



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2016

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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE CALANDA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO





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

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Vicente Sancho Tello Valls y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

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

EQUIPO DE TRABAJO:

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

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

89.000,00 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE URRÚNAGA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2016

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2016



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse de Calanda desde el punto de toma de muestras.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2016). Establecimiento de una metodología para el seguimiento del potencial ecológico vs. estado trófico de los embalses de la cuenca del Ebro. 212 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

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



ÍNDICE

	Página
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	20
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 2015-2016	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. Vista de la cola del embalse.....	28
Figura 8. Vista del punto de acceso al embalse.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Calanda	6
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 Calanda.....	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 Calanda.....	23
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).	24
Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE 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 Calanda.	26



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Calanda durante los muestreos de 2016 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 de 2016, correspondiente al año hidrológico 2015-2016).

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 cuenca vertiente al embalse de Calanda está situada en el dominio Ibérico Maestrazgo Catalánides. El área engloba los macizos mesozoicos de la terminación oriental de la Cordillera Ibérica y su enlace con la Cordillera Costero-Catalana. Orográficamente comprende los macizos montañosos del Maestrazgo, Sierra de San Just, puertos de Beceite y Sierra del Boix.

Destacar que los materiales donde se sitúa el embalse de Calanda pertenecen al Triásico, facies Keuper como el Grupo Renales (brechas; calizas dolomíticas y calizas) y el



Grupo Ablanquejo (margas y margocalizas). Pertenecientes al Jurásico son la Formación carbonatada de Chelva (con calizas; dolomías; calizas oolíticas y con nódulos de sílex) y la Formación Higuieruelas (calizas con oncolitos).

El embalse de Calanda se sitúa dentro del término municipal de Calanda, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Guadalope.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de geometría alargada y sinuosa.

La cuenca vertiente al embalse de Calanda tiene una superficie total de 266269,73 ha.

Este embalse tiene una capacidad total de 54,32 hm³, que coincide con la capacidad útil. Tiene una profundidad media de 17,4 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 53 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Calanda

Superficie de la cuenca	2663 km ²
Capacidad total N.M.N.	54,32 hm ³
Capacidad útil	54,32 hm ³
Aportación media anual	140 hm ³
Superficie inundada	312 ha
Cota máximo embalse normal	440 msnm

Tipo de clasificación: 11. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal.

Se trata de un embalse monomítico de geología calcárea, situado en zona no húmeda de la red principal. No existe termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra alrededor de los 14,5 metros de profundidad cuando se determina mediante el medidor fotoeléctrico, mientras que el valor estimado mediante el Disco de Secchi fue de 7,3 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Calanda para el año hidrológico 2015-2016 fue de 4,15 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2015-2016.

