla 3.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
<b>Tabla 4.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
<b>Tabla 5.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	19
<b>Tabla 6.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	20
<b>Tabla 7.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	21
<b>Tabla 8.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Loteta. ....	21
<b>Tabla 9.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	22
<b>Tabla 10.</b> Combinación de los indicadores.....	23
<b>Tabla 11.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Loteta. ....	23
<b>Tabla 12.</b> 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). ....	24
<b>Tabla 13.</b> Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	25
<b>Tabla 14.</b> Combinación de los indicadores.....	25
<b>Tabla 15.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de La Loteta.....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse La Loteta durante los muestreos de 2019 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano de 2019, correspondiente al año hidrológico 2018-2019).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

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

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

### 2.1. **Ámbito geográfico y geológico.**

La presa de La Loteta está emplazada en el arroyo del Carrizal, en la margen derecha del río Ebro, en los términos municipales de Gallur y Boquiñeni, en la provincia de Zaragoza.

El área del embalse se encuentra enclavada geológicamente dentro del relleno terciario del sector central de la Depresión del Ebro. Corresponde a un episodio evaporítico continental de edad miocena (concretamente Aragoniense) dentro de la Formación Zaragoza, en el Miembro de Yesos de Mediana. Litológicamente, la cimentación de la presa está compuesta básicamente por dos series subhorizontales alternantes de margas grises con abundantes

niveles de yesos y argilitas marrones y pardo-rojizas con escasa presencia de yeso. Por debajo de esta serie aparecen niveles salinos de halitas y glauberitas.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones. La cuenca de drenaje vertiente al embalse de La Loteta tiene una superficie de 30,71 km<sup>2</sup>, aunque las aportaciones principales de aguas provienen de otras cuencas, mediante un bombeo desde el Canal Imperial de Aragón o con caudales procedentes de la acequia de Sora y el futuro embalse recrecido de Yesa.

El embalse tiene una capacidad total de 104,85 hm<sup>3</sup>. Tiene una profundidad media entorno a los 10 m, mientras que la profundidad máxima es de 34 m.

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

**Tabla 1.** Características morfométricas del embalse de La Loteta.

Superficie de la cuenca	30,71 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	104,85 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	96,73 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	2,84 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	1086,70 ha
Cota máximo embalse normal	292 msnm

Se trata de un embalse todavía no clasificado dada su reciente construcción, aunque por sus características podría darse provisionalmente como del tipo de clasificación: 10. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.

En la fecha de la realización del muestreo, no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 5,5 metros determinado por medio de medidor fotoeléctrico, por medio del Disco de Secchi el valor obtenido ha sido de 2,8 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Loteta para el año hidrológico 2018-2019 fue de 42,67 meses.

