
RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE FLIX



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 FLIX

AÑO DE EJECUCIÓN:

2015

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del punto de acceso al embalse de Flix desde el punto de muestreo.

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.....	6
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....	6
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico</i>	<i>6</i>
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i>	<i>7</i>
2.3. <i>Usos del agua</i>	<i>8</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>8</i>
3. TRABAJOS REALIZADOS	9
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	10
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i>	<i>10</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>13</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	<i>14</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>18</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	19
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	8
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	9
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH	10
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	11
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	12
Figura 6. Fotografía del embalse.....	27
Figura 7. Fotografía desde el punto de acceso al embalse	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Flix.....	7
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	14
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	15
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 de Flix.....	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 de Flix.....	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 de Flix.....	25

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Flix 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 de 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 de Flix se encuentra cercano a las Cordilleras Costero Catalanas, en la provincia de Tarragona, situado dentro del término municipal de Flix en la provincia de Tarragona. Regula las aguas del río Ebro.

En términos geológicos, el embalse de Flix se encuentra situado sobre materiales del Paleógeno como las lutitas, y del Cuaternario como depósitos aluviales, terrazas, gravas, limos, arenas y arcillas.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

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

La cuenca vertiente al embalse de Flix tiene una superficie total de 81.274 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 11 hm³. Caracterizado por una profundidad máxima que alcanza los 26,30 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Flix

Superficie de la cuenca	812740 ha
Capacidad total N.M.N.	11 hm ³
Superficie inundada	290 ha
Cota máximo embalse normal	41,10 msnm

Tipo de clasificación: 12. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a tramos bajos de ejes principales.

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. La capa fótica llega al fondo, 8,6 metros, tanto con el medidor fotoeléctrico como con el disco de Secchi.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Flix para el año hidrológico 2014-2015 fue de 0,003 meses.

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

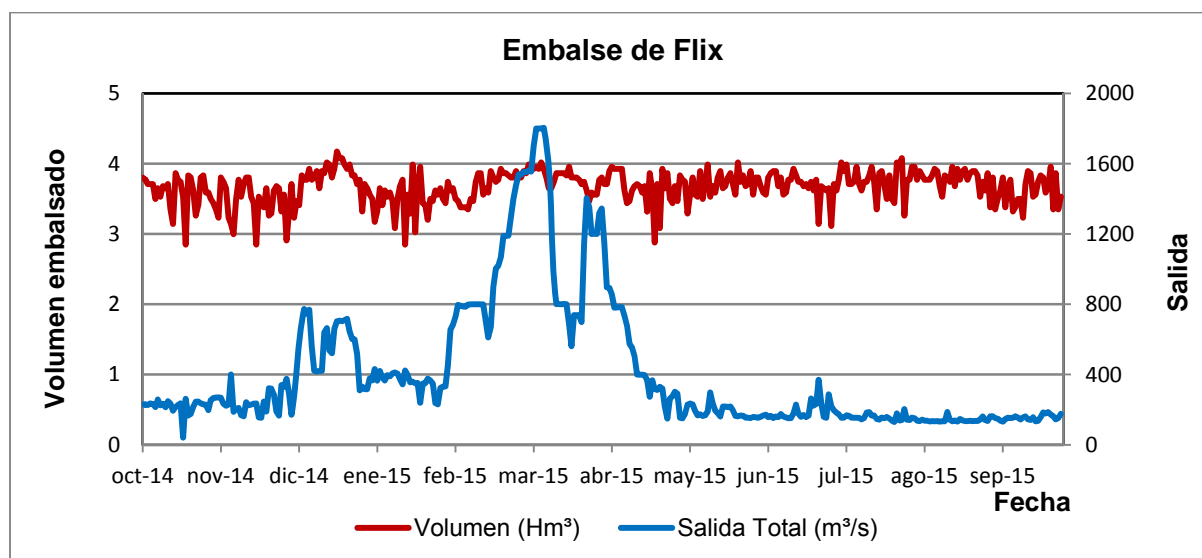


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2014-2015.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento de la población.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Flix 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 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 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 4 de Agosto 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.

