



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

2016

---

# 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 LA SOTONERA

---



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



### SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

### 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 LA SOTONERA

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2016

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2016



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Panorámica del embalse de La Sotonera.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2016). 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
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....</b>	<b>7</b>
2.1.    Ámbito geológico y geográfico	7
2.2.    Características morfométricas e hidrológicas	8
2.3.    Usos del agua	9
2.4.    Registro de zonas protegidas	9
<b>3. TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>11</b>
4.1.    Características fisicoquímicas de las aguas	11
4.2.    Hidroquímica del embalse	14
4.3.    Fitoplancton y concentración de clorofila	15
4.4.    Zooplancton	21
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>24</b>
<b>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....</b>	<b>25</b>
<b>7. COMPARATIVA VERANO-OTOÑO .....</b>	<b>30</b>

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 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 2015-2016. ....	9
<b>Figura 2.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse. ....	10
<b>Figura 3.</b> Perfiles verticales de la temperatura y pH. ....	11
<b>Figura 4.</b> Perfiles verticales de la extinción luminosa y oxígeno disuelto. ....	12
<b>Figura 5.</b> Perfiles verticales de conductividad .....	13
<b>Figura 6.</b> Perfiles verticales de clorofila <i>a</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> Vista de la presa del embalse .....	32
<b>Figura 8.</b> Vista del punto de acceso al embalse .....	32

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de La Sotonera .....	8
<b>Tabla 2.</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 en verano. ....	16
<b>Tabla 5.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en otoño. ....	18
<b>Tabla 6.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton. ....	21
<b>Tabla 7.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton en verano. ....	22
<b>Tabla 8.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton en otoño. ....	23
<b>Tabla 9.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	24
<b>Tabla 10.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Sotonera. ....	24
<b>Tabla 11.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	25
<b>Tabla 12.</b> Combinación de los indicadores. ....	26
<b>Tabla 13.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Sotonera. ....	26
<b>Tabla 14.</b> Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clases de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015). ....	27
<b>Tabla 15.</b> Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	28
<b>Tabla 16.</b> Combinación de los indicadores. ....	28
<b>Tabla 17.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de La Sotonera en verano. ....	29
<b>Tabla 18.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de La Sotonera en otoño. ....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de La Sotonera durante los muestreos de 2016 tanto en verano como en otoño 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 2016, correspondiente al año hidrológico 2015-2016).

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 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**

La presa de La Sotonera se sitúa dentro de los términos municipales de Huesca y Loporzano, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Sotón, afluente del

Gállego. Sin embargo, la principal aportación de aguas es desde este río por el canal que viene desde la presa de Ardisa, y la principal salida el Canal de Monegros.

La cubeta del embalse de La Sotonera se enclava en las litologías que se resumen en la siguiente tabla:

<b>TIPO LITOLOGÍA</b>	<b>ORIGEN</b>
Lutitas con intercalaciones de areniscas	DETRÍTICAS
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos principales)	DETRÍTICAS
Arcillas, limos y cantos, turba (Depósitos de áreas endorreicas, depósitos lacustres, turberas)	DETRÍTICAS
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	DETRÍTICAS
Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados	DETRÍTICAS

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones. La cuenca de drenaje vertiente al embalse de La Sotonera tiene una superficie de 2100 km<sup>2</sup>, aunque las aportaciones principales de aguas hemos comentado que provienen desde la presa de Ardisa por un canal de transferencia.

El embalse tiene una capacidad total de 189,38 hm<sup>3</sup>. Tiene una profundidad media de 10,3 m, mientras que la profundidad máxima es de 31,55 m.

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

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

Superficie de la cuenca	2100 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	189,38 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	181,58 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	1000 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	216 ha
Cota máximo embalse normal	421,64 msnm



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

No existe termoclina en ninguno de los dos muestreos realizados. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra a 10,5 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 5,6 m. Mientras que en otoño el límite inferior de la capa fótica según el medidor fotoeléctrico es de 5,5 m y de 2,75 según el Disco de Secchi.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Sotonera para el año hidrológico 2015-2016 fue de 6,06 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2015-2016.