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



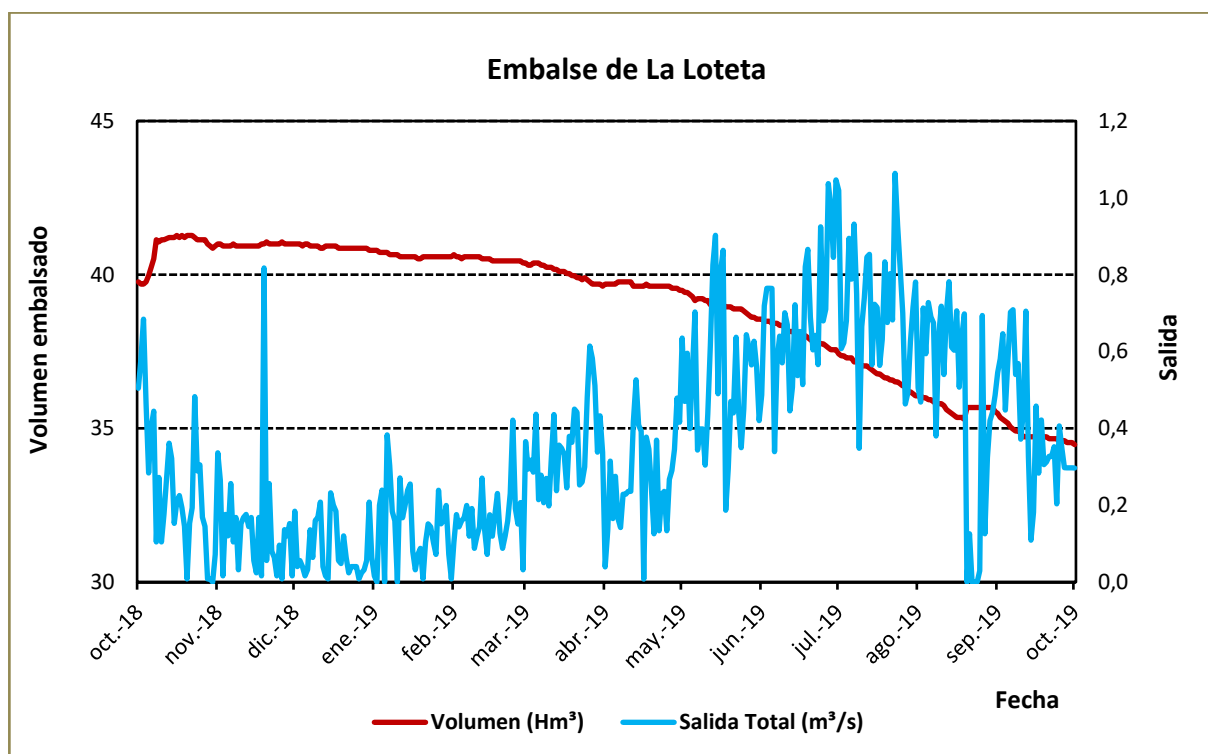


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2018-2019.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, el abastecimiento y también el recreativo.

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse La Loteta forma parte de las zonas designadas para la captación de agua destinada al consumo humano, según el artículo 7 de la Directiva Marco del Agua.

El embalse de La Loteta 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 zona 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 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 10 de Julio de 2019, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