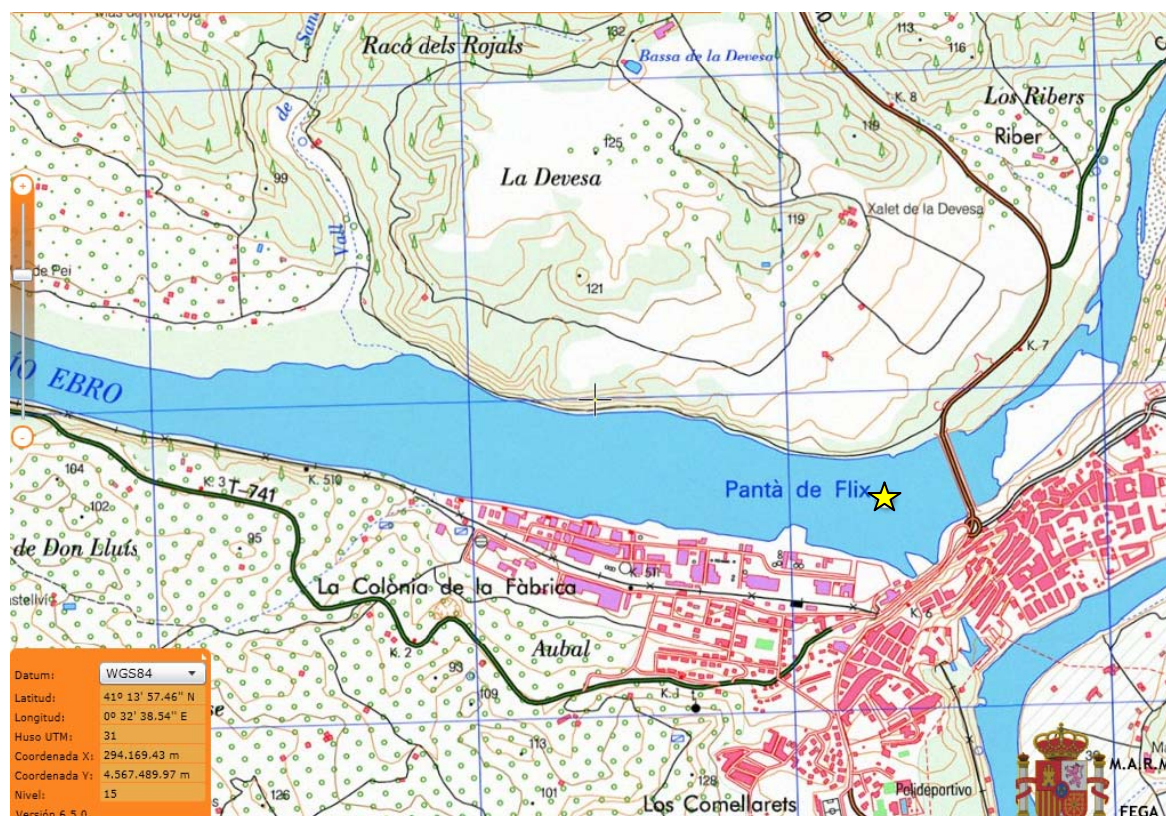
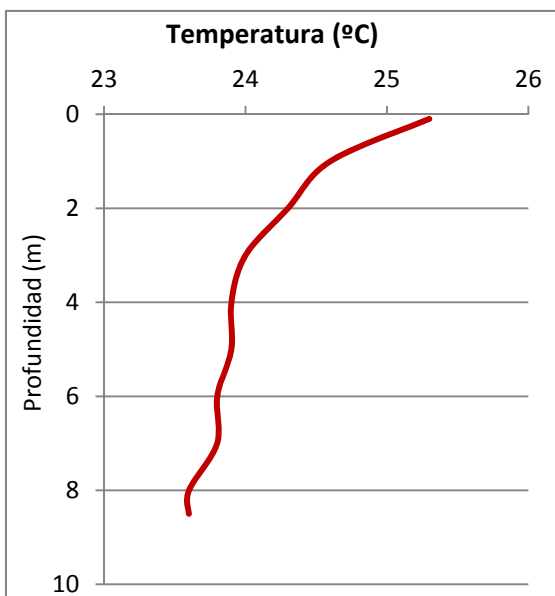