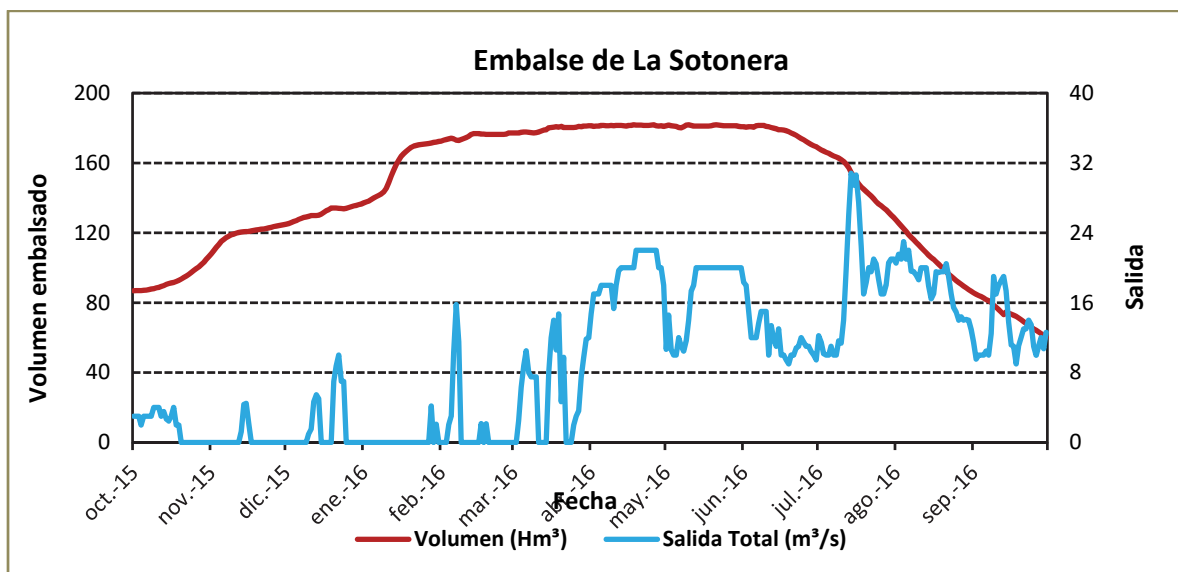


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016.

### 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 Sotonera 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 Sotonera 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 han completado dos campañas de muestreo, una en verano el 11 de Julio de 2016 y otra en otoño el 13 de Septiembre de 2016, en las 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.

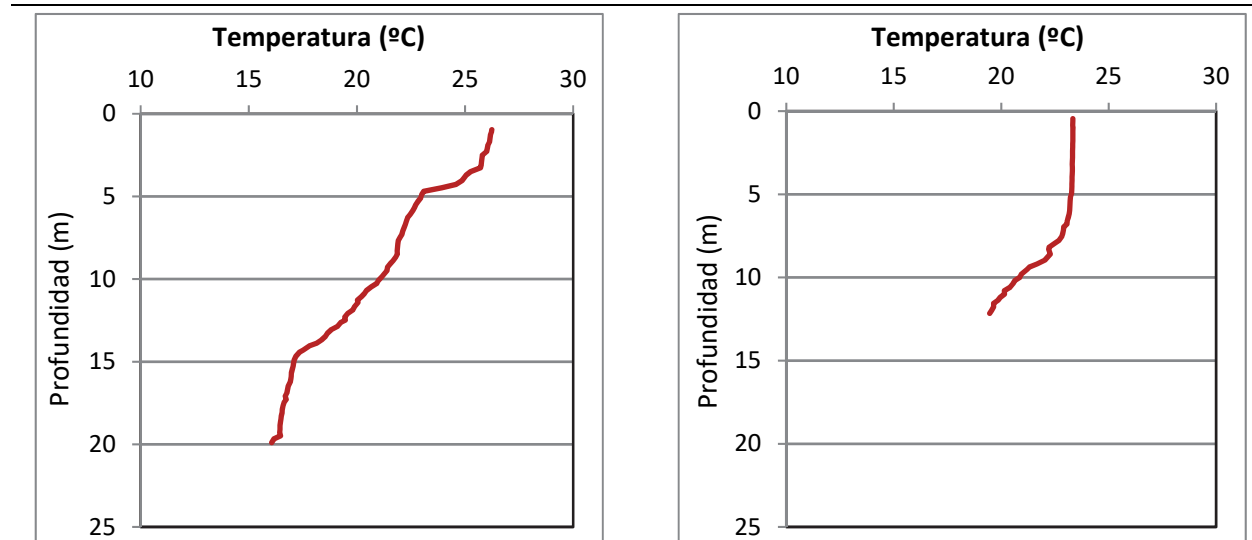


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

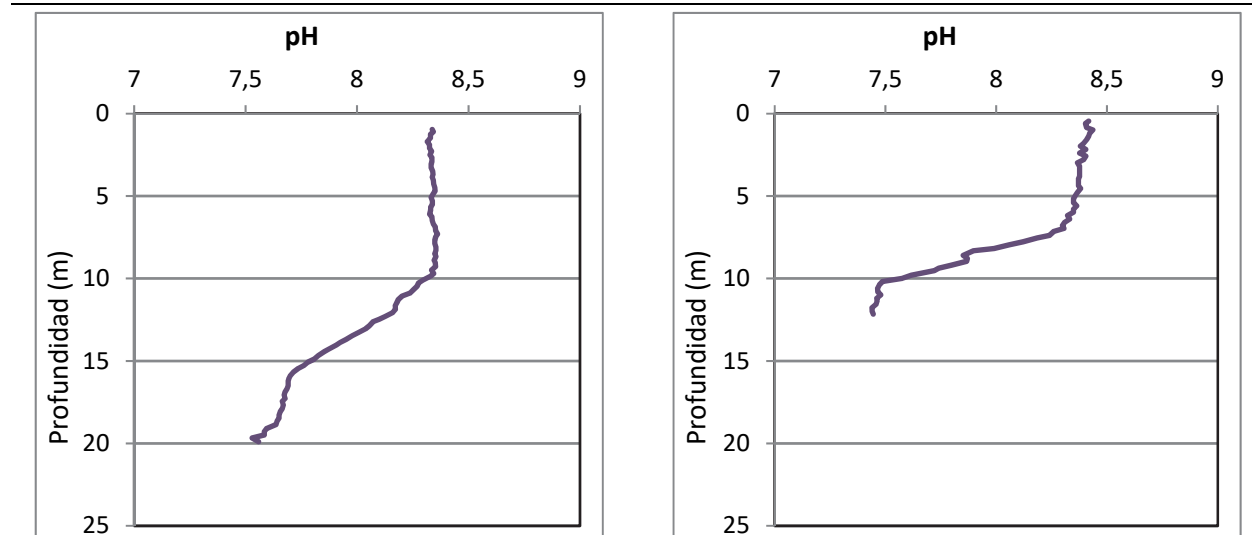
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