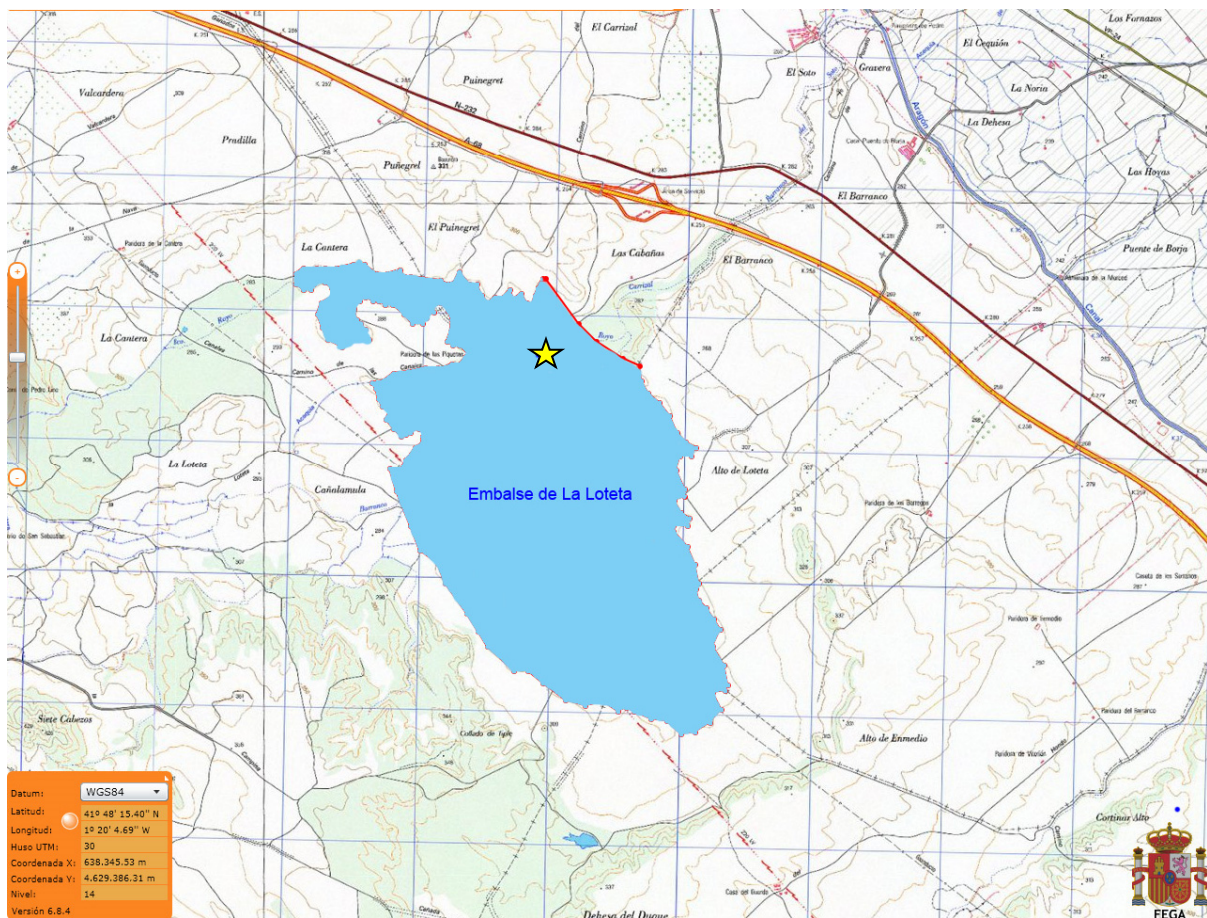
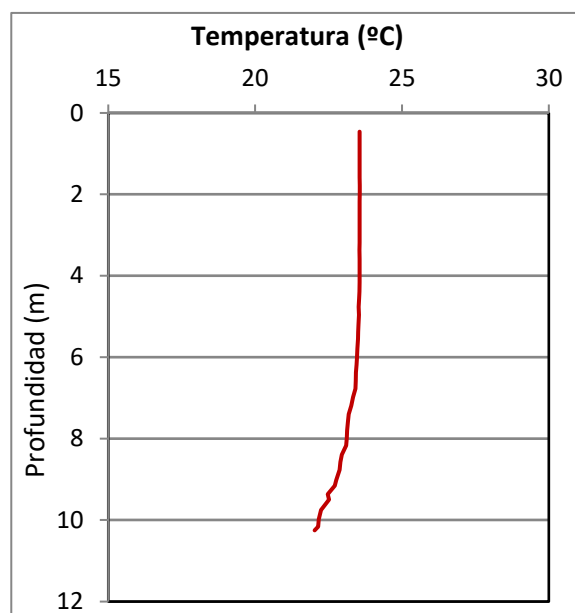


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

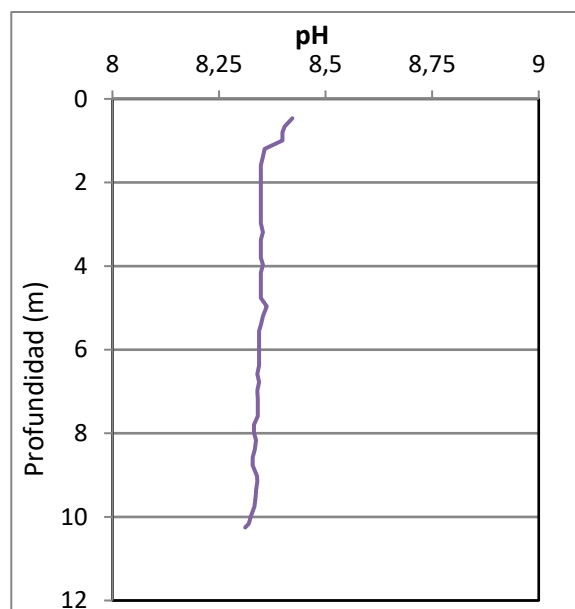
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

