



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

2017

---

# ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO VS. ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE 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



### 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:

2017

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Panorámica del embalse de La Sotonera desde la presa.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2017). Establecimiento de una metodología para el seguimiento del potencial ecológico vs. estado trófico de los embalses de la cuenca del Ebro. 212 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

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



## ÍNDICE

	Página
<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 geológico y geográfico</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>	

## 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 2016-2017. ....	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 y de la materia orgánica disuelta cromofórica .....	13
<b>Figura 6.</b> Perfiles verticales de clorofila <i>a</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> Vista de la presa del embalse .....	28
<b>Figura 8.</b> Vista del punto de acceso al embalse .....	28

### 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.....	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 Sotonera.....	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 Sotonera. ....	23
<b>Tabla 12.</b> Valores de referencia propios del tipo ( $VR_i$ ) y límites de cambio de clases 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 Sotonera. ....	26



## 1. INTRODUCCIÓN

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

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

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

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

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

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.

En el momento del muestreo no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 9,0 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 5,0 m.



El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Sotonera para el año hidrológico 2016-2017 fue de 6,31 meses.

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

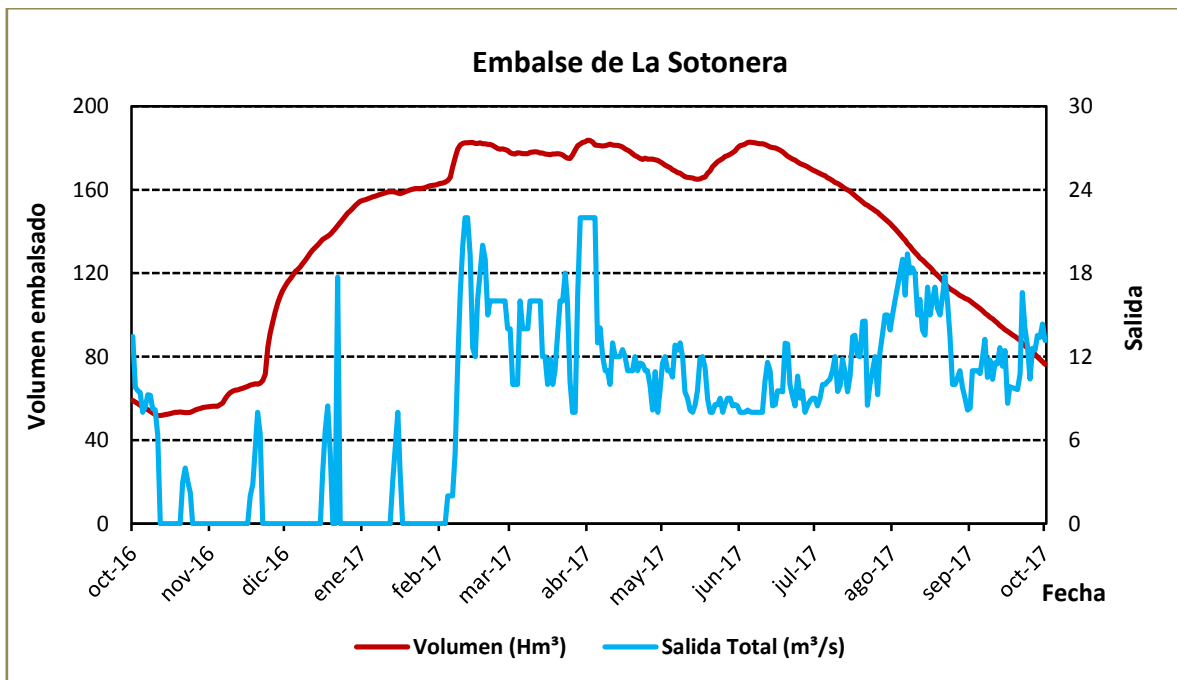


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse 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 ha completado una campaña de muestreo el 9 de Agosto de 2017, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