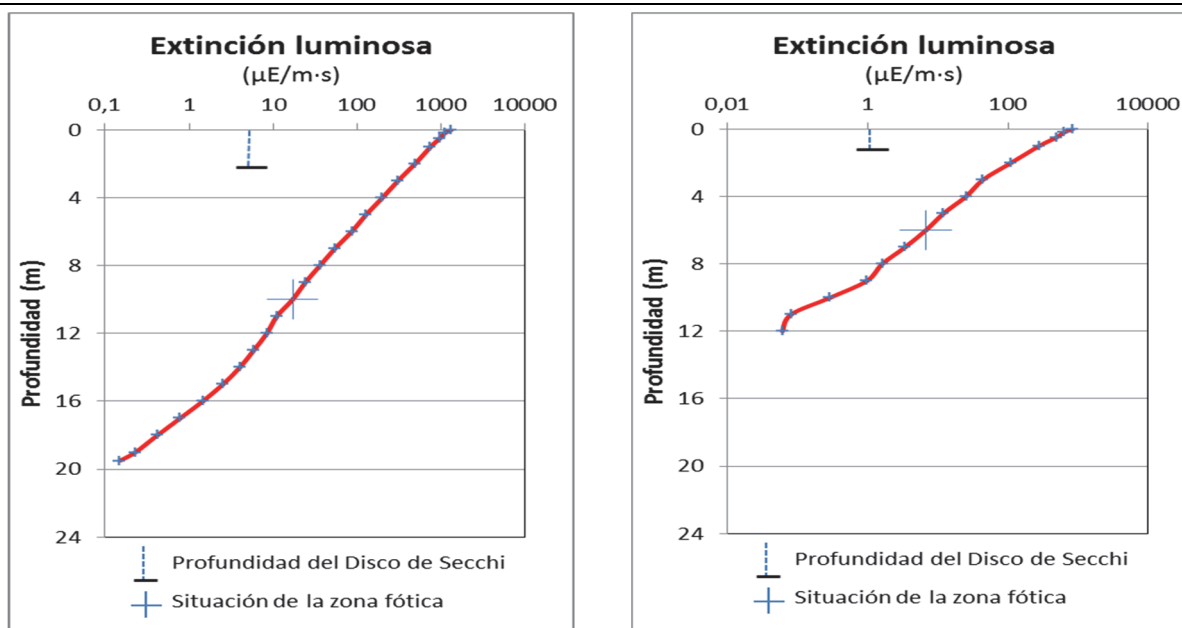


La temperatura del agua en verano oscila entre los 16,06 °C en el fondo y los 26,24 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (11 Julio 2016) no existe termoclina. En otoño tampoco existe termoclina, la temperatura es mucho más homogénea a lo largo del perfil, siendo de 23,33 °C en superficie y de 19,55 °C en el fondo.



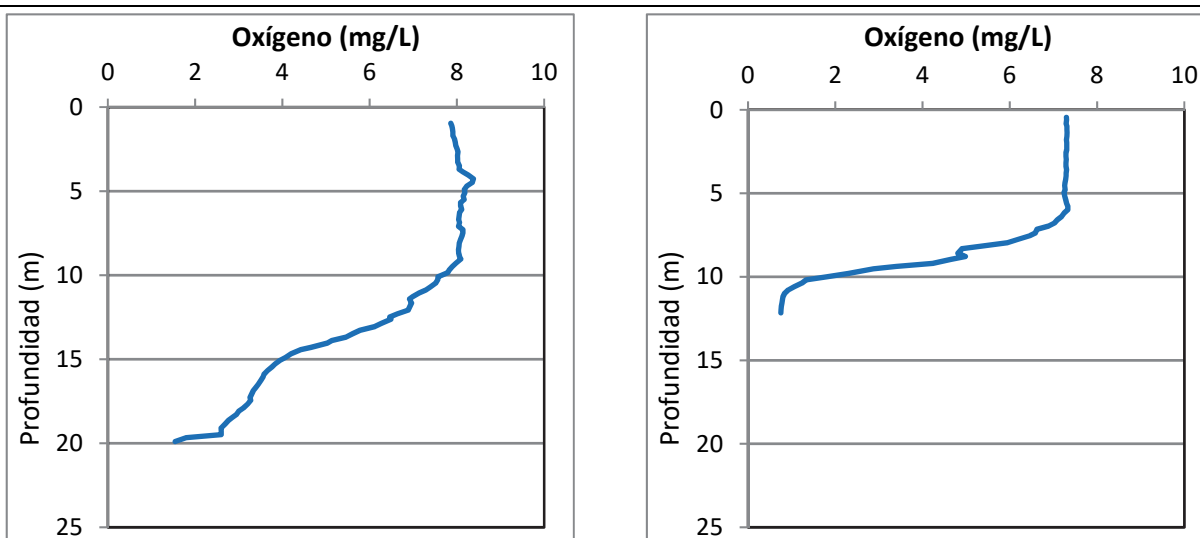
En verano el pH del agua en superficie es de 8,34 y, en el fondo de 7,56. En otoño el pH varía entre los 8,40 en superficie y los 7,45 del fondo.