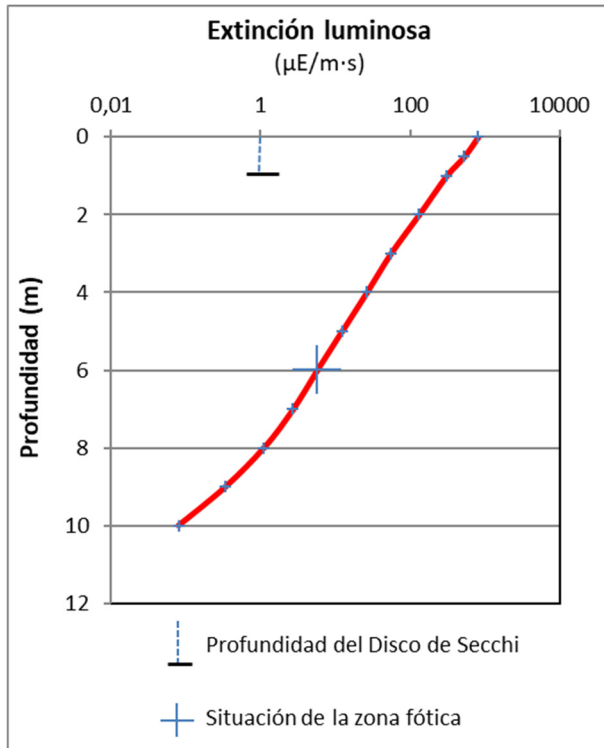


La temperatura oscila entre los 22,15 °C en el fondo y los 23,56 °C en superficie. En el momento del muestreo (Julio 2019) no se observa la existencia de termoclina.



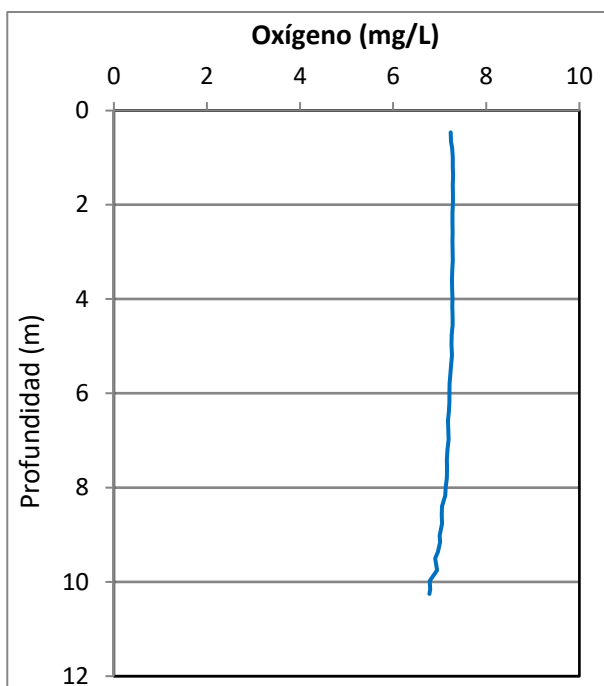
El pH en superficie es de 8,42, mientras que en el fondo el pH es de 8,31.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