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

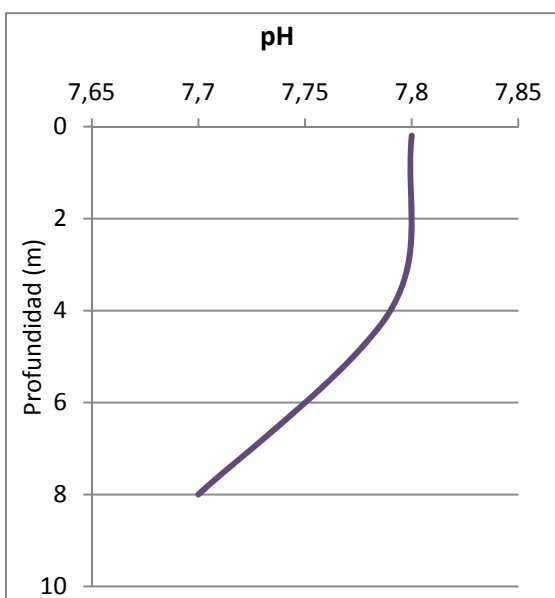
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

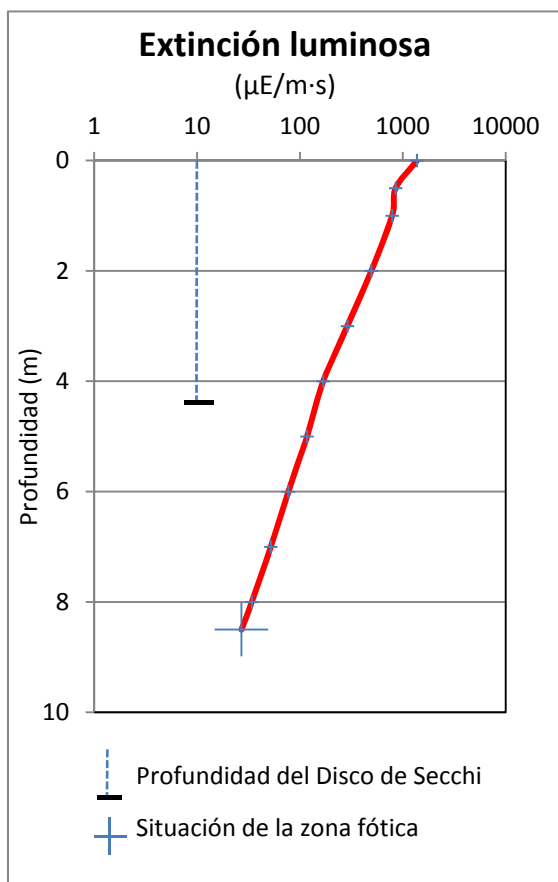


La temperatura del agua oscila entre los 23,6 °C – en el fondo- y los 25,3 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestro (Agosto 2015) no existe termoclina.



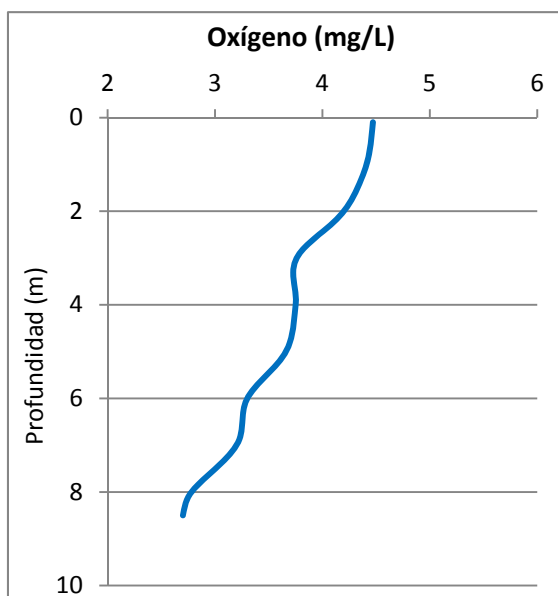
El pH del agua en la superficie es de 7,8. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,7.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



