
EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LA SOTONERA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

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

EQUIPO DE TRABAJO:

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

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

69.814,27 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE LA SOTONERA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2013

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2013

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista panorámica del embalse de La Sotonera.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2013). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 198 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

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

ÍNDICE

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

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2012-2013.	7
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.	8
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH	9
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	10
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	11
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	14
Figura 7. Fotografía de la presa del embalse	26
Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse	26
Figura 9. Fotografía de la cola del embalse	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de La Sotonera	8
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton	15
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton	16
Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton	19
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton	20
Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	21
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Sotonera	21
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	22
Tabla 9. Combinación de los indicadores.	23
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Sotonera.	23
Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).	24
Tabla 12. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	25
Tabla 13. Combinación de los indicadores.	25
Tabla 14. 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 2013 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 aspecto del embalse durante el periodo estudiado (verano 2013, correspondiente al año hidrológico 2012-2013).

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”, 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 Flumen, afluente del Alcanadre, en la cuenca del río Cinca. Sin embargo, la principal aportación de aguas es desde este río por el canal que viene desde la presa de Ardisa.

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

TIPO LITOLOGÍA	ORIGEN
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 km², aunque las aportaciones principales de aguas provienen desde la presa de Ardisa por un canal de transferencia y su salida es por el canal de Los Monegros.

El embalse tiene una capacidad total de 189,38 hm³. 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 ²
Capacidad total N.M.N.	189,38 hm ³
Capacidad útil	181,58 hm ³
Aportación media anual	1000 hm ³
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.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona no húmeda. 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 12 metros determinado por medio de medidor fotoeléctrico, muy similar al valor obtenido con el Disco de Secchi, que ha sido de 12,5 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Sotonera para el año hidrológico 2012-2013 fue de 4,02 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2012-2013.

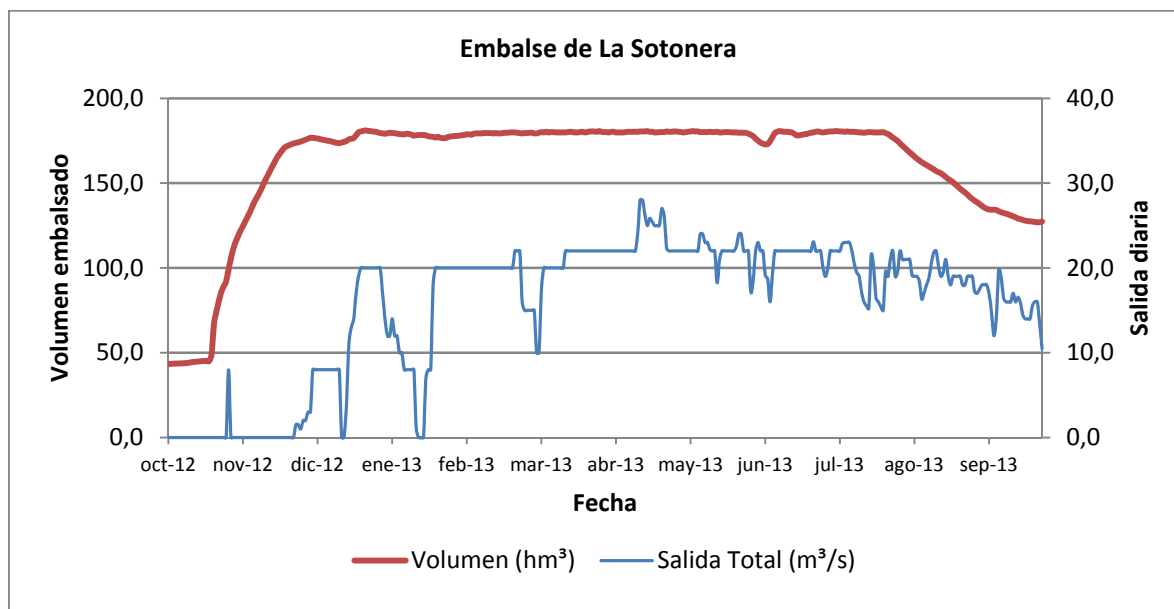


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2012-2013.

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 Julio de 2013, 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.