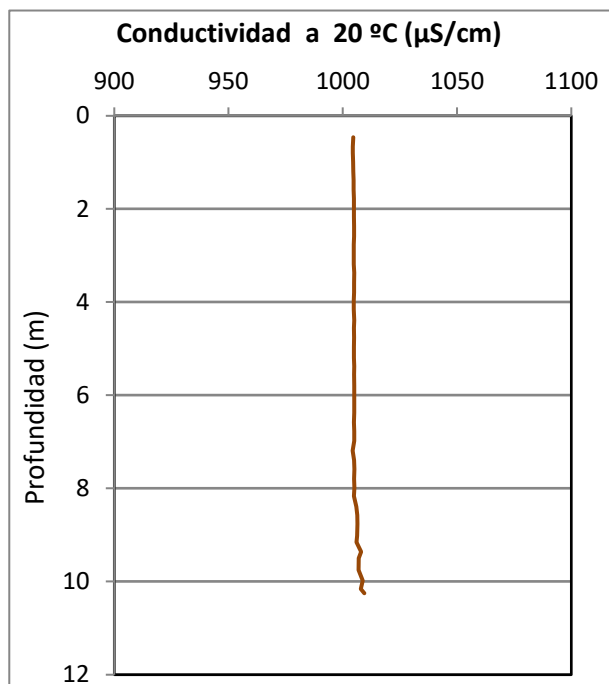
La transparencia del agua ofrece un registro en la lectura de disco de Secchi (DS) de 1,1 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 2,8 metros. Sin embargo la medición de la extinción luminosa mediante medidor fotoeléctrico de PAR ha mostrado que la zona fótica llega hasta los 5,5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 6 m de profundidad) fue de 6,77 UAF.

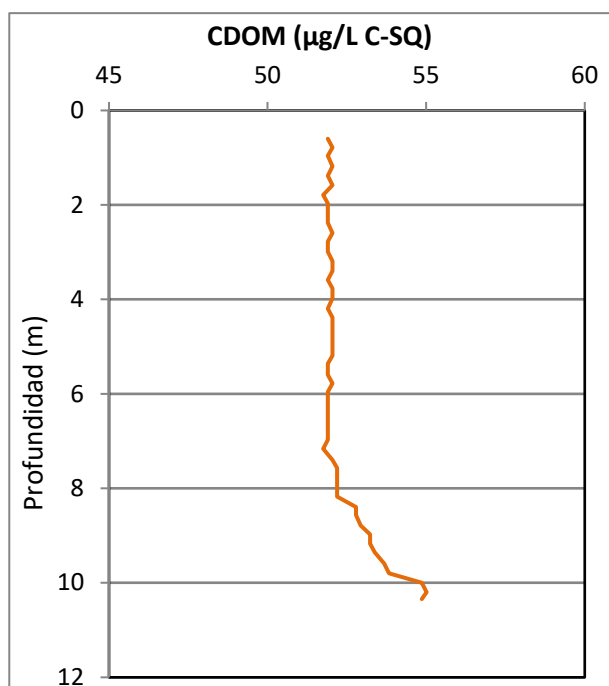


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en la zona de muestreo una concentración media de 7,17 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ).

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



La conductividad del agua oscila entre los 1004  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en superficie y los 1009  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo del embalse.



El CDOM del agua es de 52 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 55 QSE en el fondo. Valores mínimo y máximo del perfil vertical respectivamente.

**Figura 5.** Perfil vertical de la conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica.

## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2019 en la muestra integrada, se desprenden los resultados de la tabla 2.

**Tabla 2.** Concentración de los diferentes nutrientes -analizados en las muestras integradas.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	6,0
AMONIO	mg NH <sub>4</sub> /L	0,032
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	10,17
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	0,49
NIO (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg N/L	0,09
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,40
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /L	1,27
ALCALINIDAD	meq/L	1,39

#### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis cuantitativo de fitoplancton se han identificado un total de 24 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	7
CHRYSOPHYCEAE	2
CHLOROPHYCEAE	4
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	2
EUGLENOPHYCEAE	3

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 3:

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	nº cél./ml	235
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	175683
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		3,06
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Bacillariophyceae
<b>Nº células/ml</b>		91
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Cyclotella ocellata</i>
<b>Nº células/ml</b>		75,85
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Euglenophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		96516
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Euglena viridis</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		91955

La concentración de clorofila en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura 6 con una línea roja) fue de 1,83 µg/L.

