
RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DEL EBRO



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 DEL EBRO

AÑO DE EJECUCIÓN:

2015

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse del Ebro 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 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>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. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2014-2015.	9
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.	10
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH	11
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	12
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	13
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	16
Figura 7. Fotografía de la cola del embalse	27
Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse del Ebro	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 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	20
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.....	20
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	21
Tabla 9. Combinación de los indicadores.....	22
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro.....	22
Tabla 11. 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).	23
Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	24
Tabla 13. Combinación de los indicadores.....	24
Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse del Ebro.	25

1. INTRODUCCIÓN

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

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**

El embalse del Ebro está ubicado en las estribaciones orientales de la Cordillera Cantábrica, estrechamente ligado a los bordes del macizo Asturiano (Región del Pisuerga-Carrión), la zona resulta así afectada por los esfuerzos compresivos de la orogenia Alpina, presentando una orientación general de fractura NW-SE; En términos geológicos, el embalse del Ebro se sitúa sobre materiales de arenas; calizas arenosas; margas y arcillas pertenecientes a la Transición Jurásico-Cretácico, así como calizas; calcarenitas y margas, calizas con Lacazina a techo del Cretácico superior. Aparecen también depósitos aluviales del Cuaternario.

Se sitúa dentro del término municipal de Arroyo, en la provincia de Cantabria. Regula las aguas del río Ebro.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, de geometría irregular.

La cuenca vertiente al embalse del Ebro tiene una superficie total de 47.494 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 540 hm³, que coincide con su capacidad útil. Tiene una profundidad media de 8,60 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 24 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse del Ebro

Superficie de la cuenca	466 km ²
Capacidad total N.M.N.	540 hm ³
Capacidad útil	540 hm ³
Aportación media anual	300 hm ³
Superficie inundada	6253 ha
Cota máximo embalse normal	839 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. No existe termoclina en el momento del muestreo. 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 7,8 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse del Ebro para el año hidrológico 2014-2015 fue de 11,86 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2014-2015.

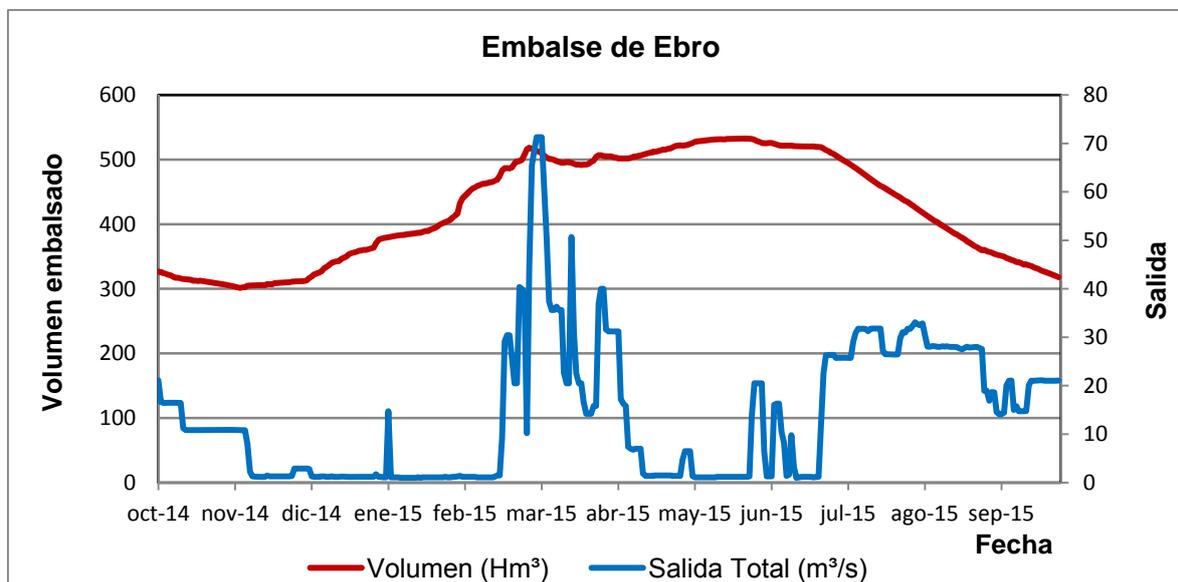


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2014-2015.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento a la población, a los regadíos y al aprovechamiento hidroeléctrico. El uso recreativo también está presente (baño), existiendo un área recreativa en la orilla del embalse. En cambio la navegación no está permitida, ya que se trata de un embalse protegido.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse del Ebro 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, dentro de las categorías de zonas de extracción de agua para consumo humano, zonas sensibles a nutrientes (zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zonas de protección de hábitats o especies (LICs ES1300013 “Río y embalse del Ebro (Cantabria)” y ES4120090 “Embalse del Ebro. (Castilla y León)”. ZEPAs ES0000252 “Embalse del Ebro. (Cantabria)” y ES0000191 “Embalse del Ebro. (Castilla y León)”.