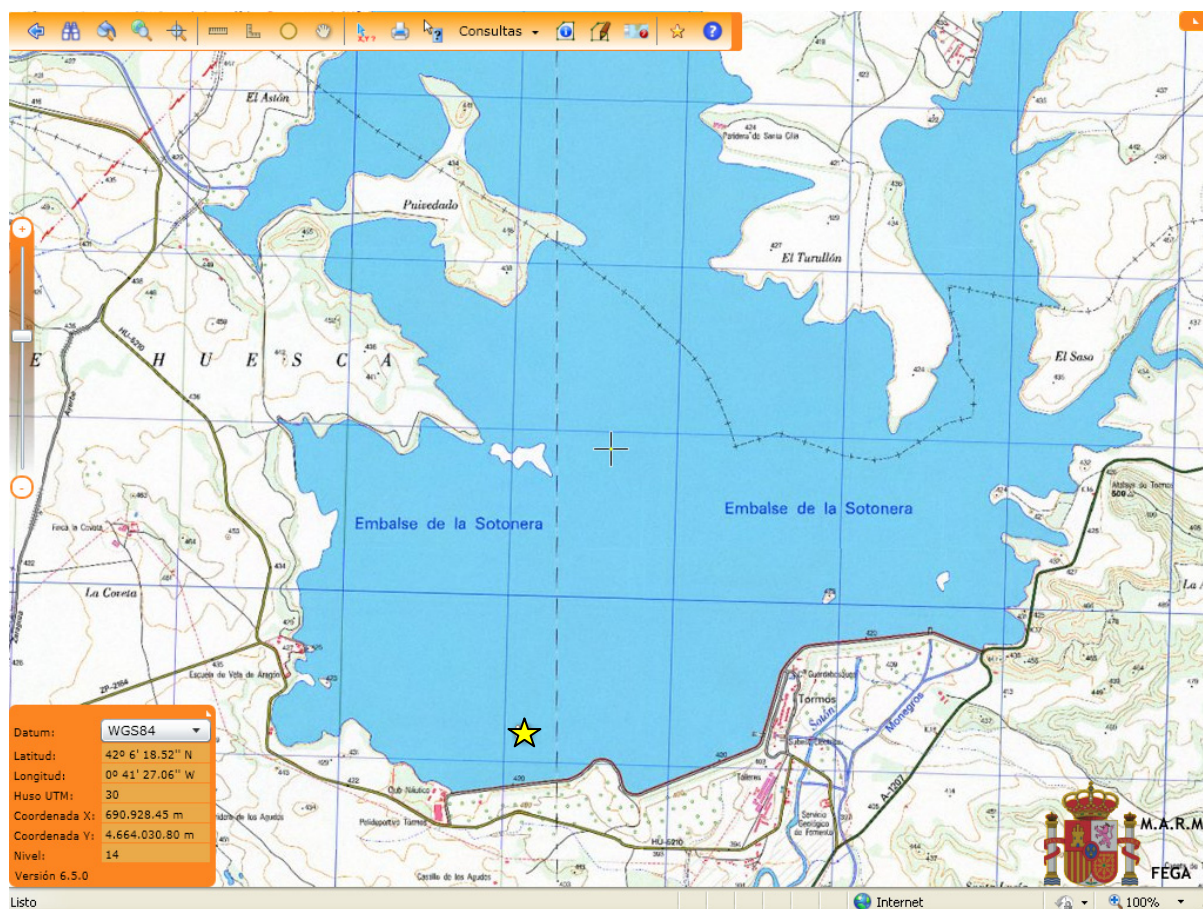
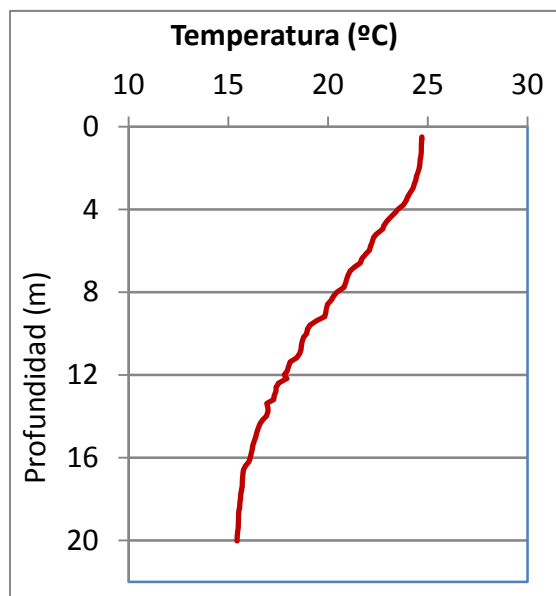