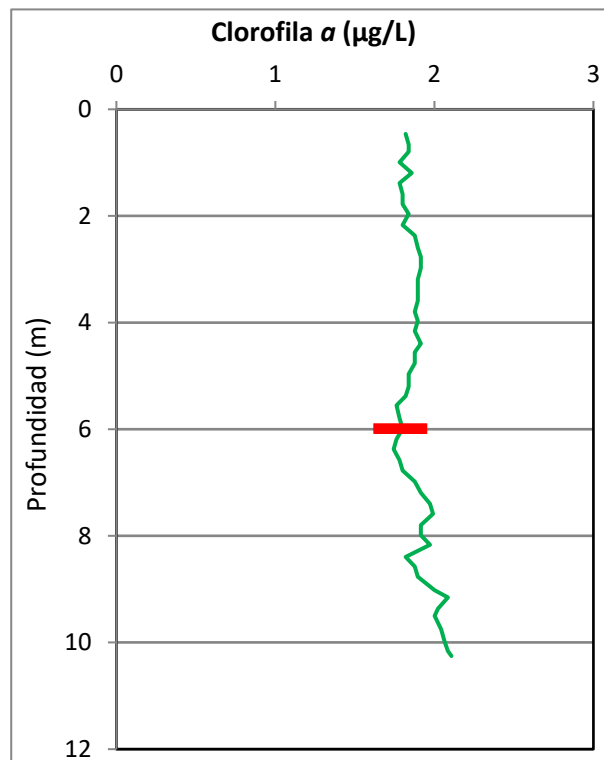


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila *a*.

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton, muestran los resultados de la tabla 4:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (=Lindavia ocellata)	75,58	29.678,98	1
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa)	5,67	10.096,79	1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ACHNMINU0	<i>Achnanthydium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)	2,83	70,85	
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>			1
GYROACUM0	<i>Gyrosigma acuminatum</i>			1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>	0,94	409,57	1
NAVICGEN0	<i>Navicula</i> sp.	0,94	1.903,16	
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	3,78	1.492,17	1
NITZSIGM0	<i>Nitzschia sigma</i>	0,94	6.275,45	1
SURIRGEN0	<i>Surirella</i> sp.			1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna (=Fragilaria ulna)</i>			1
	<b>CHRYSTOPHYCEAE</b>			
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	0,94	494,65	
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	0,94	30,23	
KEPHLITTO	<i>Kephyrion littorale</i>			1
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>			1
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>	1,84	120,27	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	3,78	678,66	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>			2
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	0,92	207,82	
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	5,67	1.017,99	
	<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
COSMLAEV0	<i>Cosmarium laeve</i>	1,89	1.495,82	
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
CHRODISP0	<i>Chroococcus dispersus</i>			1
GEITSPLE0	<i>Geitlerinema splendidum</i>			4
PLANAGAR0	<i>Planktothrix agardhii</i>			2
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.	48,89	959,93	1
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO	<i>Cryptomonas erosa</i>	3,78	9.032,48	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	4,72	2.690,89	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	39,68	5.360,02	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i>	1,89	71,23	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
GYMNOGEN0	<i>Gymnodinium</i> sp.	5,67	4.321,26	
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>	0,23	2.758,92	
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLOXYU0	<i>Euglena oxyuris</i>			1
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.	0,94	696,47	
EUGLVIRI0	<i>Euglena viridis</i>	20,78	91.955,37	1
STROFLUV0	<i>Strombomonas fluviatilis</i>	1,89	3.864,45	

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>91</b>	<b>49.927</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>2</b>	<b>525</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>12</b>	<b>2.025</b>	
	<b>TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE</b>	<b>2</b>	<b>1.496</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>49</b>	<b>960</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>50</b>	<b>17.155</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>6</b>	<b>7.080</b>	
	<b>TOTALES EUGLENOPHYCEAE</b>	<b>24</b>	<b>96.516</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>235</b>	<b>175.683</b>	

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 La Loteta se han identificado un total de 7 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladóceras
- 1 Copépodo
- 3 Rotíferos
- 1 Mollusca