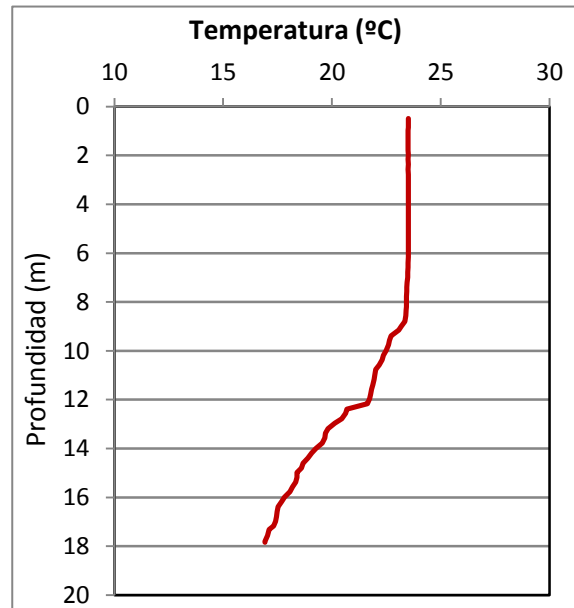


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

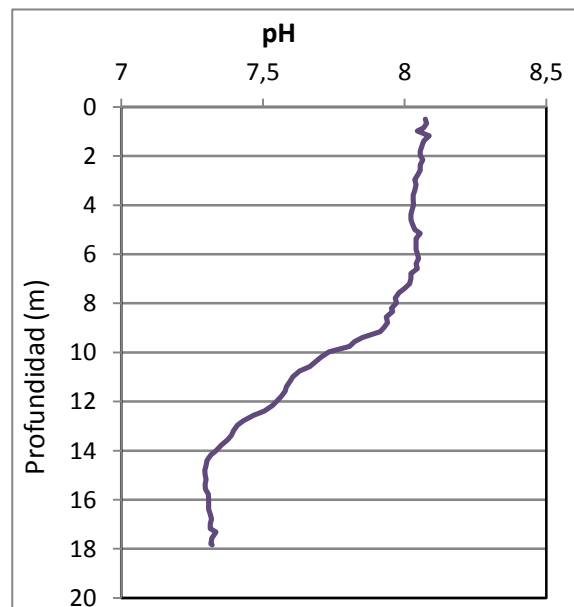
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

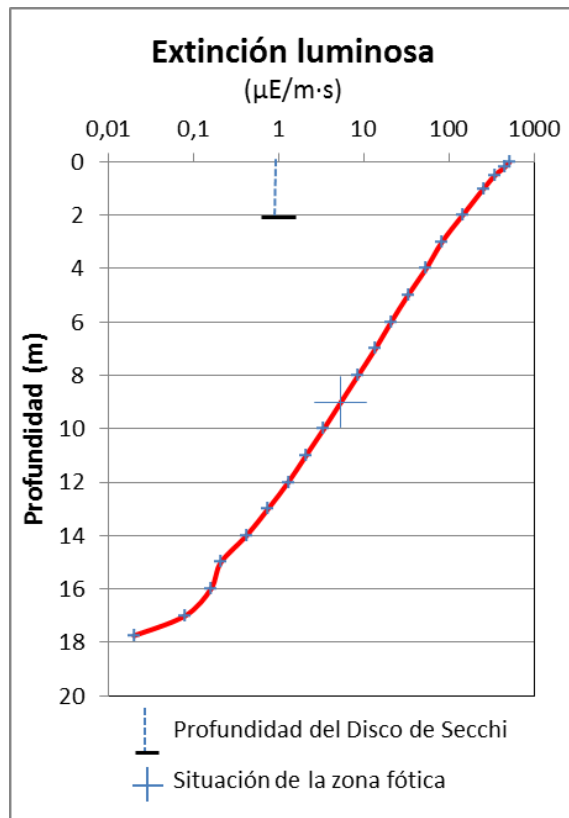


La temperatura del agua oscila entre los 16,93 °C – en el fondo- y los 23,52 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Agosto 2017) no existe termoclina.