**Figura 3.** Perfiles verticales de la temperatura y el pH.



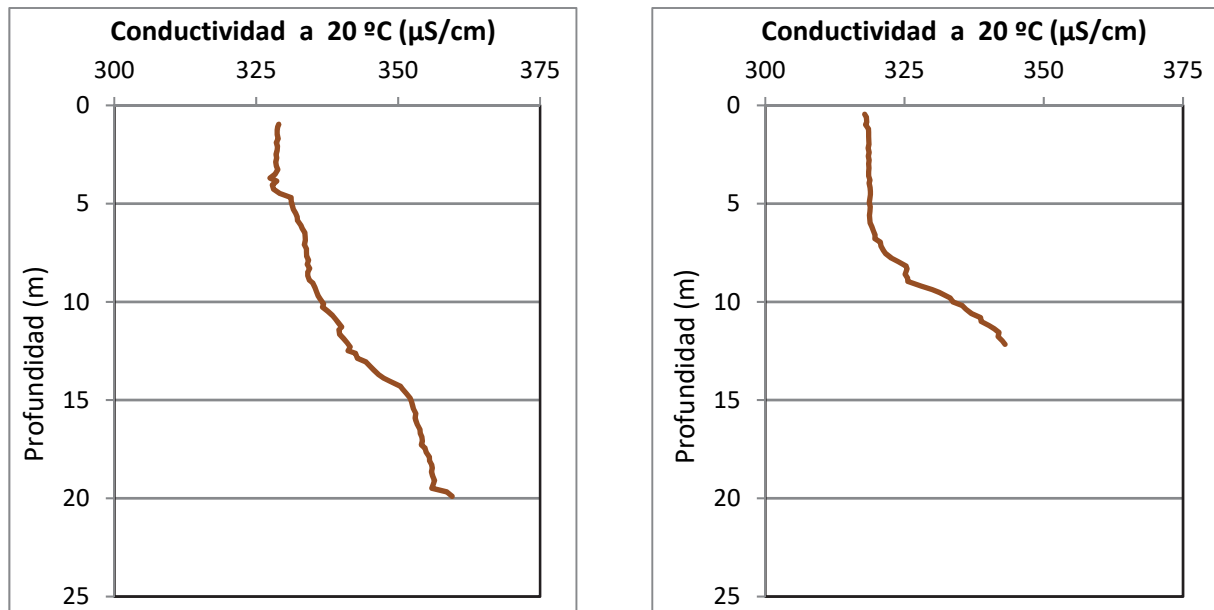
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 2,3 m en verano y de 1,1 m en otoño, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 5,6 m en verano y de 2,75 m en otoño. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico en verano es de 10,5 m y en otoño de 5,5 m, por lo que a efectos de muestreo se consideran estos espesores de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica fue de 1,68 UAF en verano y de 4,74 UAF en otoño.



En verano las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 6,28 mg/L. Mientras que en otoño alcanzan una concentración media de 5,47 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O<sub>2</sub>/L) en los dos muestreos, en verano en el último metro y en otoño en los tres últimos metros.

**Figura 4.** Perfiles verticales de la extinción luminosa y el oxígeno disuelto.



En verano la conductividad del agua es de 328  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 359  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo. En otoño, los valores registrados en superficie y fondo son 318  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 343  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente.