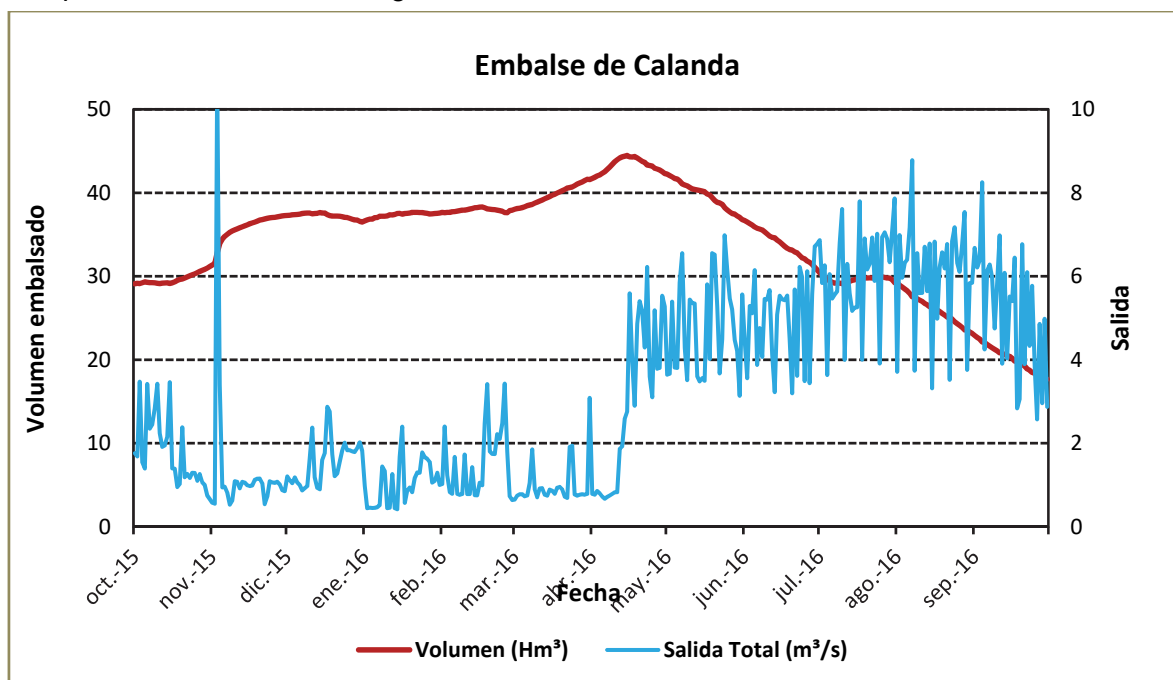


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente a los regadíos. Dentro de los usos recreativos destacan la pesca, ya que sus aguas están declaradas como “trucheras en régimen especial” siendo el embalse coto deportivo de pesca y la navegación (a remo y vela sin restricciones, con limitaciones para la navegación a motor).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Calanda 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 las categorías de: zonas de extracción de agua para consumo humano, y zonas sensibles a nutrientes (zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE).

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 19 de Julio de 2016, 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.

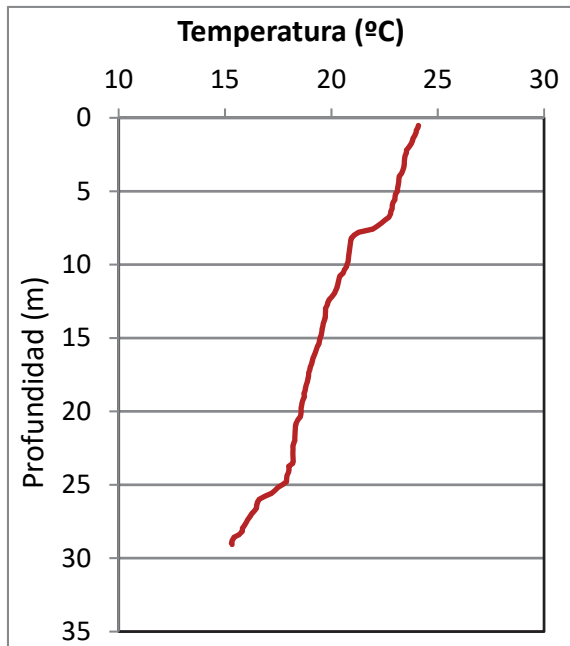


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

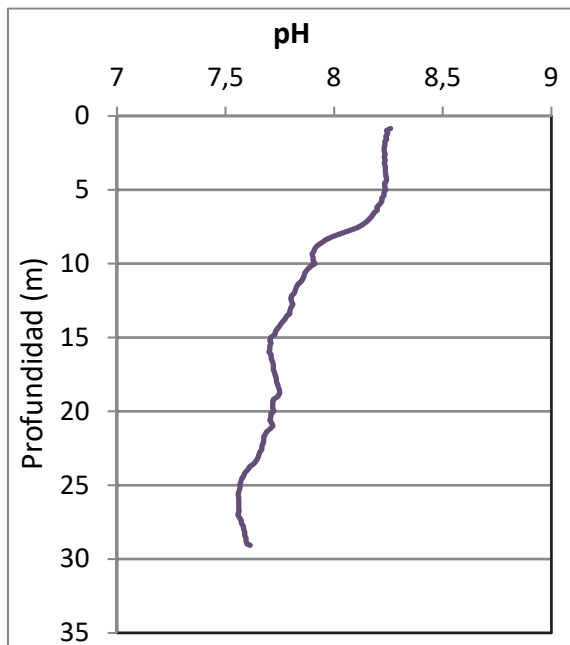
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