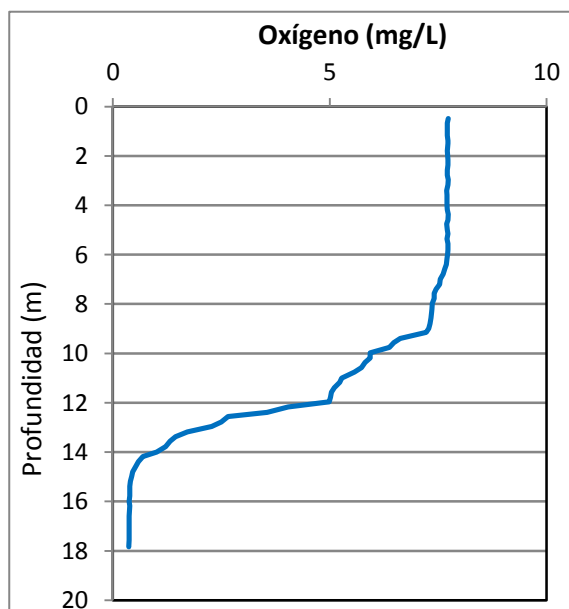
El pH del agua en superficie es 8,08, máximo epilimnético. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,32.

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



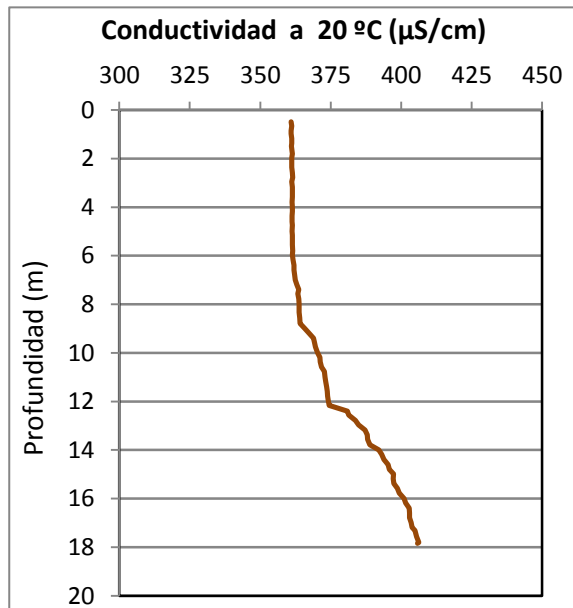
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 2,0 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 5,0 metros. Muy inferior a la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico, 9,0 m de profundidad.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 9 m de profundidad) fue de 2,34 UAF.

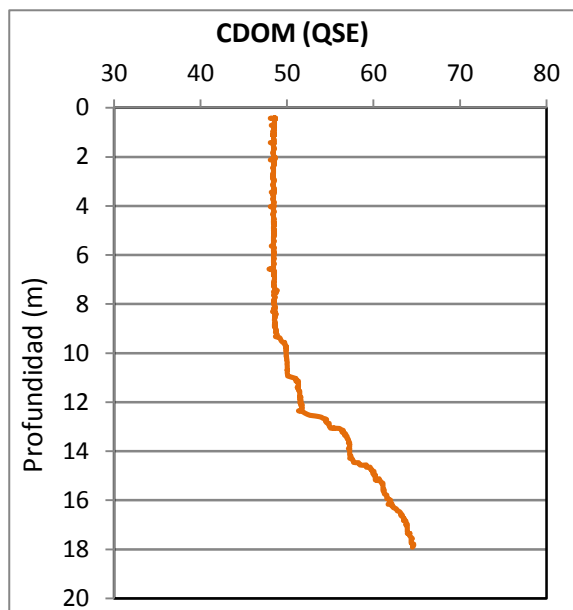


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 5,08 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ ) a partir de los 13 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 360  $\mu\text{S/cm}$  en la superficie y de 406  $\mu\text{S/cm}$  en el fondo del embalse, el valor máximo el perfil.



El CDOM del agua es de 48 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 64 QSE en el fondo, valor máximo de CDOM registrado.

**Figura 5.** Perfiles verticales de conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica.

## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en las campañas de 2017 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	VALOR
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	9,0
AMONIO	mg NH <sub>4</sub> /L	0,020
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	13,93
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	<0,01
NIO (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg N/L	0,38
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,54
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /L	3,12
ALCALINIDAD	meq/L	2,19

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 31 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	2
CHRYSTOPHYCEAE	3
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	17
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	3

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	nº cél./ml	8257
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	1108101
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		3,40
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Chlorophyceae
<b>Nº células/ml</b>		5189
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Coenochloris hindakii</i>
<b>Nº células/ml</b>		2313
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Dinophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		498417
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Ceratium hirundinella</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		375760

La concentración de clorofila fue de 4,58 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado con una línea roja en la figura 6.