**Figura 5.** Perfiles verticales de conductividad.



## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en las campañas de 2016 en las muestras integradas, se desprenden los resultados de la tabla 2.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VERANO	OTOÑO
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	10,0	6,0
AMONIO	mg NH <sub>4</sub> /L	0,022	0,018
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	8,39	15,86
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	1,16	1,48
NIO (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg N/L	0,24	0,07
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,45	0,28
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /L	3,25	3,33
ALCALINIDAD	meq/L	2,52	2,24

#### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 37 especies en verano y 42 en otoño, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

	VERANO	OTOÑO
BACILLARIOPHYCEAE	3	4
CHRYSOPHYCEAE	6	4
SYNUROPHYCEAE	2	-
XANTHOPHYCEAE	1	3
CHLOROPHYTA	16	20
ZYGNEMATOPHYCEAE	1	-
CYANOBACTERIA	2	2
CRYPTOPHYCEAE	3	4
DINOPHYCEAE	3	1
EUGLENOPHYCEAE	-	2

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 3 y la composición detallada en las tablas 4 y 5.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES VERANO	VALORES OTOÑO
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	nº cél./ml	4761	1609
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	590655	444769
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		3,70	3,77
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Chlorophyceae	Bacillariophyceae
<b>Nº células/ml</b>		2438	590
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Monoraphidium nanum</i>	<i>Cyclotella ocellata</i>
<b>Nº células/ml</b>		993	581
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Dinophyceae	Cryptophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		237065	172223
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Ceratium hirundinella</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		206608	163713

La concentración de clorofila fue en la muestra integrada de verano fue de 3,38  $\mu\text{g/L}$ , mientras que en otoño fue de 3,69  $\mu\text{g/L}$ . Las profundidades de las muestras integradas se han indicado en la figura con una línea roja.

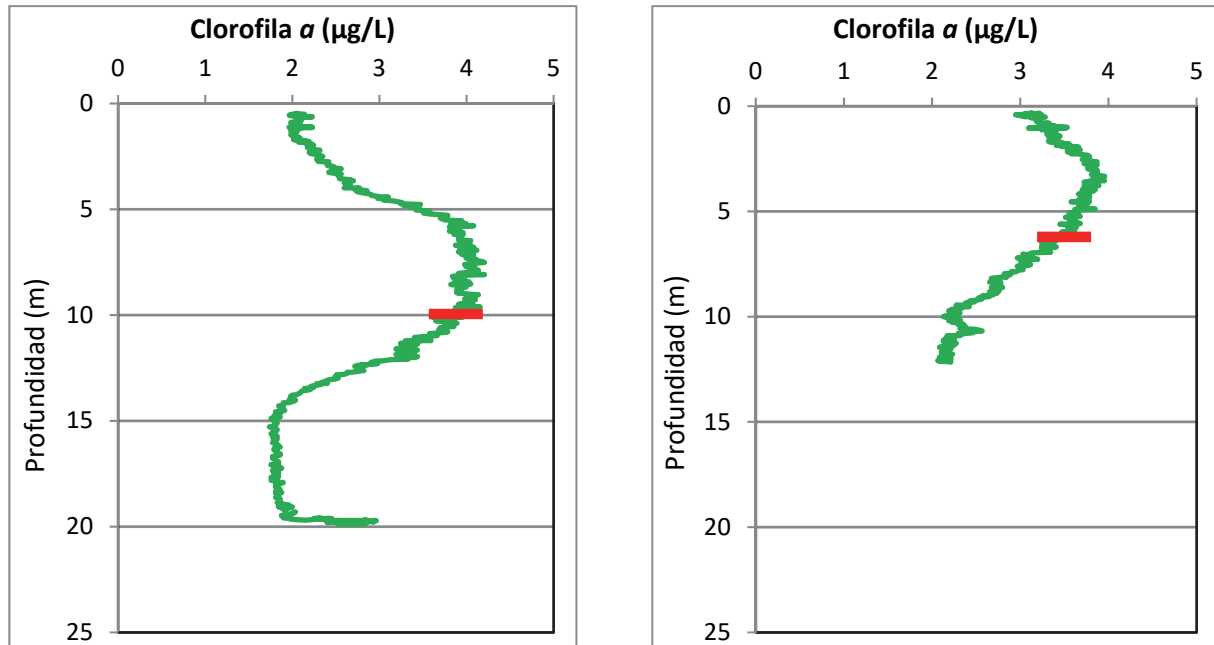


Figura 6. Perfiles verticales de clorofila a.

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, se muestran en la tabla 3 con los datos del muestreo de verano y en la tabla 4 con los datos del muestreo de otoño:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en verano.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (=Lindavia ocellata)	978,64	57646,55	1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ACHLADUB2	<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>dubia</i> (=Planothidium dubium)	15,17	9285,68	
ACHNMINU0	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)			1
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	15,17	6675,98	1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	22,76	728,29	
CHRYPLAN0	<i>Chrysolynos planctonicus</i>	37,93	3475,67	
DINOBAVA0	<i>Dinobryon bavaricum</i>	15,17	2643,50	
DINOCRENO	<i>Dinobryon crenulatum</i>	30,35	7785,51	1





COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	37,93	6608,75	2
KEPHLITTO	<i>Kephyrion littorale</i>	197,24	9914,61	
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis oviformis)	3,15	8161,72	1
MALLTONS0	<i>Mallomonas tonsurata</i>	3,15	7929,17	1
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	538,63	50764,71	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
COELPSEU0	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>	121,38	7944,40	
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	197,24	6609,74	
CRUCTETRO	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	91,04	6554,60	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	60,69	10899,72	
CHLOGLAR0	<i>Chlorolobion glareosum</i>	75,86	1986,10	
DACTSOCI0	<i>Dactylosphaerium sociale</i>			1
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>			1
GOLEKGEN0	<i>Golenkinia</i> sp.	1,57	824,42	
KERABICA0	<i>Keratococcus bicaudatus</i>	7,59	1191,66	
MONOARCU0	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	1,57	46,37	
MONOGRIF0	<i>Monoraphidium griffithii</i>			1
MONOMINU0	<i>Monoraphidium minutum</i>			1
MONONANU0	<i>Monoraphidium nanum</i>	993,81	24391,79	
NEPHSUBS0	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	91,04	2681,23	
PEDINGEN0	<i>Pedinomonas</i> sp.	470,35	5910,63	
PETAMINU0	<i>Petalomonas minuta</i>	15,17	9771,61	
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (=Scenedesmus linearis)	30,35	2542,21	
SCENDISC0	<i>Scenedesmus verrucosus</i> (=Scenedesmus disciformis)			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	242,76	27455,84	5
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	7,87	492,04	
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	30,35	2184,87	1
	<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
CLOSACUT0	<i>Closterium acutum</i>			1
COSMBIOC0	<i>Cosmarium bioculatum</i>	1,57	296,79	
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	157,45	82,44	
PSEUCATE0	<i>Pseudanabaena catenata</i>			1
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.	62,19	1221,17	
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	15,17	36266,88	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	37,93	21608,77	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	144,14	11006,30	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	4,72	206608,34	1
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	1,57	20841,24	
PERIPENR0	<i>Peridiniopsis penardiforme</i>			1
PERUMDEF2	<i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>defflandrei</i>	3,15	9615,99	2
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.			1
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>1008,98</b>	<b>73608,21</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>341,39</b>	<b>31156,33</b>	
	<b>TOTALES SYNUROPHYCEAE</b>	<b>6,30</b>	<b>16090,89</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>538,63</b>	<b>50764,71</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>2438,65</b>	<b>111487,23</b>	
	<b>TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE</b>	<b>1,57</b>	<b>296,79</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>219,65</b>	<b>1303,61</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>197,24</b>	<b>68881,95</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>9,45</b>	<b>237065,57</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>4761,86</b>	<b>590655,28</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

**Tabla 5.** Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en otoño.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (= <i>Lindavia ocellata</i> )	581,00	34223,57	2
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (= <i>Lindavia radiosa</i> )			1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
DIPLOVAL0	<i>Diploneis ovalis</i>	2,36	1825,26	1
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	4,72	2078,36	1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	2,36	932,61	
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	37,79	1209,23	1
DINOCREN0	<i>Dinobryon crenulatum</i>	16,53	4241,62	1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	2,36	411,49	2
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>			2
MONOOVAT0	<i>Monosiga ovata</i>			1
TREUTRIA0	<i>Treubaria triappendiculata</i>	2,36	424,16	
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis oviformis)			2
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	28,34	2671,11	
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	9,45	2804,66	
TRADYGEN0	<i>Trachydiscus</i> sp.	23,62	3561,48	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	2,36	6075,53	
COELPSEU0	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>	56,68	3709,87	
COERECU2	<i>Coelastrum reticulatum</i> var. <i>cubanum</i>			2
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	47,24	1582,88	
CRUCTETRO	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	18,89	1360,38	
CRUGPULC0	<i>Crucigeniella pulchra</i>	9,45	222,59	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	14,17	2544,97	
SCENHYST0	<i>Desmodesmus hystrix</i> (=Scenedesmus hystrix)	9,45	356,15	
DIACBELE0	<i>Diacanthos belenophorus</i>	2,36	89,04	
ELAKGELA0	<i>Elakathrix gelatinosa</i>	2,36	100,17	
LAGEQUAD0	<i>Lagerheimia quadriseta</i>	2,36	158,29	
NEPHSUBS0	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	30,70	904,28	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	18,89	1108,02	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	9,45	2136,89	2
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i> (=Monactinus simplex)			2
SCENACUM0	<i>Scenedesmus acuminatus</i>			1
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)	23,62	890,37	
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (=Scenedesmus linearis)	9,45	791,44	
SCENMAGN0	<i>Scenedesmus magnus</i>	4,72	395,72	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	191,30	21635,97	4
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	63,77	3985,50	1
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	9,45	680,19	
TROCHGEN0	<i>Trochiscia</i> sp.	4,72	3291,89	
	<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
COSMBIOC0	<i>Cosmarium bioculatum</i>	30,70	5787,40	1
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>	23,62	2057,43	
OSCILGEN0	<i>Oscillatoria</i> sp.			2