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 24 de Junio 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.

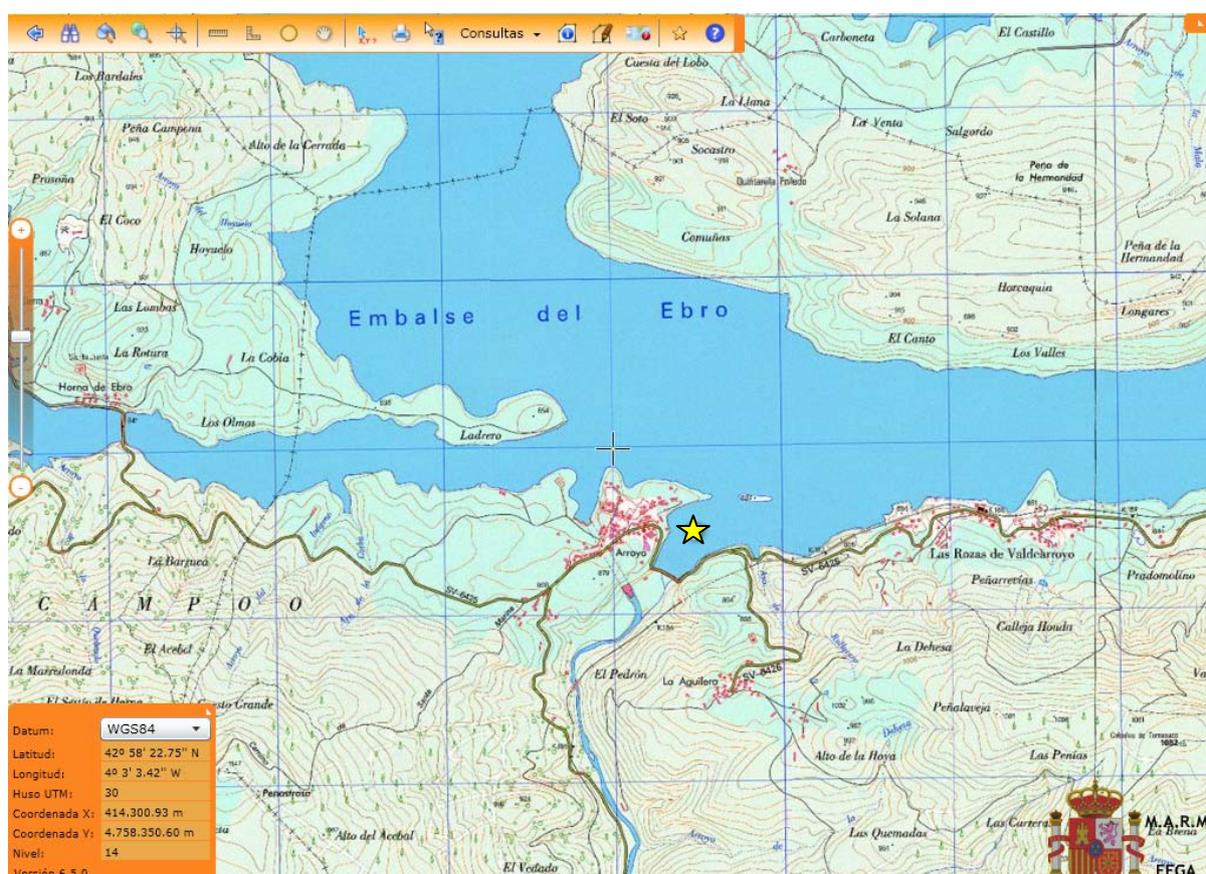
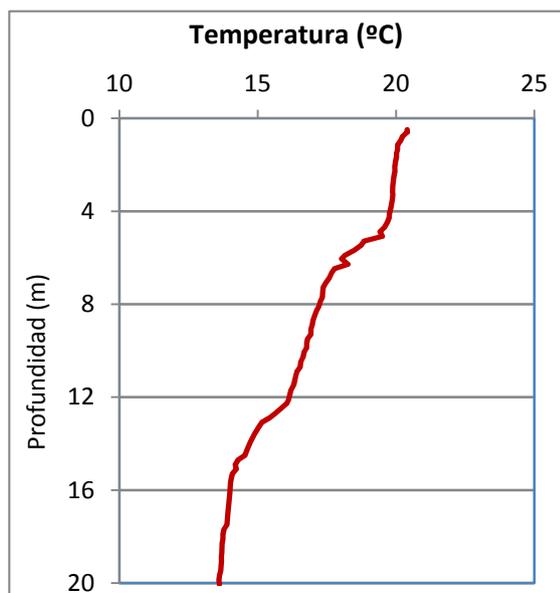