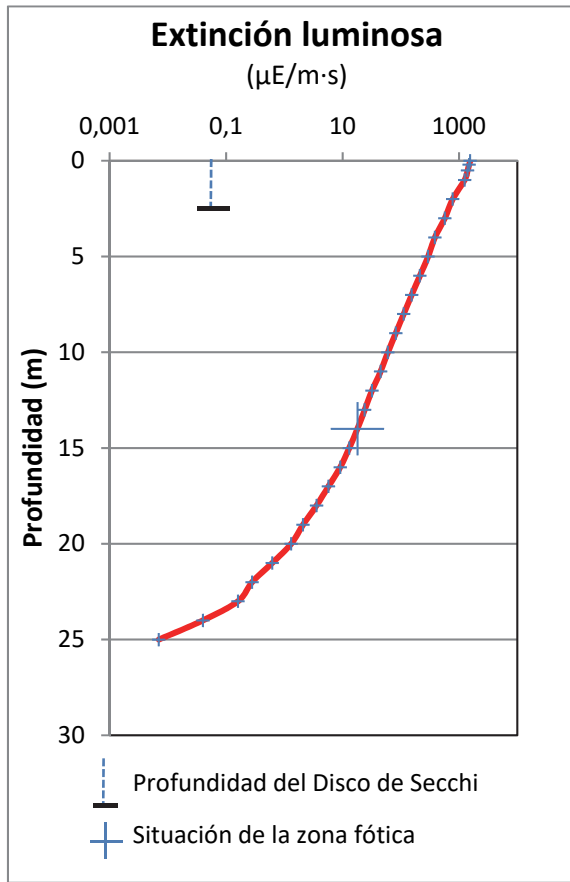


La temperatura del agua oscila entre los 15,82 °C – en el fondo- y los 24,06 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestro (Julio 2016) no existe termoclina.



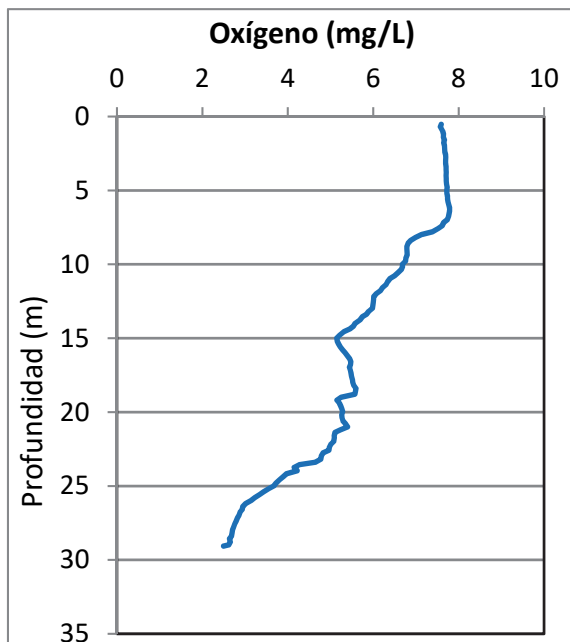
El pH del agua en la superficie es de 8,26, máximo epilimnético estival. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,61, mínimo hipolimnético.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



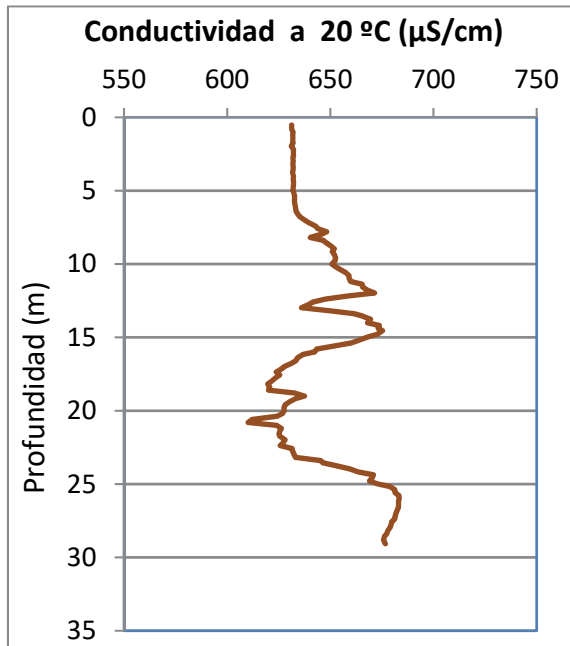
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 2,9 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 7,3 metros. Mientras que la medición mediante célula fotoeléctrica, indica una profundidad de la capa fótica de 14,5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 14 m de profundidad) fue de 1,79 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 5,72 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 631 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 676 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse. Hay un máximo puntual en el metalimnion a 20,6 m de profundidad con un valor de 612 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2016 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 2,86 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble resultó ser de 0,67 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,40 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,05 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) fue de 0,01 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,29 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,96 meq/L.



4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 32 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSTOPHYCEAE	5
SYNUROPHYCEAE	1
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	10
CYANOBACTERIA	3
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	3
EUGLENOPHYCEAE	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	1686
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	319670
Diversidad Shannon-Wiener		2,59
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Bacillariophyceae
Nº células/ml		763
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Cyclotella ocellata</i>
Nº células/ml		743
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
µm³/ml		206414
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cyclotella ocellata</i>
µm³/ml		186852

La concentración de clorofila fue de 0,91 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura 6 con una línea roja. El perfil vertical realizado mediante fluorimetría muestra un máximo de 1,3 $\mu\text{g/L}$ a 11,6 metros de profundidad.

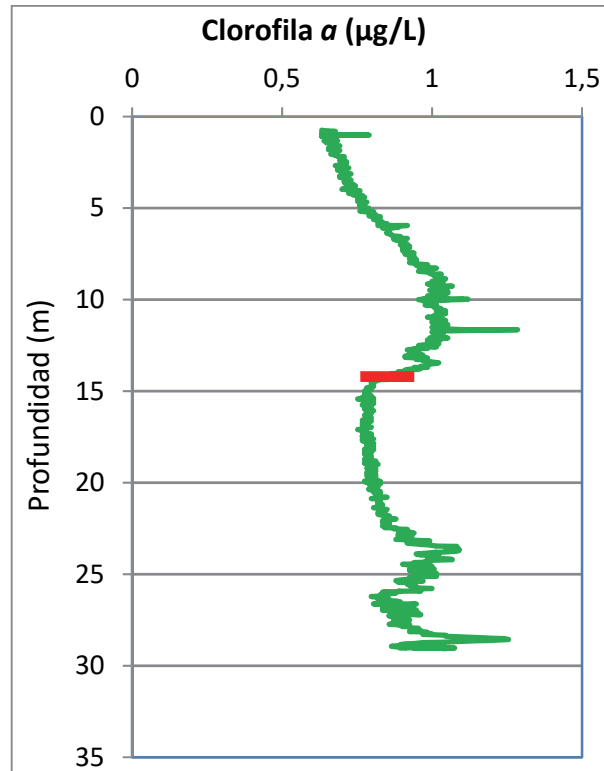


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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 siguiente:

Tabla 3. 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)	743,46	186852,27	2
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa)	17,07	17357,24	1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	3,06	2205,05	2
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
STAUOGEN0	<i>Stauroneis</i> sp.			1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus)			1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna (=Fragilaria ulna)</i>			1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	58,79	1881,41	
DINOCREN0	<i>Dinobryon crenulatum</i>	3,79	973,19	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	1,89	329,19	2
KEPHLITTO	<i>Kephyrion littorale</i>	18,97	953,33	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.			1
PSEUPSEU0	<i>Pseudokephyrion pseudospirale</i>	1,90	95,33	
STOKEPIP0	<i>Stokesiella epiptyxis</i>			1
	SYNUROPHYCEAE			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis (=Mallomonopsis oviformis)</i>	3,79	4746,28	
	XANTHOPHYCEAE			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	1,90	178,75	
	CHLOROPHYTA			
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	1,90	4878,85	
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	0,15	25,06	1
COERECU2	<i>Coelastrum reticulatum</i> var. <i>cubanum</i>			1
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	2,83	94,97	1
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	3,79	681,23	1
CHLOGLAR0	<i>Chlorobion glareosum</i>	3,79	99,30	
DIDYBICE0	<i>Didymocystis bicellularis</i>	79,66	834,16	
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	5,20	220,37	
COELPOLY0	<i>Hariotina polychorda (=Coelastrum polychordum)</i>	11,03	721,60	2
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>			1
MONOMINU0	<i>Monoraphidium minutum</i>	1,90	46,55	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>			1
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex (=Monactinus simplex)</i>			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>			3
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	22,76	1638,65	
	CYANOBACTERIA			
APHAGRAC0	<i>Aphanizomenon gracile</i>			2
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	198,39	103,88	
DOLICRAS0	<i>Dolichospermum crassum</i>			3
MERIPUNC0	<i>Merismopedia punctata</i>	9,80	138,55	
PSEUCATE0	<i>Pseudanabaena catenata</i>	8,97	190,32	
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.			2
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	9,48	22666,80	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	17,07	9723,94	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>			1
CRYPHAS0	<i>Cryptomonas phaseolus</i>	22,76	4718,97	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.			2
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	407,77	33885,17	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	22,76	826,22	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	0,46	20093,52	1
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawriake</i>	0,47	783,53	1
WOLOCORO0	<i>Woloszynskia coronata</i>	0,15	1030,45	
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLAGILO	<i>Euglena agilis</i>	0,94	696,47	
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	763,59	206414,56	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	85,34	4232,45	
	TOTALES SYNUROPHYCEAE	3,79	4746,28	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	1,90	178,75	
	TOTALES CHLOROPHYTA	133,00	9240,75	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	0,00	0,00	
	TOTALES CYANOBACTERIA	217,16	432,74	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	479,84	71821,11	
	TOTALES DINOPHYCEAE	1,08	21907,49	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	0,94	696,47	
	TOTALES ALGAS	1686,66	319670,60	

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

- 3 Cladocera
- 3 Copepoda
- 4 Rotifera
- 1 Mollusca

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	14,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	164,81
BIOMASA TOTAL	µg/L	50,19
Diversidad Shannon-Wiener		1,66
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		132,31
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		115,38
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		25,05
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Copidodiaptomus numidicus</i>
µg/L		22,50
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 28 m
CLADÓCEROS: 11,54 %	COPÉPODOS: 30,77 %	ROTÍFEROS: 46,15 %

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			
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	0,19	0,23	2,88
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	0,96	2,88	2,88
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	2,88	10,96	1,92
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>			3,85
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	0,19	0,47	0,96
COPINUMI0	<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	14,42	22,50	17,31
CYCLOPFAM	Ciclópido	9,23	2,08	12,50
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	3,08	2,31	4,81
GASTSTYLO	<i>Gastropus stylifer</i>	1,54	0,31	0,96
POLYDOLIO	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	115,38	5,88	28,85
POLYLUMIO	<i>Polyarthra luminosa</i>	12,31	0,63	10,58
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>			0,96
	OTROS			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i>	4,62	1,94	11,54
	Total Cladóceros	4,04	14,08	11,54
	Total Copépodos	23,85	25,05	30,77
	Total Rotíferos	132,31	9,13	46,15
	Total Otros	4,62	1,94	11,54
	Total	164,81	50,19	100

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	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

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 Calanda.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	2,86	Ultraoligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	0,91	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI (DS)	2,90	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	1687	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,00	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) y la concentración de clorofila *a*, clasifican el embalse como ultraoligotrófico. Mientras que la transparencia (DS) y la densidad algal establecen para el embalse un estado de mesotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de CALANDA ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

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 a (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 9:

Tabla 9. 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 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 Calanda.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	1687	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	0,91	Bueno o superior
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,32	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,19	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,83	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,26	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	6,13	Bueno o superior
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,09	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO			2,14	BUENO O SUPERIOR
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,90	Moderado
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,72	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	2,86	Muy bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,0	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 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 RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

Indicador	Elementos	Parámetros	RANGOS DEL RCE				
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (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 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 Calanda.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	0,91	2,86	2,31	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,32	2,38	1,86	Bueno o superior
			Media				2,08
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,14	1,001	1,03	Bueno o superior
			Porcentaje de cianobacterias	0,06	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media				1,01
Media global						1,55	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,55		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,90			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,72			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	2,86			Muy bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3,0		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 al embalse