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.	93,29	1831,75	
SNOWARAC0	<i>Snowella arachnoidea</i>	11,81	6,18	
SPIRUGEN0	<i>Spirulina</i> sp.			1
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	68,49	163713,63	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	2,36	1345,45	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	70,85	5410,23	2
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i>	44,87	1754,36	1
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	2,36	103304,17	1
DIPLACUT0	<i>Diplopsalis acuta</i>			1
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>	2,36	2671,11	
PERUMDEF2	<i>Peridinium umbonatum var. deflandrei</i>	16,53	50483,94	2
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLAGILO	<i>Euglena agilis</i>			1
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.			1
PHACPLEU0	<i>Phacus pleuronectes</i>			1
STROFLUV0	<i>Strombomonas fluviatilis</i>			1
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>590,44</b>	<b>39059,80</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>59,04</b>	<b>6286,50</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>61,41</b>	<b>9037,25</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>531,40</b>	<b>52020,14</b>	
	<b>TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE</b>	<b>30,70</b>	<b>5787,40</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>128,72</b>	<b>3895,37</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>186,58</b>	<b>172223,67</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>21,26</b>	<b>156459,22</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>1609,55</b>	<b>444769,35</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 Sotonera se han identificado un total de 13 especies en el muestreo de verano y 13 en el muestreo de otoño, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

	VERANO	OTOÑO
Cladocera	4	4
Copepoda	2	2
Rotifera	6	6
Otros	1	1

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 6:

**Tabla 6.** Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES VERANO	VALORES OTOÑO
PROFUNDIDAD	m	12,0	8,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	184,23	421,15
BIOMASA TOTAL	µg/L	61,94	103,03
Diversidad Shannon-Wiener		1,73	0,58
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos	Rotíferos
individuos/L		134,62	302,50
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>	<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		127,31	278,85
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros	Otros
µg/L		24,19	36,67
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Dreissena polymorpha</i>
µg/L		14,75	36,67
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 18 m	0 - 12 m
VERANO	CLADÓCEROS: 12,08 %	COPÉPODOS: 18,98 %	ROTÍFEROS: 61,53 %
OTOÑO	CLADÓCEROS: 3,31 %	COPÉPODOS: 7,68 %	ROTÍFEROS: 86,29 %



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 7 los datos de verano y en la tabla 8 los datos de otoño:

**Tabla 7.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton en verano.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	11,35	14,75	11,17
CERIDUBI0	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	5,19	8,31	
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>			0,73
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>	0,19	0,65	0,12
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	0,19	0,48	0,06
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	12,69	13,91	18,98
NEOLALLU0	<i>Neolovenula alluaudi</i>	4,04	6,77	
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ANURFISS0	<i>Anuraeopsis fissa</i>			4,06
ASCOECAU0	<i>Ascomorpha ecaudis</i>	0,19	0,01	0,56
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	3,08	2,31	1,15
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	1,35	0,07	5,44
KERCOTEC1	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	0,38	0,02	5,20
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	127,31	6,49	44,43
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	2,31	0,77	0,71
	<b>OTROS</b>			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i>	15,96	6,70	7,41
	<b>Total Cladóceros</b>	<b>16,92</b>	<b>24,19</b>	<b>12,08</b>
	<b>Total Copépodos</b>	<b>16,73</b>	<b>20,68</b>	<b>18,98</b>
	<b>Total Rotíferos</b>	<b>134,62</b>	<b>9,67</b>	<b>61,53</b>
	<b>Total Otros</b>	<b>15,96</b>	<b>7,41</b>	<b>7,41</b>
	<b>Total</b>	<b>184,23</b>	<b>61,94</b>	<b>100</b>

**Tabla 8.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton en otoño.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	10,38	13,50	1,91
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	2,69	3,23	0,24
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>	0,77	2,62	0,26
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	1,92	4,81	0,90
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	14,04	22,73	7,68
NEOLALLU0	<i>Neolovenula alluaudi</i>	1,54	3,19	
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ANURFISS0	<i>Anuraeopsis fissa</i>	0,38	0,02	
ASCOECAU0	<i>Ascomorpha ecaudis</i>			0,26
KERACOC0	<i>Keratella cochlearis</i>	11,15	0,56	9,03
KERCOTEC1	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	1,54	0,08	0,50
KERAQUAD0	<i>Keratella quadrata</i>			0,01
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	278,85	14,22	68,69
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	10,38	1,35	7,79
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	0,19	0,06	
	<b>OTROS</b>			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i>	87,30	36,67	2,72
	<b>Total Cladóceros</b>	<b>15,77</b>	<b>24,15</b>	<b>3,31</b>
	<b>Total Copépodos</b>	<b>15,58</b>	<b>25,92</b>	<b>7,68</b>
	<b>Total Rotíferos</b>	<b>302,50</b>	<b>16,29</b>	<b>86,29</b>
	<b>Total Otros</b>	<b>87,30</b>	<b>36,67</b>	<b>2,72</b>
	<b>Total</b>	<b>421,15</b>	<b>103,03</b>	<b>100</b>

En los siguientes apartados se procederá al diagnóstico del estado trófico y potencial ecológico tanto normativo como experimental. Aunque la Directiva Marco del Agua exige que si solo se realiza un muestreo anual este se haga en el período más desfavorable, es decir, durante los meses de verano cuando en los embalses en estado deficiente se pueden producir floraciones persistentes, aquí calcularemos el estado trófico y potencial ecológico para los dos muestreos realizados. Sin embargo en la memoria general se han utilizado solo los resultados del promedio de los dos muestreos.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8 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 8.** 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 9 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 9.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Sotonera.

MUESTREO	VERANO		OTOÑO	
INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	8,39	Oligotrófico	15,86	Mesotrófico
CLOROFILA a	3,38	Mesotrófico	3,69	Mesotrófico
DISCO SECCHI	2,25	Mesotrófico	1,10	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	4762	Mesotrófico	604	Oligotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>2,75</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>	<b>3,00</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, en verano tanto la densidad algal como la transparencia y la concentración de clorofila a clasifican el embalse como mesotrófico, mientras que el fósforo total (PT) indica que estamos ante un embalse oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el muestreo de verano del embalse de LA SOTONERA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

Atendiendo a los criterios seleccionados, en otoño el fósforo total (PT) y la concentración de clorofila a determinan para el embalse un estado de mesotrofia. La densidad algal clasifica el embalse como oligotrófico, mientras que la transparencia establece para el embalse un estado de eutrofia. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el muestreo de otoño del embalse de LA SOTONERA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.



## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### a) Aproximación experimental (*PE<sub>exp</sub>*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 10.** 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 11:

**Tabla 11.** 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 12 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 12.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Sotonera.

Indicador	Elementos	Parámetros	VERANO		OTOÑO	
			Valor	Potencial	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cél./ml)	4762	Moderado	604	Bueno o superior
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	3,38	Moderado	3,69	Moderado
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,59	Moderado	0,45	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,13	Bueno o superior	3,54	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,78	Bueno o superior	3,38	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,38	Bueno o superior	2,58	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	6,22	Bueno o superior	8,45	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,70	Moderado	11,78	Deficiente
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,00</b>	<b>MODERADO</b>	<b>4,00</b>	<b>DEFICIENTE</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,25	Moderado	1,10	Deficiente
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/L O <sub>2</sub> )	6,28	Bueno	5,47	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	8,39	Bueno	15,86	Moderado
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>3,0</b>	<b>MODERADO</b>	<b>4,0</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>			<b>MODERADO</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 13 y 14, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 13.** 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 14.** 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 <sup>a</sup> (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 15.

**Tabla 15.** 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 las tabla 16 y 17 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 para los muestreos de verano y otoño.



**Tabla 16.** Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de La Sotonera para el muestreo de verano.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	$PE_{norm}$
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	3,38	0,77	0,84	Bueno o superior
			Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	0,59	1,29	1,18	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>1,01</b>
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,23	1,001	1,02	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,21	1,00	1,00	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>1,01</b>
<b>Media global</b>							<b>1,01</b>
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,01</b>			<b>BUENO O SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			$PE_{norm}$	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,25			Moderado	
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	6,28			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	8,39			Bueno	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3,0</b>		<b>MODERADO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <math>PE_{norm}</math></b>				<b>MODERADO</b>			

**Tabla 17.** Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de La Sotonera para el muestreo de otoño.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	$PE_{norm}$
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	3,69	0,70	0,79	Bueno o superior
			Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	0,45	1,69	1,43	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>1,11</b>
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,35	1,001	1,01	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	1,34	0,99	0,98	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>1,00</b>
<b>Media global</b>							<b>1,05</b>
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,05</b>			<b>BUENO o SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			$PE_{norm}$	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,10			Deficiente	
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	5,47			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	15,86			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>4,0</b>		<b>MODERADO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <math>PE_{norm}</math></b>				<b>MODERADO</b>			

## 7. COMPARATIVA VERANO-OTOÑO

En el muestreo de verano el embalse se encontraba al 85 % de su capacidad, con mala transparencia y una elevada densidad de fitoplancton. Con estas condiciones los resultados para el estado trófico daban un embalse mesotrófico y el potencial ecológico normativo clasificaba el embalse como moderado debido al indicador fisicoquímico.

En otoño la cantidad de agua embalsada se había reducido hasta el 38 % de capacidad del embalse. Y aunque se había reducido la densidad de fitoplancton, la transparencia se había reducido mucho, se había reducido la concentración de oxígeno en la columna y había aumentado la concentración de PT, lo que podría deberse al movimiento de sedimentos por la bajada del nivel de agua y a los fuertes vientos que se dan en la zona. Así, aunque se haya reducido la densidad algal, la baja transparencia, la baja oxigenación y la mayor concentración de PT, provocan que el estado trófico siga siendo mesotrófico y el potencial ecológico normativo siga siendo moderado.

Comentario aparte merece el potencial ecológico experimental, ya que en el muestreo de otoño establece un estado mucho peor para el embalse, deficiente, lo cual es debido a la comunidad de zooplancton.

El estado final obtenido para cada uno de los muestreos y para el valor promedio se muestra resumido en el cuadro siguiente:

	ESTADO TRÓFICO	INDICADOR FISIQUÍMICO	POTENCIAL ECOLÓGICO (PE <sub>exp</sub> )	POTENCIAL ECOLÓGICO (PE <sub>norm</sub> )
<b>Verano</b>				
<b>Otoño</b>				
<b>Promedio</b>				

Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Bueno o superior		Moderado	Deficiente	Malo



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---





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



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