



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2019

SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2019

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LA SOTONERA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2019

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 Emérito de Ecología.
Director del Estudio.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

17.772,83 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE LA SOTONERA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2019

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2019



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Panorámica de la presa del embalse de La Sotonera.

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

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



ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....	7
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
3. TRABAJOS REALIZADOS	10
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
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
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	21
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	22
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	27

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

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

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de La Sotonera.	8
Tabla 2. Concentración de los diferentes nutrientes analizados en las muestras integradas.	14
Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.	15
Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.	16
Tabla 5. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.	19
Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.	20
Tabla 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	21
Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Sotonera.	21
Tabla 9. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	22
Tabla 10. Combinación de los indicadores.	23
Tabla 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Sotonera.	23
Tabla 12. 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).	24
Tabla 13. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	25
Tabla 14. Combinación de los indicadores.	25
Tabla 15. 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 2019 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

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

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

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

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

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. **Ámbito 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:

<u>TIPO LITOLOGÍA</u>	<u>ORIGEN</u>
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 hemos comentado que provienen desde la presa de Ardisa por un canal de transferencia.

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.

En el momento del muestreo no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 9,5 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 4,5 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Sotonera para el año hidrológico 2018-2019 fue de 7,07 meses.

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

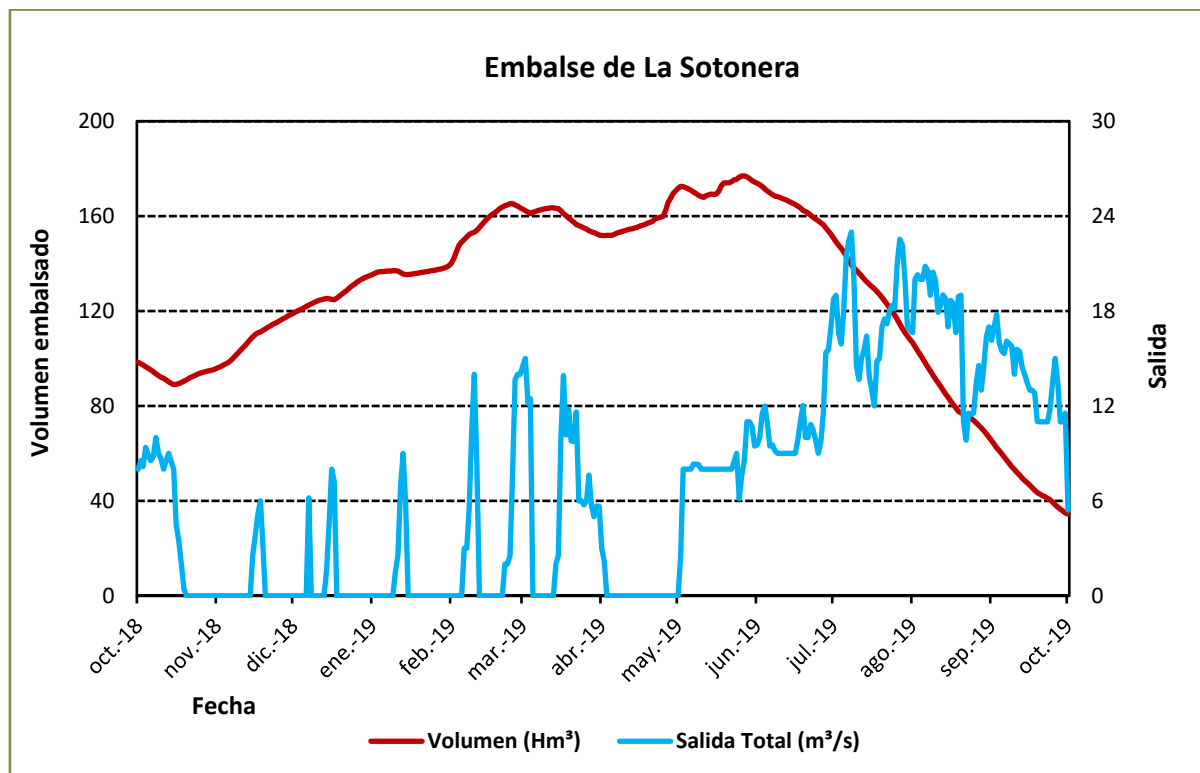


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2018-2019.