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

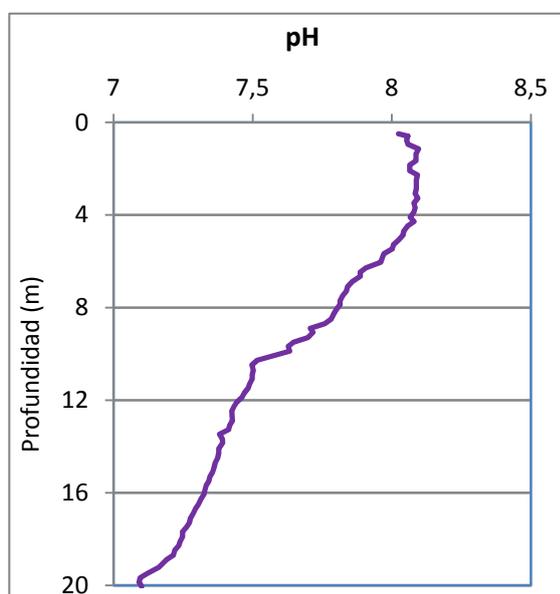
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

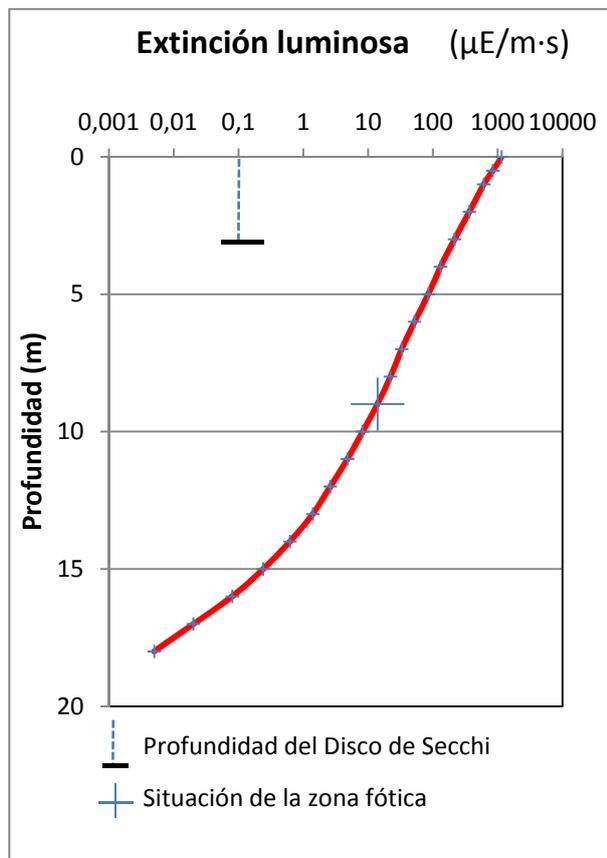


La temperatura del agua oscila entre los 13,61 °C en el fondo y los 20,40 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (24 Junio 2015) no existe termoclina.



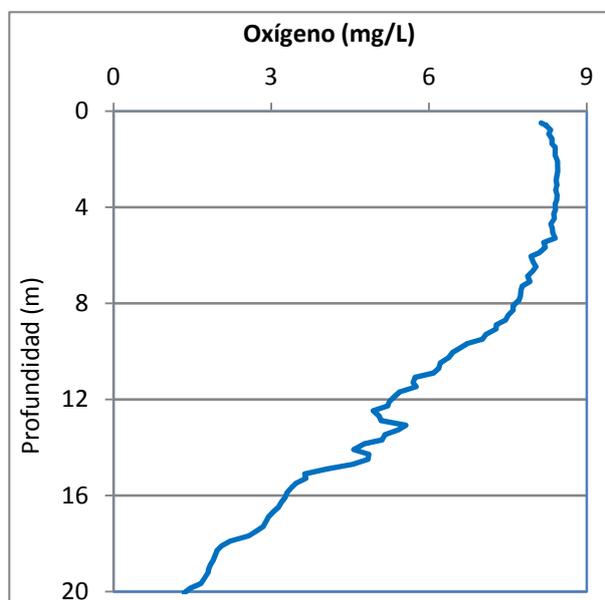
El pH del agua en superficie es de 8,02 y, en el fondo de 7,09. Presenta un valor máximo de 8,10 a 1,14 m de profundidad y luego desciende hasta alcanzar el mínimo en el fondo.