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

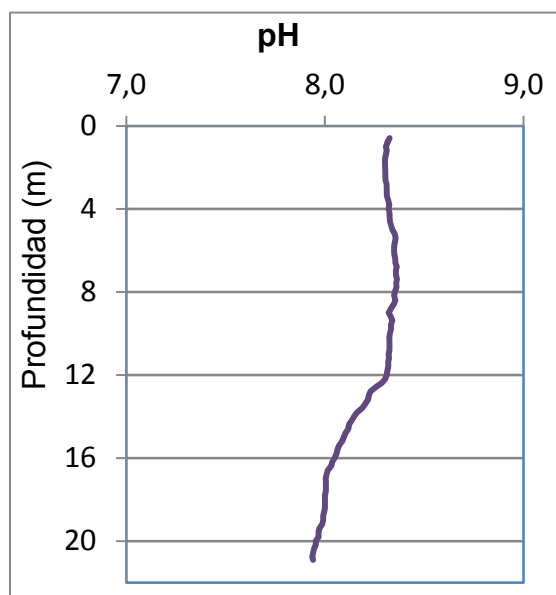
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

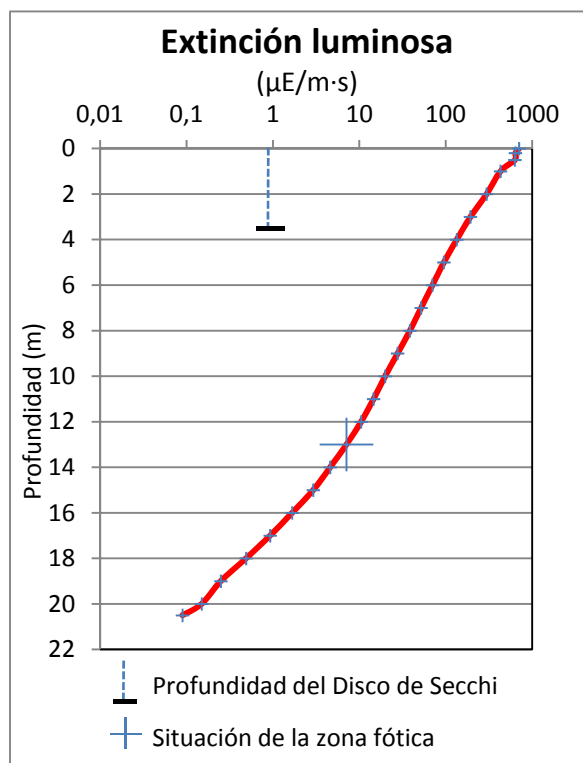


La temperatura del agua oscila entre los 15,44 °C – en el fondo- y los 24,70 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2013) no existe termoclina.



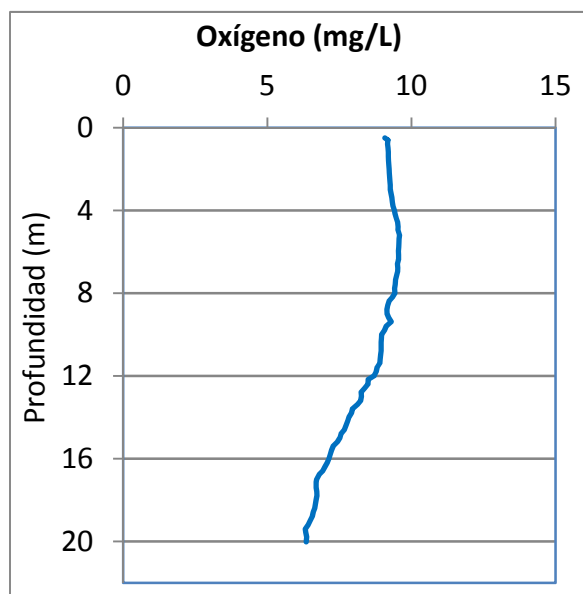
El pH del agua en la superficie es de 8,33. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,94.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



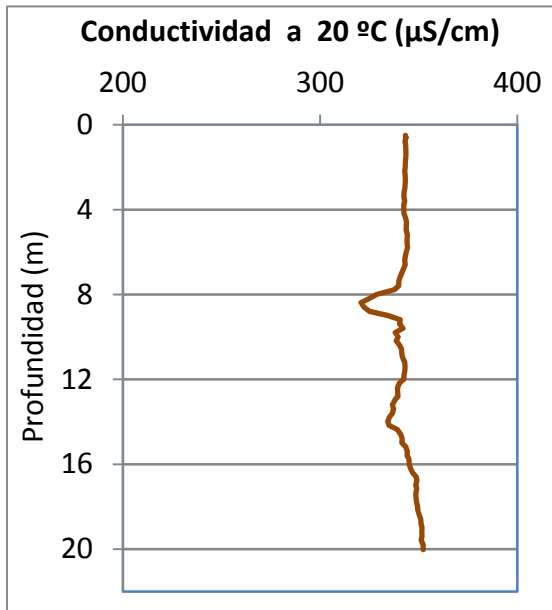
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 3,6 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 9 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 13 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 13 m de profundidad) fue de 2,04 UAF.



Las condiciones de oxigenación en la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,42 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 es de 343 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 352 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. Con un mínimo a 8,4 m de 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2013 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 4,72 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 0,94 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,64 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,52 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,024 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,57 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,04 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 28 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	5
CHRYSTOPHYCEAE	5
SYNUROPHYCEAE	2
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	9
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	1

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2 y la composición detallada en la tabla 3.

Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cel./ml	717,90
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	365488
Diversidad Shannon-Wiener		3,46
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cryptophyceae
Nº células/ml		276,55
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Plagioselmis (=Rhodomonas)* lacustris</i>
Nº células/ml		192,74
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
Nº células/ml		122182
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
Nº células/ml		122182

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

La concentración de clorofila fue de 1,19 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se indica en la figura 6 con una línea roja. Se observa en el perfil vertical realizado con el fluorímetro un valor máximo sobre los 9 m de profundidad.

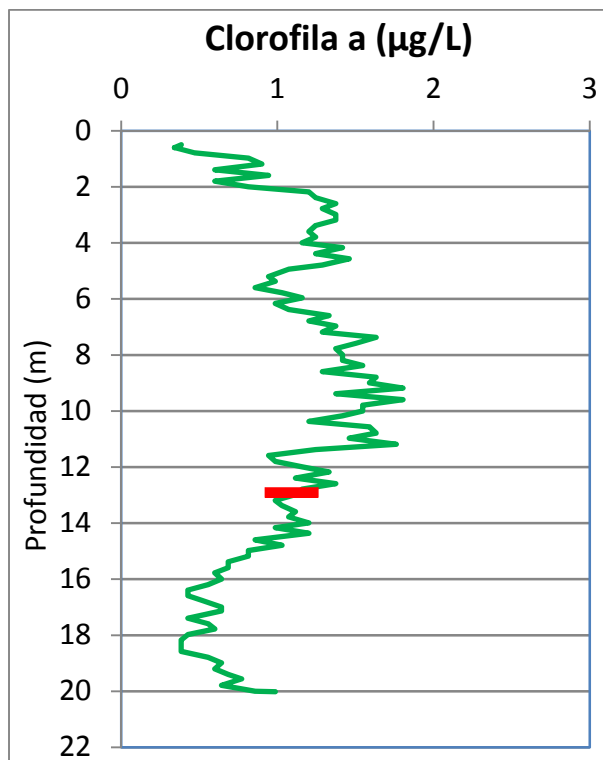


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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 3:

Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	-	1
<i>Cyclotella ocellata</i>	8,38	947,77	-
<i>Cyclotella radiosa</i>	2,79	614,30	-
BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
<i>Achnanthis minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)	2,79	526,54	-
<i>Asterionella formosa</i>	13,97	11408,40	2
<i>Diatoma vulgare</i>	2,79	2764,34	1
CHRYSOPHYCEAE			

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
<i>Dinobryon bavaricum</i>	8,38	3317,21	1
<i>Dinobryon crenulatum</i>	2,79	1137,33	1
<i>Dinobryon divergens</i>	142,46	58742,27	3
<i>Kephyrion rubri-claustri</i>	2,79	92,14	-
<i>Ochromonas</i> sp.	5,59	3198,74	-
SYNUROPHYCEAE			
<i>Mallomonas akrokomos</i>	5,59	2527,40	-
<i>Mallomonas oviformis</i> (= <i>Mallomonopsis oviformis</i>)	19,55	7371,58	1
XANTHOPHYCEAE			
<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	5,59	702,06	-
CHLOROPHYTA			
<i>Closteriopsis acicularis</i>	2,79	530,74	1
<i>Coelastrum microporum</i>	22,35	4586,76	2
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	11,17	2234,71	1
<i>Chlamydomonas</i> sp.	-	-	1
<i>Kirchneriella obesa</i>	13,97	877,57	-
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	2,79	92,14	-
<i>Oocystis borgei</i>	2,79	279,34	1
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i>)	16,76	315,92	-
<i>Saturnella cortiola</i>	120,12	35219,76	1
<i>Scenedesmus ecornis</i>	22,35	2632,71	1
<i>Scenedesmus verrucosus</i> (= <i>Scenedesmus disciformis</i>)	-	-	1
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas erosa</i>	11,17	34400,70	1
<i>Cryptomonas marsonii</i>	41,90	23869,87	2
<i>Cryptomonas ovata</i>	11,17	17691,79	1
<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	192,74	25431,95	1
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	19,55	1791,70	-
DINOPHYCEAE			
<i>Ceratium hirundinella</i>	2,79	122182,81	1
<i>Gymnodinium wawrikan</i>	-	-	1
<i>Peridiniopsis penardii</i>	-	-	1
<i>Peridinium umbonatum</i>	-	-	1
<i>Woloszynskia coronata</i>	-	-	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	30,73	16261,35	
TOTALES CHRYSOPHYCEAE	162,02	66487,69	
TOTALES SYNUROPHYCEAE	25,14	9898,98	
TOTALES XANTHOPHYCEAE	5,59	702,06	
TOTALES CHLOROPHYTA	215,09	46769,66	
TOTALES CRYPTOPHYCEAE	276,55	103186,01	
TOTALES DINOPHYCEAE	2,79	122182,81	
TOTALES ALGAS	717,90	365488,55	

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 10 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 2 Copepoda
- 6 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 4:

Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	13,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	150,19
BIOMASA TOTAL	µg/L	65,33
Diversidad Shannon-Wiener		2,89
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		125,86
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		123,08
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		48,31
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Daphnia galeata</i>
µg/L		36,62
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 19 m
CLADÓCEROS: 9,22 %	COPÉPODOS: 6,91 %	ROTÍFEROS: 83,87 %

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en la tabla 5:

Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	%
CLADÓCEROS			
<i>Daphnia galeata</i>	10,77	36,62	
<i>Daphnia longispina</i>	3,08	11,69	
COPÉPODOS			
<i>Acanthocyclops americanus</i>	3,27	0,58	
<i>Neolovenula alluaudi</i>	7,12	9,94	
ROTÍFEROS			
<i>Ascomorpha ovalis</i>	0,77	0,05	
<i>Filinia longiseta</i>	0,38	0,03	
<i>Keratella cochlearis</i>	0,19	0,01	
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	123,08	6,28	
<i>Polyarthra major</i>	0,77	0,10	
<i>Synchaeta kitina</i>	0,77	0,04	
Total Cladóceros	13,85	48,31	9,22
Total Copépodos	10,38	10,52	6,91
Total Rotíferos	125,96	6,50	83,87
Total	150,19	65,33	100,00

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ($\mu\text{g P/L}$)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

En la tabla 7 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Sotonera.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	4,72	Oligotrófico
COLOROFILA <i>a</i>	1,19	Oligotrófico
DISCO SECCHI	3,60	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	718	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	2,75	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a todos los criterios seleccionados, fósforo total (PT), transparencia (DS), concentración de clorofila *a* y densidad algal, clasifican el embalse como oligotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de LA SOTONERA ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (PE_{exp})

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila a (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		Phytoplankton Assemblage Index (Q)	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		Trophic Index (TI)	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		Phytoplankton Trophic Index (PTI)	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			> 4, 2	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3,4 puntos, el estado fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 9:

Tabla 9. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 10 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Sotonera.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	718	Bueno
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	1,19	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,37	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,39	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,59	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,35	Bueno
		Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,69
INDICADOR BIOLÓGICO			3,9	BUENO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,60	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,42	Máximo
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	4,72	Bueno
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			4,3	MPE
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{Exp}				BUENO

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 11 y 12, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR_t	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2	9,5	0,21
			Biovolumen mm^3/L	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

Tabla 12. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCET				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	No alcanza		
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	> 1	1-0,43	< 0,43		
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	> 1	1-0,36	< 0,36		
		Índice de Catalán (IGA)	> 1	1-0,9822	< 0,9822		
		Porcentaje de cianobacterias	> 1	1-0,72	< 0,72		
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 13:

Tabla 13. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Normativo
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 14 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de La Sotonera.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	1,19	2,18	1,83	Máximo
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,37	2,08	1,67	Máximo
			Media				1,75
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,37	1,001	1,01	Máximo
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Máximo
			Media				1,01
Media global						1,38	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,38			MÁXIMO
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,60			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,42			Máximo	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	4,72			Bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				4,3			MPE
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MÁXIMO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso



Figura 9. Vista de la cola del embalse