2.3. Usos del agua

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

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse La 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 17 de Julio de 2019, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

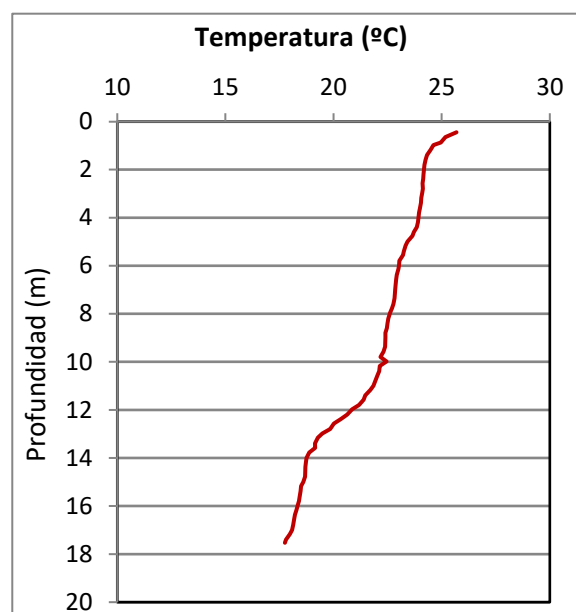


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

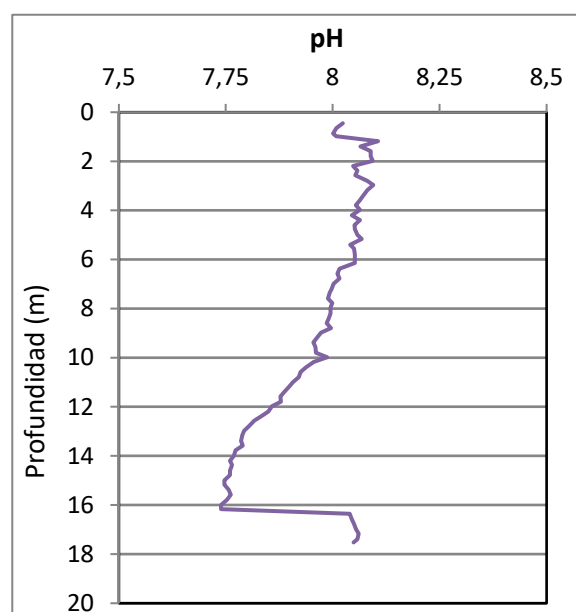
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

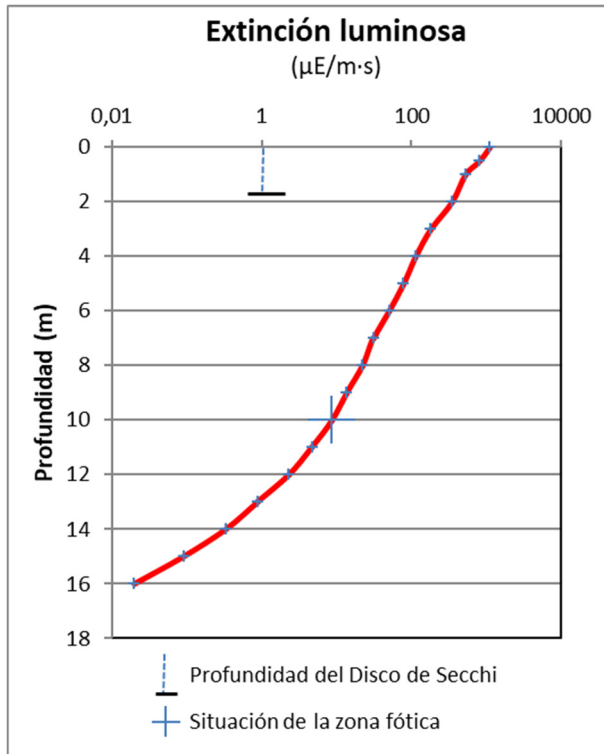


La temperatura del agua oscila entre los 17,57 °C – en el fondo- y los 25,69 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2019) no existe termoclina.