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



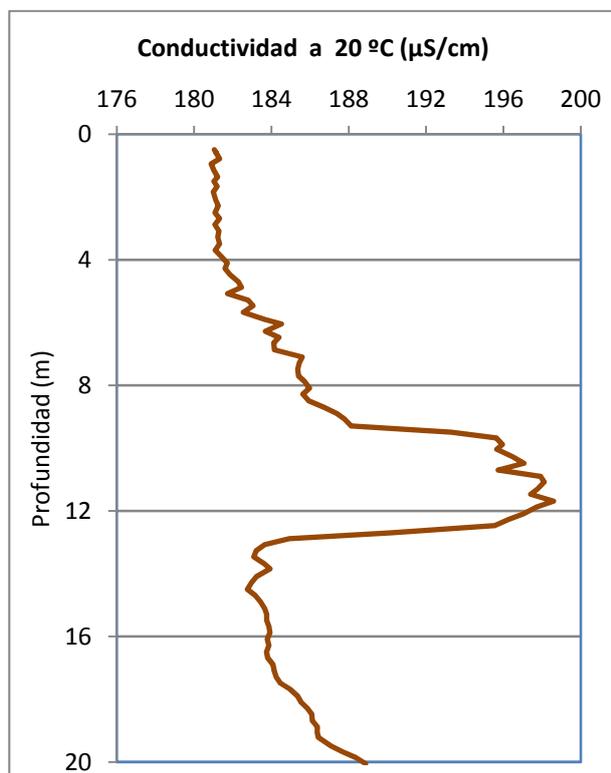
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 3,10 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 7,8 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 9,5 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 9 m de profundidad) fue de 2,86 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en la zona epilimnética teórica (unos 9 m) alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,12 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) en capa próxima al fondo, a partir de los 18,8 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 181 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 188 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. Se observa un aumento paulatino de la conductividad hasta los 11,7 m, donde se encuentra el valor máximo con 198 $\mu\text{S}/\text{cm}$, luego hay un pequeño descenso y la conductividad vuelve a aumentar hacia el fondo.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

3.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2015 en la muestra integrada a 9 m de profundidad, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 11,08 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 0,81 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,43 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,24 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) fue de 0,028 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 1,07 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,68 meq/L.

3.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 30 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSOPHYCEAE	3
CHLOROPHYTA	6
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	5
CRYPTOPHYCEAE	6
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	19416
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	408609
Diversidad Shannon-Wiener		0,56
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		18481
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Merismopedia warmingiana</i>
Nº células/ml		18093
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
µm³/ml		165287
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
µm³/ml		165287

La concentración de clorofila fue de 2,81 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado en la figura con una línea roja.

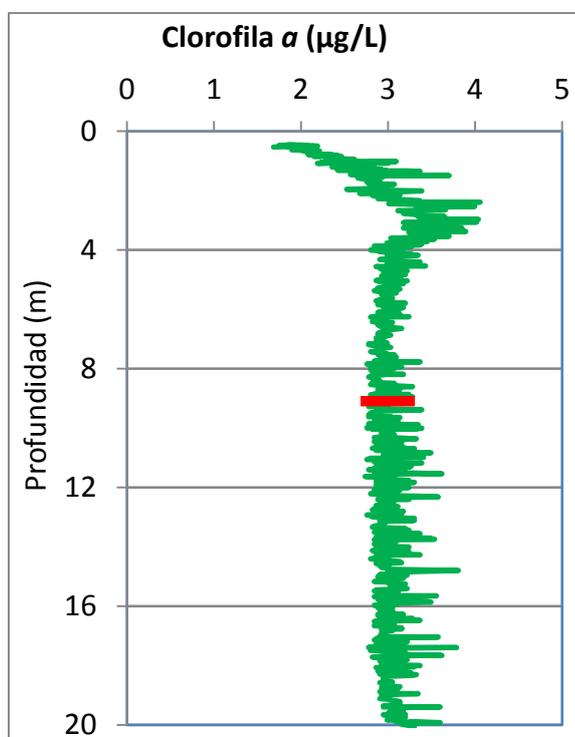


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULGRANG2	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>			1
AULAAMBI0	<i>Aulacoseira ambigua</i>	30	19.659	2
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i> (= <i>Lindavia radiosa</i>)	2	1.756	
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	11	8.253	2
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	38	1.209	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	2	329	1
KEPHPLAN0	<i>Kephyrion planktonicum</i>	11	570	
	CHLOROPHYTA			
ANKYJUDA0	<i>Ankyra</i> sp.	21	1.273	
DICTYGEN0	<i>Dictyosphaerium</i> sp.			1
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	8	443	