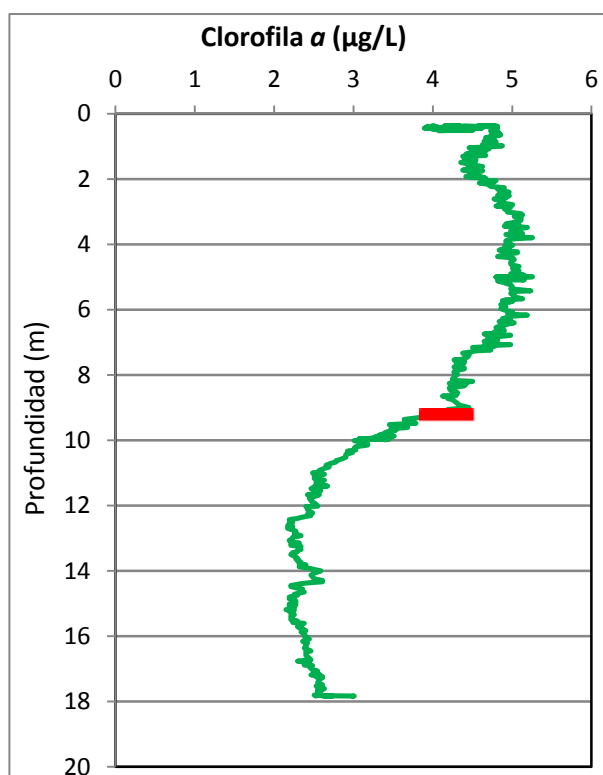


Figura 6. Perfiles verticales de clorofila a.

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	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> ( <i>Lindavia ocellata</i> )	94,83	14.597,83	1
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (= <i>Lindavia radiosa</i> )	18,97	38.609,78	1
STEPNEOA0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>			1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ACHNMINU0	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i> )			1
CYMBAFFI0	<i>Cymbella affinis</i>			1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	227,59	7.282,89	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	22,67	3.950,27	
KEPHLIT0	<i>Kephyrion littorale</i>	37,93	1.906,66	
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	379,32	35.749,80	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
CHORCHOD0	<i>Choricystis chodatii</i>	37,93	1.251,24	
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>	60,46	3.957,20	
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>			1





COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
COELPSEU0	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>	303,45	19.861,00	
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	2.313,83	77.537,34	
CRUCTETRO	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	90,69	6.529,84	
DICTPULC0	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	120,92	4.052,17	
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	56,90	2.413,11	
GOLEKGEN0	<i>Golenkinia</i> sp.	37,93	19.861,00	
LOBOPLAN0	<i>Lobocystis planctonica</i>			1
MONOCIRC0	<i>Monoraphidium circinale</i>	18,97	217,23	
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	94,83	2.457,80	
NEPHSUBS0	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	75,58	2.225,92	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	128,48	7.534,50	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>			1
PECTPYRA0	<i>Pectodyction pyramidale</i>			1
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>	30,23	15.115,38	1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>			1
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i>			1
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (=Scenedesmus linearis)	188,94	15.828,79	1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	1.213,81	137.279,22	4
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	151,73	9.482,93	1
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	264,52	19.045,38	1
	<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
STAUTETRO	<i>Staurostrum tetracerum</i>			1
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	1.896,59	993,05	
MERIELEG0	<i>Merismopedia elegans</i>			1
PLANRUBE0	<i>Planktothrix rubescens</i> (=Oscillatoria rubescens)			2
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	52,90	126.454,67	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	37,93	21.608,77	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	113,80	8.689,19	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	132,76	5.190,34	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	7,56	375.760,59	1
DIPLACUT0	<i>Diplopsalis acuta</i>			1
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawrikan</i>	11,34	18.804,60	
PERUMDEF2	<i>Peridinium umbonatum</i> var. deflandrei	34,01	103.852,68	1
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.			1
PHACTORT0	<i>Phacus tortus</i>			1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>113,80</b>	<b>53.207,61</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>288,20</b>	<b>13.139,82</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>379,32</b>	<b>35.749,80</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>5.189,21</b>	<b>344.650,04</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>1.896,59</b>	<b>993,05</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>337,39</b>	<b>161.942,96</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>52,90</b>	<b>498.417,87</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>8.257,40</b>	<b>1.108.101,15</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 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

Cladocera	2
Copepoda	2
Rotifera	10
Otros	1

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	VALORES
PROFUNDIDAD	m	3,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	2915,38
BIOMASA TOTAL	µg/L	344,90
Diversidad Shannon-Wiener		2,64
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		2689,23
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Keratella cochlearis</i>
individuos/L		988,65
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Rotíferos
µg/L		164,56
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Keratella cochlearis</i>
µg/L		49,43
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 17 m
CLADÓCEROS: 5,98 %	COPÉPODOS: 14,68 %	ROTÍFEROS: 76,07 %

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en la tabla 6 los datos de verano y en la tabla 8 los datos de otoño:

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

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	( 1 al 5)
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	33,85	44,00	1
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	16,92	20,31	1
DAPHCURV0	<i>Daphnia curvirostris</i>			1
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>	0,77	2,62	1
DAPHPARV0	<i>Daphnia parvula</i>	0,38	1,15	1
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	12,31	30,77	1
	<b>COPEÓDOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	5,00	24,72	1
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>			1
MACRALBI0	<i>Macrocyclus albidus</i>	0,38	3,08	
NEOLALLU0	<i>Neolovenula alluaudi</i>			1
CYCLOPFAM	Fam. Ciclopidae	98,46	29,31	2
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ANURFISS0	<i>Anuraeopsis fissa</i>	4,62	0,24	
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	1,54	1,15	1
HEXARGEN0	<i>Hexarthra</i> sp.	8,27	1,72	
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	988,65	49,43	2
KERCOTEC1	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	58,08	2,90	1
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	772,50	39,40	3
POLYEURY0	<i>Polyarthra euriptera</i>	116,35	15,13	2
POLYLUMI0	<i>Polyarthra luminosa</i>	91,35	4,66	2
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	157,88	20,53	1
POMPSULC0	<i>Pompholyx sulcata</i>	490,00	29,40	1
	<b>OTROS</b>			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i>	58,08	24,39	1
	<b>Total Cladóceros</b>	64,23	98,85	5,98
	<b>Total Copépodos</b>	103,84	57,10	14,68
	<b>Total Rotíferos</b>	2689,23	164,56	76,07
	<b>Total Otros</b>	58,08	24,39	3,26
	<b>Total</b>	2915,38	344,90	100,00

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

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

## 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 Sotonera.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	13,93	Mesotrófico
COLOROFLA a	4,58	Mesotrófico
DISCO SECCHI	2,00	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	8257	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>3,00</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a todos los criterios seleccionados, (fósforo total (PT), concentración de clorofila a transparencia y densidad algal), clasifican el embalse como mesotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el muestreo de verano del embalse de LA SOTONERA 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 a (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	
		Phytoplankton Assemblage Index (Q)	> 3	2-3	1-2	<1	
		Trophic Index (TI)	< 2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25	
		Phytoplankton Trophic Index (PTI)	> 3,4	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8	
	Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
Zooplancton	Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)	< 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 Sotonera.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	8257	Moderado
		Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	4,58	Moderado
		Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	1,11	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,53	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,26	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,53	Bueno o superior
		Fitoplancton	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,61
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,16	Moderado
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,00	Moderado
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	5,08	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	13,93	Moderado
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PE<sub>exp</sub></b>				<b>MODERADO</b>

## b) Aproximación normativa ( $PE_{norm}$ )

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B<sup>+</sup>/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 <sup>+</sup> /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
<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
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
<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 Sotonera para el muestreo de verano.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	4,58	0,57	0,70	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	1,11	0,69	0,80	Bueno o superior
			<b>Media</b>			<b>0,75</b>	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,58	1,000	1,00	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,09	1,00	1,00	Bueno o superior
			<b>Media</b>			<b>1,00</b>	
<b>Media global</b>						<b>0,88</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>2</b>			<b>BUENO O SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,00			Moderado	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,08			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	13,93			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3</b>			<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



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



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