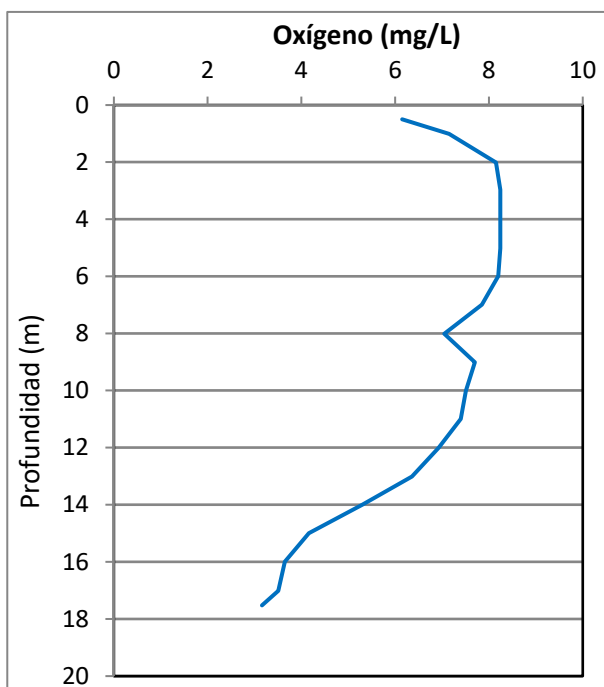
El pH del agua en superficie es 8,01, aunque el máximo epilimnético de 8,11 a 1 m de profundidad. En el fondo del embalse el valor del pH es de 8,05, aumentando en el último metro y medio desde los 7,74.

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



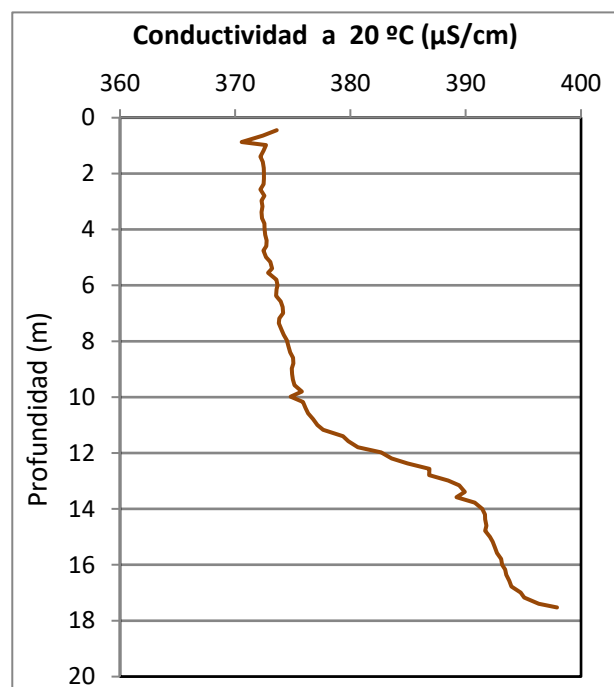
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 1,8 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 4,5 metros. Muy inferior a la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico, 9,5 m de profundidad.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 10 m de profundidad) fue de 3,40 UAF.

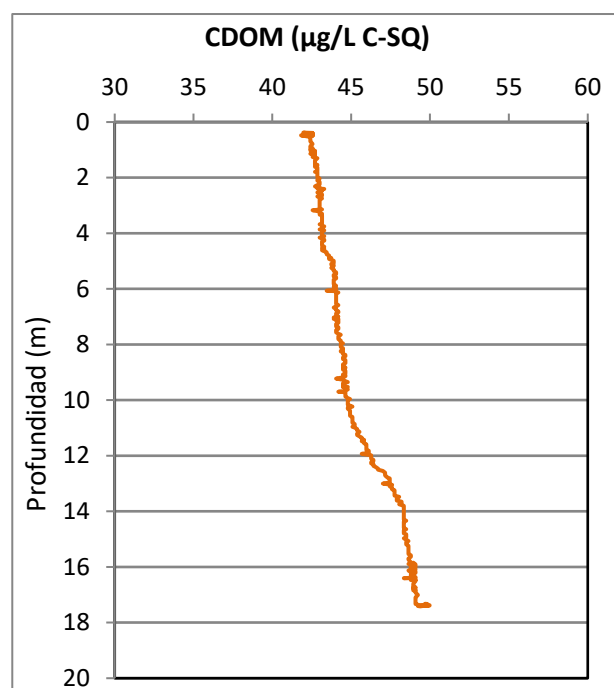


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 6,22 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L).

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



La conductividad del agua es de 373 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 397 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse, el valor máximo el perfil. El valor mínimo de 370 $\mu\text{S}/\text{cm}$ del perfil se encuentra a 1 m de profundidad.



El perfil de CDOM es muy homogéneo, siendo la concentración de 42 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 49 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 2019 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	10,0
AMONIO	mg NH ₄ /L	0,019
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	6,38
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	<0,01
NIO (NO ₃ + NO ₂)	mg N/L	0,39
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,45
SÍLICE	mg SiO ₂ /L	3,02
ALCALINIDAD	meq/L	2,26

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 33 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	2
CHRYSOPHYCEAE	2
XANTHOPHYCEAE	4
CHLOROPHYTA	11
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	5
EUGLENOPHYCEAE	2

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cél./ml	6729
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	781755
Diversidad Shannon-Wiener		2,34
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		4064
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Aphanocapsa</i> sp.
Nº células/ml		4064
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
µm³/ml		383844
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>
µm³/ml		195261

La concentración de clorofila fue de 2,51 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado con una línea roja en la figura 6.

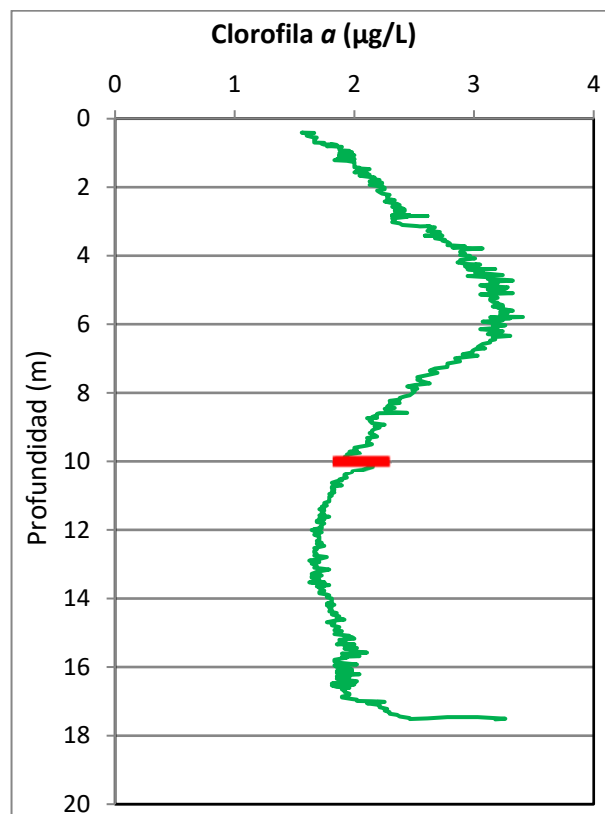


Figura 6. Perfil vertical de clorofila *a*.

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 4:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (=Lindavia ocellata)	113,80	17.517,40	1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
FRAGTENE0	<i>Fragilaria tenera</i>	0,46	236,58	
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	178,82	5.722,27	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	170,69	29.739,36	4
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.			1
	XANTHOPHYCEAE			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	268,23	25.280,21	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
TRACMINU0	<i>Trachydiscus minutus</i>	268,23	23.366,64	
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	8,13	2.413,11	
TRADYGEN0	<i>Trachydiscus</i> sp.	56,90	8.579,95	
	CHLOROPHYTA			
BOTRBRAU0	<i>Botryococcus braunii</i>	34,45	3.896,65	
COERECUB0	<i>Coelastrum reticulatum</i> var. <i>cubanum</i>	3,68	123,15	1
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	178,82	5.992,35	1
CRUCTETRO	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	32,51	2.340,93	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	24,38	28.050,82	
DICTYGEN0	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	32,51	266,00	
MONOMINU0	<i>Monoraphidium minutum</i>	8,13	199,50	
MONONANU0	<i>Monoraphidium nanum</i>	65,03	957,58	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	105,67	6.196,63	
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDISIMPO	<i>Pediastrum simplex</i> (= <i>Monactinus simplex</i>)			1
PHACLENT0	<i>Phacotus lenticularis</i>	48,77	12.257,07	1
SCENMAGNO	<i>Scenedesmus magnus</i>	1,84	153,94	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>			1
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
MESOENDL0	<i>Mesotaenium endlicherianum</i>			1
	CYANOBACTERIA			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	4.064,11	2.127,96	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	8,13	19.428,69	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	48,77	27.782,70	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	24,38	88.557,35	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.	8,13	2.502,49	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	918,49	70.134,15	1
PLAGNANNO	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	24,38	953,33	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	2,76	137.041,04	2
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	0,92	12.161,38	
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>	16,26	195.261,98	1
PERIACIC0	<i>Peridinium aciculiferum</i>	5,97	32.832,84	
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i> (= <i>Parvodinium umbonatum</i>)	2,76	6.546,36	
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLVIRI0	<i>Euglena viridis</i>	2,76	12.195,06	1
STROFLUV0	<i>Strombomonas fluviatilis</i>	0,46	939,58	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	114	17.754	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	350	35.462	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	601	59.640	
	TOTALES CHLOROPHYTA	536	60.435	
	TOTALES CYANOBACTERIA	4.064	2.128	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	1.032	209.359	
	TOTALES DINOPHYCEAE	29	383.844	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	3	13.135	
	TOTALES ALGAS	6.729	781.755	