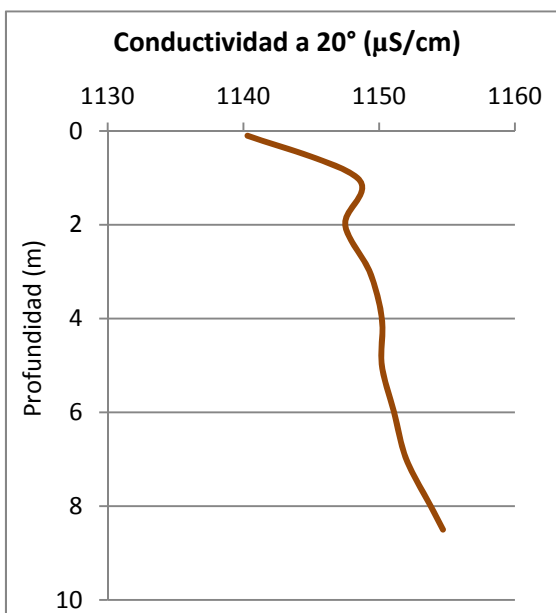
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 4,30 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica superior a 8,6 metros, estando toda la columna de agua iluminada, como también indica la medición mediante célula fotoeléctrica.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 6 m de profundidad) fue de 2,55 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 3,62 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 1140 µS/cm en la superficie y de 1154 µS/cm en el fondo del embalse.

Figura 5. 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 40,43 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble resultó ser de 31,39 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 2,04 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,87 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) fue de 0,038 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 4,84 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,42 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 44 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	10
CHRYSOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	24
CYANOBACTERIA	2
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	2
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	807
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	103931
Diversidad Shannon-Wiener		3,48
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		403
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Merismopedia tenuissima</i>
Nº células/ml		322
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
µm³/ml		33416
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cryptomonas erosa</i>
µm³/ml		20360

La concentración de clorofila fue de 0,78 µg/L en la muestra integrada.

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	µm ³ /ml	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>			1
CYCLMENE0	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	20	15.939	
MELOVARI0	<i>Melosira varians</i>			1
STEPNEOA0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	2	5.838	1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ACHNMINU0	<i>Achnanthydium minutissimum (=Achnanthes minutissima)</i>	3	77	
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>	1	411	
COCCPEDI0	<i>Cocconeis pediculus</i>	1	1.343	
COCCPLAC0	<i>Cocconeis placentula</i>	7	5.777	1
CYMBMINU0	<i>Cymbella minuta</i>			1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>			2
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>	1	186	1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1
NITZRECT0	<i>Nitzschia recta</i>	2	887	
RHOICURV0	<i>Rhoicosphenia abbreviata (=Rhoicosphenia curvata)</i>	2	1.189	1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus (=Fragilaria ulna var. acus)</i>			1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna (=Fragilaria ulna)</i>	2	1.768	1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	2	50	
SPINIGEN0	<i>Spiniferomonas</i> sp.			1
TREUTRIA0	<i>Treubaria triappendiculata</i>			1
	CHLOROPHYTA			
ACTIHANT0	<i>Actinastrum hantzschii</i>			1
SCENACUT0	<i>Acutodesmus obliquus (=Scenedesmus obliquus=Scenedesmus acutus)</i>	6	131	1
ANKYJUDA0	<i>Ankyra judayi</i>	2	131	1
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	2	507	1
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>	28	1.825	2
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>	71	4.663	2
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>			2
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	1	139	
SCENINTE0	<i>Desmodesmus intermedius (=Scenedesmus intermedius)</i>			1
DICTPULC0	<i>Dactylosphaerium pulchellum</i>			2
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	2	66	
COELPOLY0	<i>Haricotina polychorda (=Coelastrum polychordum)</i>			2
LAGEBALA0	<i>Lagerheimia balatonica</i>	1	52	
MONOARCU0	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	3	91	

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
NEPHSUBS0	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	9	274	
NEPHAGAR0	<i>Nephrocytium agardhianum</i>			1
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>			1
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	18	4.029	2
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>	26	6.582	2
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex (=Monactinus simplex)</i>			3
PEDSIBIW2	<i>Pediastrum simplex var. biwaense</i>	6	613	3
PEDSIECH2	<i>Pediastrum simplex var. echinulatum</i>	37	4.646	
PEDINGEN0	<i>Pedinomonas sp.</i>	1	10	
PHACLENT0	<i>Phacotus lenticularis</i>	1	195	
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus (=Desmodesmus armatus)</i>	20	759	
SCENBREV0	<i>Scenedesmus brevispina</i>			2
SCENCOST0	<i>Scenedesmus costato-granulatus (=Desmodesmus costato-granulatus)</i>	22	817	
SCENMAGN0	<i>Scenedesmus magnus</i>	12	1.038	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	26	4.728	
TETRCAUD0	<i>Tetraedron caudatum</i>	1	114	
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	3	194	
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	1	56	
WILLIRRE0	<i>Willea irregularis</i>	22	511	2
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
COSMPUNC0	<i>Cosmarium punctulatum</i>			1
STAUPARA0	<i>Staurastrum paradoxum</i>			1
	CYANOBACTERIA			
ANABAGEN0	<i>Anabaena sp.</i>			2
APHAGRAC0	<i>Aphanizomenon gracile</i>	81	9.579	
MERITENU0	<i>Merismopedia tenuissima</i>	322	291	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPEROS0	<i>Cryptomonas erosa</i>	9	20.360	
CHILOGEN0	<i>Chilomonas sp.</i>	1	258	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	30	4.080	
PLAGNANNO	<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i>	1	34	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
GYMNHV0	<i>Gymnodinium sp.</i>			1
GYMNVW0	<i>Gymnodinium wawriake</i>	1	1.284	
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum (=Parvodinium umbonatum)</i>	1	1.839	
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLEGEN0	<i>Euglena sp.</i>	1	571	

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	39	33.416	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	2	50	
	TOTALES CHLOROPHYTA	321	32.169	
	TOTALES CYANOBACTERIA	403	9.870	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	40	24.732	
	TOTALES DINOPHYCEAE	2	3.124	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	1	571	
	TOTALES ALGAS	807	103.931	

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 Flix se han identificado un total de 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Copepoda
- 10 Rotifera
- 2 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	3,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	50,19
BIOMASA TOTAL	µg/L	19,10
Diversidad Shannon-Wiener		2,02
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Otros
individuos/L		30,19
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Dreissena polymorpha</i>
individuos/L		27,69
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Otros
µg/L		14,13
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Dreissena polymorpha</i>
µg/L		11,13
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 7 m
CLADÓCEROS: 7,58 %	COPÉPODOS: 43,43 %	ROTÍFEROS: 18,69 %

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>			1,52
CERIOGEN0	<i>Ceriodaphnia</i> sp.			5,05
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>			1,01
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	11,92	1,97	38,38
COPINUMI0	<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	0,96	2,52	5,05
	ROTÍFEROS			
BDELLGEN0	<i>Bdelloide</i>	0,19	0,02	
CEPHAGEN0	<i>Cephalodella</i> sp.	0,77	0,03	
EUCHDILA0	<i>Euchlanis dilatata</i>	0,19	0,05	
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	3,65	0,18	5,05
KERCOTEC1	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	0,19	0,01	1,01
LECAACUL0	<i>Lecane aculeata</i>			1,01
LECABULL0	<i>Lecane bulla</i>	0,19	0,01	2,02
LECACLOS0	<i>Lecane closterocerca</i>	0,19	0,01	
LEPAPATE0	<i>Lepadella patella</i>	0,19	0,01	
	<i>Polyarthra euriptera</i>			2,02
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	1,15	0,15	
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>	0,38	0,02	6,06
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>			1,52
	OTROS			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i> (Mejillón cebra)	27,69	11,63	29,80
	<i>Tintinnopsis</i> sp.	2,50	2,50	0,51
	Total Cladóceros			7,58
	Total Copépodos	12,88	4,48	43,43
	Total Rotíferos	7,12	0,49	18,69
	Total Otros	30,19	14,13	29,80
	Total	50,19	19,10	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 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 Flix.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	40,43	Eutrófico
CLOROFILA a	0,78	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI (DS)	4,25	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	807	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,75	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a todos los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) clasifica el embalse como eutrófico, la densidad algal y la transparencia (DS) establecen para el embalse un estado de oligotrofia y la concentración de clorofila a determina que el embalse se encuentra en un estado ultraoligotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de FLIX 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)			>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 Flix.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	807	Bueno o superior
		Clorofila a (µg/L)	0,78	Bueno o superior
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,10	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,87	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,08	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,84	Moderado
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	11,02	Deficiente
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	11,73	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			2,0	DEFICIENTE
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,25	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	3,62	Deficiente
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	40,43	Deficiente
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			1,0	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO PExp				DEFICIENTE

b) Aproximación normativa (PEnorm)

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 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 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 de Flix.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	0,78	3,09	2,04	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,10	6,06	3,46	Bueno o superior
			Media			2,75	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	2,59	0,997	0,98	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	9,22	0,91	0,88	Bueno o superior
			Media			0,93	
Media global						1,84	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,84		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)	3,62			Deficiente	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	40,43			Deficiente	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2,0		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 6. Vista del embalse



Figura 7. Vista desde el punto de acceso al embalse