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 5:

**Tabla 5.** Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	9,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	342,50
BIOMASA TOTAL	µg/L	119,43
Diversidad Shannon-Wiener		1,59
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Otros
individuos/L		209,04
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Dreissena polymorpha</i>
individuos/L		209,04
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Otros
µg/L		87,80
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Dreissena polymorpha</i>
µg/L		87,80
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 9 m
CLADÓCEROS: 1,70 %	COPÉPODOS: 1,44 %	ROTÍFEROS: 41,96 %

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 el cuadro 6:

**Tabla 6.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	(1 al 5)
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	4,42	5,75	1
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	1,92	4,81	1
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	21,92	16,15	1
	<b>ROTÍFEROS</b>			
HEXAMIRA0	<i>Hexarthra mira</i>	0,19	0,04	
LECALUNA0	<i>Lecane luna</i>			1
LECALUNI0	<i>Lecane lunaris</i>			1
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	27,31	1,39	3
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>	77,69	3,50	
	<b>OTROS</b>			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i> (Mejillón cebra)	209,04	87,80	3
	<b>Total Cladóceros</b>	6,35	10,56	
	<b>Total Copépodos</b>	21,92	16,15	
	<b>Total Rotíferos</b>	105,19	4,93	
	<b>Total Otros</b>	209,04	87,80	
	<b>Total</b>	342,50	119,43	

Clases de abundancia	% de presencia
1	<9
2	10-24
3	25-60
4	61-99
5	>99

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 7 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 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
<b>VALOR PROMEDIO FINAL</b>	<b>&lt; 1,8</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</b>

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 para cada campaña de muestreo.

**Tabla 8.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Loteta.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	10,17	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,83	Oligotrófico
DISCO SECCHI	1,10	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	235	Oligotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>2,75</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, la densidad algal y la concentración de clorofila *a* caracterizan el embalse como oligotrófico. Mientras que el fósforo total (PT) establece para el embalse un rango de mesotrofia, y la transparencia (DS) indica unas condiciones de eutrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de La Loteta ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 9, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, 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 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /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		
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&lt; 2,6</b>	<b>2,6 - 3,4</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</b>	
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 <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /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
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)</b>			<b>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Moderado</b>		
			<b>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 – 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</b>		

(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 La Loteta.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	235	Bueno o superior
		Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	1,83	Bueno o superior
		Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	0,18	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,84	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,91	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,20	Bueno o superior
	Zooplancton	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	8,22	Moderado
		<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,44	Deficiente
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>4</b>	<b>DEFICIENTE</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,10	Deficiente
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	7,17	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	10,17	Moderado
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PE<sub>exp</sub></b>				<b>DEFICIENTE</b>

## b) Aproximación normativa (*PE<sub>norm</sub>*)

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 <sup>3</sup>	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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	
			<b>Bueno o superior</b>	<b>Moderado</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Malo</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>&gt; 0,6</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>	
			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 <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /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
			<b>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Moderado</b>		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 – 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</b>		

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<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

**Tabla 15.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PE<sub>norm</sub>*) del embalse de La Loteta.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,83	1,42	1,30	Bueno o superior	
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,18	4,33	3,08	Bueno o superior	
			<b>Media</b>				<b>2,19</b>	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	-	-	-	-	
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,55	0,99	0,99	Bueno o superior	
			<b>Media</b>				<b>0,99</b>	
<b>Media global</b>							<b>1,60</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>2,0</b>			<b>BUENO O SUPERIOR</b>	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>		
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,10			Deficiente		
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	7,17			Bueno		
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	10,17			Moderado		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3,0</b>		<b>MODERADO</b>		
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>				

Nota: La métrica del IGA está descartada para el cálculo, ya que el porcentaje de grupos taxonómicos para el cálculo no superaba el 70 % respecto al biovolumen total.

## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 7.** Vista de la cola del embalse



**Figura 8.** Vista del punto de acceso