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 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- Cladocera 5
- Copepoda 1
- Rotifera 7
- 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	7,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	635,77
BIOMASA TOTAL	µg/L	245,29
Diversidad Shannon-Wiener		1,98
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		343,65
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra vulgaris</i>
individuos/L		330,00
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		138,63
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>
µg/L		103,25
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 16 m
CLADÓCEROS: 14,76 %	COPÉPODOS: 0,63 %	ROTÍFEROS: 50,91 %

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:

Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	(1 al 5)
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	79,42	103,25	2
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	11,92	14,31	1
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>	0,96	3,27	1
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	0,38	1,46	1
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	6,54	16,35	1
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	45,19	28,06	1
	ROTÍFEROS			
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	6,54	0,41	1
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,19	0,14	1
BRACANGU0	<i>Brachionus angularis</i>			1
CONOCGEN0	<i>Conochilus unicornis</i>			1
HEXAMIRA0	<i>Hexarthra mira</i>	4,04	0,84	1
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	2,50	0,13	1
KERATROP0	<i>Keratella tropica</i>	0,19	0,02	
PLOELEN0	<i>Ploesoma hudsoni</i>	0,19	0,17	1
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>	330,00	14,85	3
	OTROS			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i> (Mejillón cebra)	147,69	62,03	3
	Total Cladóceros	99,23	138,63	
	Total Copépodos	45,19	28,06	
	Total Rotíferos	343,65	16,57	
	Total Otros	147,69	62,03	
	Total	635,77	245,29	

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

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
VALOR PROMEDIO FINAL	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

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	6,38	Oligotrófico
COLOROFILA a	2,51	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,80	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	6729	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,75	MESOTRÓFICO

Atendiendo a tres de los criterios seleccionados, (concentración de clorofila a, transparencia y densidad algal), se clasifica el embalse como mesotrófico. Mientras que el fósforo total (PT) lo hace como oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final del embalse de LA SOTONERA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (PE_{exp})

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 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵	
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	< 0,5	0,5-2	2-8	>8	
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	> 3	2-3	1-2	<1	
		<i>Trophic Index (TI)</i>	< 2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25	
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	> 3,4	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8	
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			< 2,6	2,6 - 3,4	3,4 - 4,2	> 4,2	
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1,5 -3	0,7 -1,5	<0,7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			Muy bueno	Bueno	Moderado		
			< 1,6	1,6 - 2,4	> 2,4		

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

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

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 10:

Tabla 10. 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 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)	6729	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	2,51	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,78	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,55	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,89	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,31	Bueno o superior
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	4,01	Bueno o superior	
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	8,76	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,80	Moderado
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,22	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	6,38	Bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{Exp}				MODERADO

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B⁺/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 12 y 13, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 12. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR _t	B ⁺ /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm ³ /L	0,36	0,189	0,126	0,063
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,10	0,974	0,649	0,325
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,908	0,607	0,303
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 12	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm ³ /L	0,63	0,175	0,117	0,058
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,50	0,929	0,619	0,31
			Porcentaje de cianobacterias	0,10	0,686	0,457	0,229
Tipo 13	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm ³ /L	0,43	0,261	0,174	0,087
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,10	0,979	0,653	0,326
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,931	0,621	0,31

Tabla 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 ³ /L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,6	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			< 1,6	1,6 – 2,4	> 2,4		

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 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_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 15. 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)	2,51	1,04	1,02	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,78	0,97	0,98	Bueno o superior
			Media			1,00	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,11	1,001	1,03	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media			1,01	
Media global						1,01	
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,80			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,22			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	6,38			Bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista panorámica del embalse desde el punto de muestreo



Figura 8. Vista del punto de acceso