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	4	855	1
PEDINGEN0	<i>Pedinomonas</i> sp.	11	142	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	8	253	1
VOLVAURE0	<i>Volvox aureus</i>	268	30.344	3
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
STAULONG0	<i>Staurastrum longipes</i>	2	11.797	1
	CYANOBACTERIA			
ANABFLOS0	<i>Anabaena flos-aquae</i> (= <i>Dolichospermum flos-aquae</i>)	268	30.344	1
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	94	49	
DOLICRAS0	<i>Dolichospermum crassum</i>			1
MERIWARM0	<i>Merismopedia warmingiana</i>	18.093	9.474	
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>	15	214	2
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.	9	185	
WOROELOR0	<i>Woronichinia elorantae</i>			3
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERS0	<i>Cryptomonas erosa</i>	28	67.744	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	4	2.153	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	13	18.435	
CRYPROST0	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (= <i>Cryptomonas curvata</i>)	4	11.397	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	68	9.189	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	399	17.256	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	4	165.287	1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	43	29.668	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	51	2.108	
	TOTALES CHLOROPHYTA	319	33.311	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	2	11.797	
	TOTALES CYANOBACTERIA	18.481	40.266	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	516	126.172	
	TOTALES DINOPHYCEAE	4	165.287	
	TOTALES ALGAS	19.416	408.609	

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

Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse del Ebro se han identificado un total de 17 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 2 Copepoda
- 11 Rotifera
- 1 Otros

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	11,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	184,2
BIOMASA TOTAL	µg/L	123,6
Diversidad Shannon-Wiener		2,78
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		119,62
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Eudiaptomus vulgaris</i>
individuos/L		49,42
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		108,8
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Eudiaptomus vulgaris</i>
µg/L		106,7
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 19 m
CLADÓCEROS: 0,73 %	COPÉPODOS: 34,34 %	ROTÍFEROS: 64,93 %

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			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	0,77	1,00	2,43
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	0,19	0,73	0,30
DAPHPULI0	<i>Daphnia pulicaria</i>	0,38	1,46	0,91
DIAPBRAC0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>			2,43
SIDACRYS0	<i>Sida crystalina</i>			0,01
	COPÉPODOS			
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>			0,01
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>			0,01
EUDIVULG0	<i>Eudiatomus vulgaris</i>	49,42	106,73	17,12
CYCLOPFAM	Ciclópido	13,85	2,08	8,50
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>			0,30
CONOUNIC0	<i>Conochilus unicornis</i>	29,23	2,92	3,64
EUCHDILA0	<i>Euchlanis dilatata</i>	0,19	0,05	
GASTSTYL0	<i>Gastropus stylifer</i>	9,23	1,85	1,21
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	3,08	0,15	1,21
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	47,69	2,43	6,07
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	20,00	2,60	46,14
SYNCLONG0	<i>Synchaeta longipes</i>	3,08	1,02	0,61
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>	1,54	0,08	6,68
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>			1,21
SYNCSTYL0	<i>Synchaeta stylata</i>	4,62	0,48	1,21
TRICHGEN0	<i>Trichocerca</i> sp.	0,77	0,02	
TRICCYLI0	<i>Trichocerca cylindrica</i>	0,19	0,00	
	Total Cladóceros	1,35	3,19	6,08
	Total Copépodos	63,27	108,81	25,63
	Total Rotíferos	119,62	11,61	68,29
	Total	184,23	123,61	100

4. 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 del Ebro.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	11,08	Mesotrófico
CLOROFILA a	2,81	Mesotrófico
DISCO SECCHI	3,10	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	19416	Eutrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,00	MESOTRÓFICO

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

5. 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 del Ebro.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cél./ml)	19416	Deficiente
		Clorofila a (µg/L)	2,81	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,41	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,55	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,59	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,69	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	5,34	Bueno o superior
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	4,78	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO			4	BUENO o SUPERIOR
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,10	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	5,90	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	11,08	Moderado
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			1	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				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 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 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 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			>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 del Ebro.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	2,81	0,92	0,95	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,41	1,86	1,54	Bueno o superior
			Media				1,24
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,96	0,999	0,98	Moderado
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	7,58	0,92	0,89	Bueno o superior
			Media				0,94
Media global						1,09	
INDICADOR BIOLÓGICO				4			BUENO o SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,10			Bueno o superior	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,90			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	11,08			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				1		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la cola del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso