
RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE SOPEIRA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

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:

70.590,38 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE SOPEIRA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2015

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del embalse de Sopeira desde el punto de toma de muestras.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2015). Red de seguimiento de masas de agua muy modificadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 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 geográfico y geológico</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>18</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	20
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	21
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	10
Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH	11
Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	12
Figura 4. Perfil vertical de la conductividad	13
Figura 5. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	16
Figura 6. Fotografía de la presa del embalse.....	27
Figura 7. Fotografía de la cola del embalse	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Sopeira	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.....	18
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	19
Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	20
Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Sopeira.....	20
Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	21
Tabla 7. Combinación de los indicadores.....	22
Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Sopeira.....	22
Tabla 9. 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).	23
Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	24
Tabla 11. Combinación de los indicadores.....	24
Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Sopeira.	25

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Sopeira durante la campaña de muestreo del verano de 2015 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 1** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano de 2015, correspondiente al año hidrológico 2014-2015).

En los apartados sucesivos se tratan 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 geográfico y geológico

La cuenca vertiente al embalse de Sopeira está situada en el margen meridional del Pirineo, sobre la “cobertera mesocenoica del Pirineo Axial” y al nordeste de la Depresión terciaria del Ebro. Se sitúa dentro del término municipal de Sopeira en la provincia de Huesca. Regula principalmente las aguas del río Noguera Ribagorzana.

En términos geológicos, el embalse de Sopeira se encuentra situado sobre materiales pertenecientes al Triásico, Jurásico y Cretácico, que son calizas, dolomías, arcillas, yesos, margas y turbiditas.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones, de geometría regular.

La cuenca vertiente al embalse de Sopeira tiene una superficie total de 733 km².

El embalse tiene una capacidad total de 1 hm³. Siendo su profundidad máxima de 20 metros.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Sopeira.

Superficie de la cuenca	733 km ²
Capacidad total N.M.N.	1,0 hm ³
Capacidad útil	0,6 hm ³
Superficie inundada	13 ha
Cota máximo embalse normal	705 msnm

Tipo de clasificación: 7. Monomítico, calcáreo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona no húmeda. En el verano de 2015 no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica se sitúa alrededor de los 13,0 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, muy superior a la estimación mediante el disco de Secchi, que estima que la luz llega hasta los 10,6 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Sopeira para el año hidrológico 2014-2015 no pudo ser calculado debido a la ausencia de datos de salidas de caudal en la CHE. Sin embargo, dada su capacidad de tan sólo 1 hm³ y el caudal circulante por el río Noguera Ribagorzana y el canal de la central hidroeléctrica, cuya velocidad superficial es considerable a simple vista, se puede afirmar categóricamente que es inferior a 0,03 meses, o lo que es lo mismo, a un día.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al aprovechamiento hidroeléctrico.

También contribuye al mantenimiento de los caudales ecológicos mínimos del río Noguera Ribagorzana, permitiendo el desarrollo de usos recreativos y turísticos.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Sopeira 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 zonas 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 1). Se ha completado una campaña de muestreo el 14 de Julio de 2015, 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.

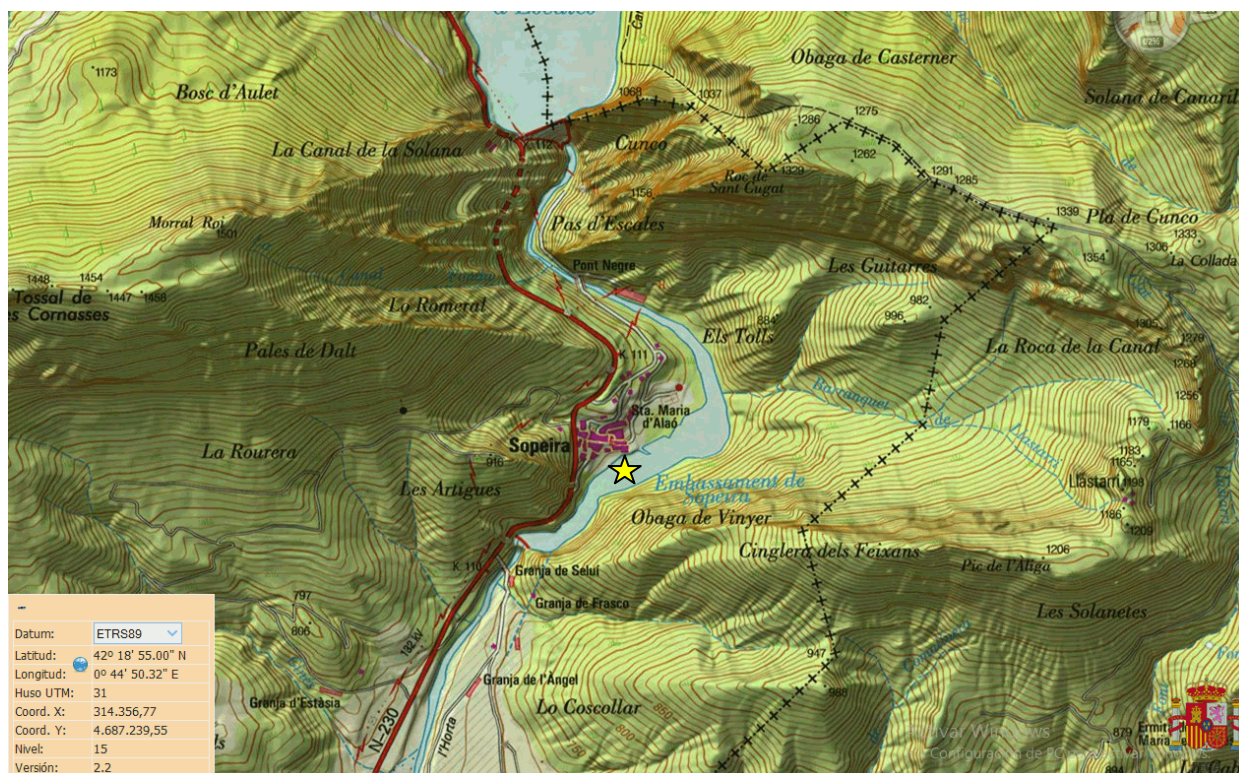
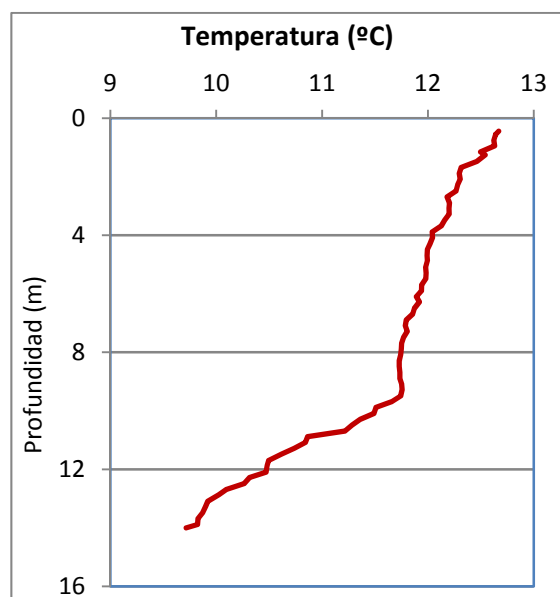


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse

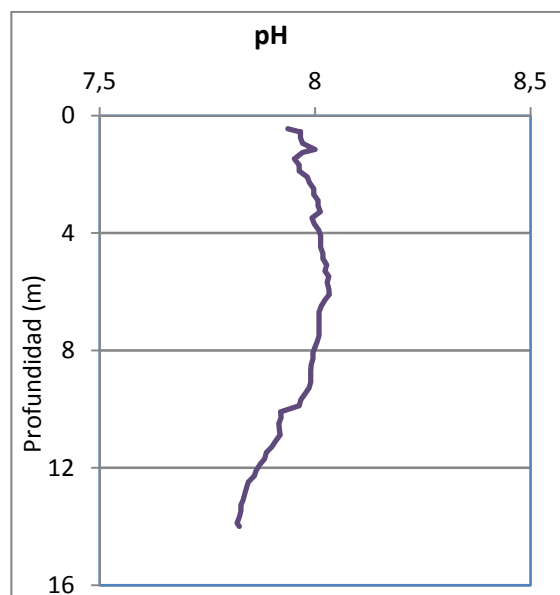
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

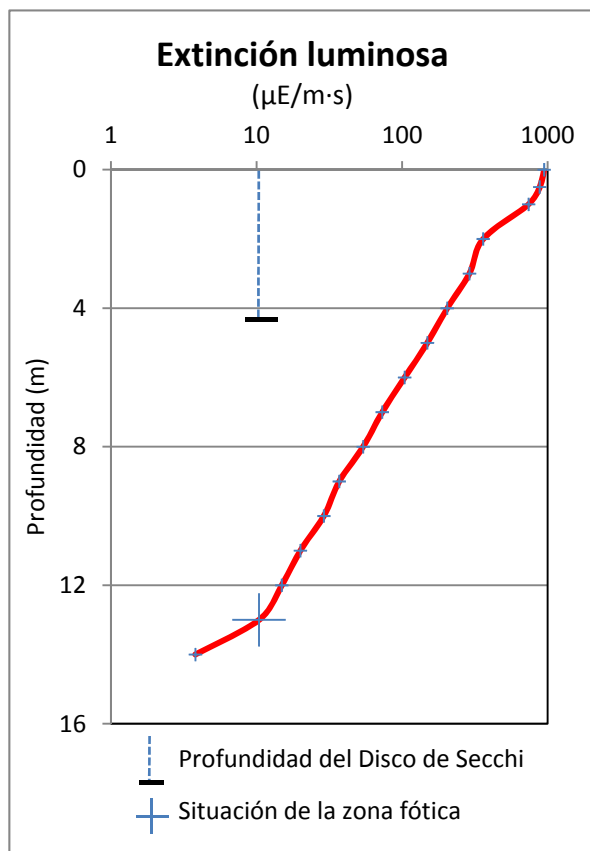


La temperatura del agua oscila entre los 9,72 °C en el fondo, y los 12,67 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2015) no hay termoclina.



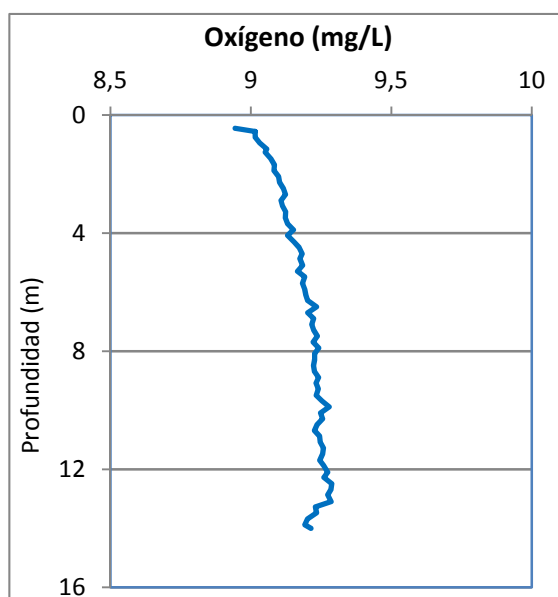
El pH del agua en superficie es de 7,94, mientras que en el fondo el pH es 7,82, manteniéndose muy estable a lo largo del perfil.

Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH.



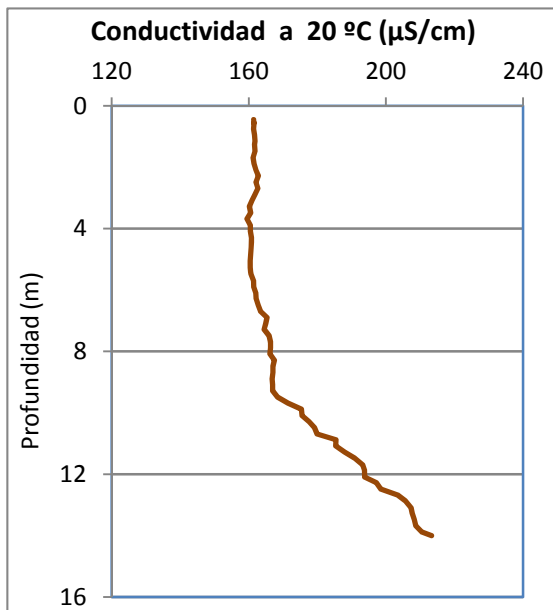
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,30 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica que llegaría hasta los 10,6 m, mientras que la profundidad obtenida con el medidor fotoeléctrico es de 13,0 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 13 m de profundidad) fue de 1,40 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan una concentración media de 9,19 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$).

Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 161 $\mu\text{S/cm}$ en la superficie (valor mínimo) y de 213 $\mu\text{S/cm}$ en el fondo, el valor máximo del perfil.

Figura 4. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2015 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 3,59 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 0,98 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,26 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,21 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó de 0,012 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,95 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,46 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton de las muestras del embalse de Sopeira se han identificado un total de 24 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	16
CHRYSOPHYCEAE	2
CHLOROPHYCEAE	1
CRYPTOPHYCEAE	4
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 cél./ml	125
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	84558
Diversidad Shannon-Wiener		3,36
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Bacillariophyceae
Nº células/ml		74
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Stichogloea doederleinii</i>
Nº células/ml		36
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
µm³/ml		70971
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cyclotella radiosa (=Lindavia radiosa)*</i>
µm³/ml		19232

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

La concentración de clorofila fue de 0,40 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado con una línea roja en la figura 6.

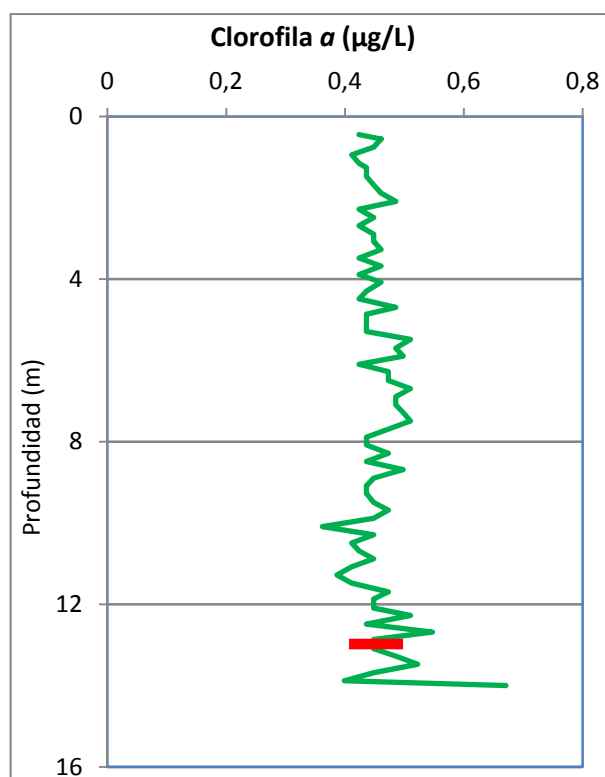


Figura 5. Perfil vertical de la clorofila a

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

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
CYCLDELI0	<i>Cyclotella delicatula</i> (=Lindavia delicatula)	12	948	
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa)	9	19.232	
MELOVARIO	<i>Melosira varians</i>			1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ACHNMINU0	<i>Achnanthydium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)	2	3.023	1
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	25	9.523	4
COCCPEDI0	<i>Cocconeis pediculus</i>			1
COCCPLAC0	<i>Cocconeis placentula</i>	1	870	
CYMBAFFI0	<i>Cymbella affinis</i>			1
CYMBSILE0	<i>Cymbella silesiaca</i>	1	1.085	
CYMBSUBA0	<i>Cymbella subaequalis</i>	1	882	
DIATTENU0	<i>Diatoma tenuis</i>	3	15.619	

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
DIATVULG0	<i>Diatoma vulgaris</i>	2	9.069	1
	<i>Didymosphenia geminata</i>			1
FRAGCAPU0	<i>Fragilaria capucina</i>	10	6.203	
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>			1
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	4	1.763	1
GOMPOLIV0	<i>Gomphoneis olivacea</i>	2	1.042	
GOMPHGEN0	<i>Gomphonema</i> sp.	1	529	1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>	1	228	1
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>	1	126	
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	2	829	2
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus)			1
	CHRYSOPHYCEAE			
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>			1
DINOSACC0	<i>Dinobryon saccatum</i>	1	75	
MONOOVAT0	<i>Monosiga ovata</i>			4
STICDOED0	<i>Stichogloea doederleinii</i>	36	7.325	1
	CHLOROPHYTA			
COENOGEN0	<i>Coenochloris</i> sp.	8	422	1
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
MOUGEGEN0	<i>Mougeotia</i> sp.			1
ZYGNEGEN0	<i>Zygnema</i> sp.			1
	CYANOBACTERIA			
MERIPUNC0	<i>Merismopedia punctata</i>			1
OSCILGEN0	<i>Oscillatoria</i> sp.			1
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.			1
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	1	2.509	1
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	1	1.906	1
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	2	160	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	2	62	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawriake</i>			1
KATODGEN0	<i>Katodinium</i> sp.	2	1.128	
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	74	70.971	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	36	7.400	
	TOTALES CHLOROPHYTA	8	422	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	5	4.637	
	TOTALES DINOPHYCEAE	2	1.128	
	TOTALES ALGAS	125	84.558	

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 Sopeira se han identificado un total de 11 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 2 Copepoda
- 7 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	14,81
BIOMASA TOTAL	µg/L	6,36
Diversidad Shannon-Wiener		2,32
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		10,77
TAXÓN PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra vulgaris</i>
individuos/L		7,88
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		3,83
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Eudiaptomus vulgaris</i>
µg/L		2,52
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 12 m
CLADÓCEROS: 2,38 %	COPÉPODOS: 49,52 %	ROTÍFEROS: 48,10 %

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

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>	0,38	1,31	1,90
DAPHPULI0	<i>Daphnia pulex</i>	0,19	0,73	
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>			0,48
	COPÉPODOS			
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	1,92	1,31	41,90
EUDIVULG0	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	1,54	2,52	7,62
	ROTÍFEROS			
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	0,96	0,06	
CEPHAGEN0	<i>Cephalodella</i> sp.	0,38	0,01	
COLLPELA0	<i>Collotheca pelagica</i>	0,19	0,01	
KELLOLON1	<i>Kellicotia longispina longispina</i>			2,86
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	0,96	0,05	3,81
NOTHACUM0	<i>Notholca acuminata</i>	0,19	0,01	
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>			19,52
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>			0,48
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>	7,88	0,35	13,33
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>			6,19
TRICHGEN0	<i>Trichocerca</i> sp.			1,90
	Total Cladóceros	0,58	2,04	2,38
	Total Copépodos	3,46	3,83	49,52
	Total Rotíferos	10,77	0,50	48,10
	Total Otros			1,90
	Total	14,81	6,36	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6 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 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 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	> 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 Sopeira.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	3,59	Ultraoligotrófico
CLOROFILA a	0,40	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI	4,25	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	125	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	4,5	ULTRAOLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los parámetros seleccionados, el fósforo total (PT) y la concentración de clorofila a clasifican al embalse como ultraoligotrófico. Mientras que la transparencia (DS) y la densidad algal otorgan al embalse un estado de oligotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de SOPEIRA ha resultado ser **ULTRAOLIGOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

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	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)			>3,4	2,6-3,4	1,8 - 2,6	< 1,8	
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		
			>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 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 9:

Tabla 9. 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 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 Sopeira.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	125	Bueno o superior
		Clorofila a (µg/L)	0,40	Bueno o superior
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,08	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,26	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,91	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,39	Bueno o superior
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	11,49	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			2,0	DEFICIENTE
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,25	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	9,19	Muy bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	3,59	Muy bueno
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			4,0	BUENO
POTENCIAL ECOLÓGICO				DEFICIENTE

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 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 9. 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 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 12. Parámetros, rangos del RECT 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			>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 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 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 Sopeira.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	0,40	6,47	4,84	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,08	8,99	5,99	Bueno o superior
			Media			5,41	
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,44	1,000	1,01	Bueno o superior
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media			1,00	
Media global						3,21	
INDICADOR BIOLÓGICO					3,21		Bueno o superior
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,25			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	9,19			Muy bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	3,59			Muy bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2			BUENO
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				BUENO O SUPERIOR			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 6. Vista de la presa del embalse



Figura 7. Vista del punto de acceso