



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE FLIX
AÑO 2011



VNIVERSITAT Q̄ DE VALÈNCIA

CONSULTOR:
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA ESTUDI GENERAL
Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Área de Limnología

Departamento de Microbiología y Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas

46100 – Burjassot (Valencia)

DICIEMBRE 2011

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE	2
2.1. Ámbito geográfico y geológico	2
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	4
2.4. Registro de zonas protegidas	4
3. TRABAJOS REALIZADOS	5
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	6
4.1. Características físicoquímicas de las aguas	6
4.2. Hidroquímica del embalse	8
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	9
4.4. Zooplancton	11
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	14
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	15

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Flix durante los muestreos de 2011 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 (septiembre 2011, correspondiente al año hidrológico 2010-2011).

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 geográfico y geológico

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 el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse:

CUADRO 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

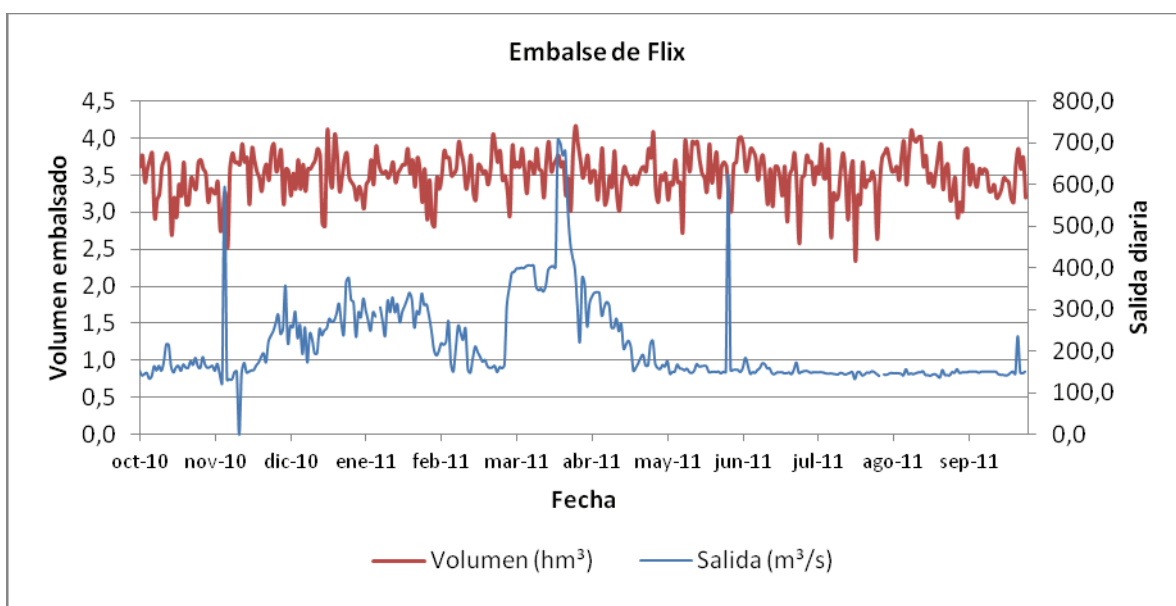
Tipo de clasificación: 12. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a tramos bajos de ejes principales.

A pesar de su clasificación, se trata de un embalse polimíctico, dado su escaso volumen y profundidad. No existe termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica en el momento del muestreo se encuentra en el fondo, a 8,3 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Flix para el año hidrológico 2010-2011 se ha estimado en 0,19 días, equivalente a 0,006 meses, debido a su escaso volumen medio (3,5 hm³) y elevado caudal medio anual de salida (213 m³/s).

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores del volumen embalsado y salida media diaria correspondientes al año hidrológico 2010-2011.

GRÁFICO 1
VOLUMEN EMBALSADO Y SALIDA DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2009-2011



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 1**). Se ha completado una campaña de muestreo el 31 de Agosto de 2011, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

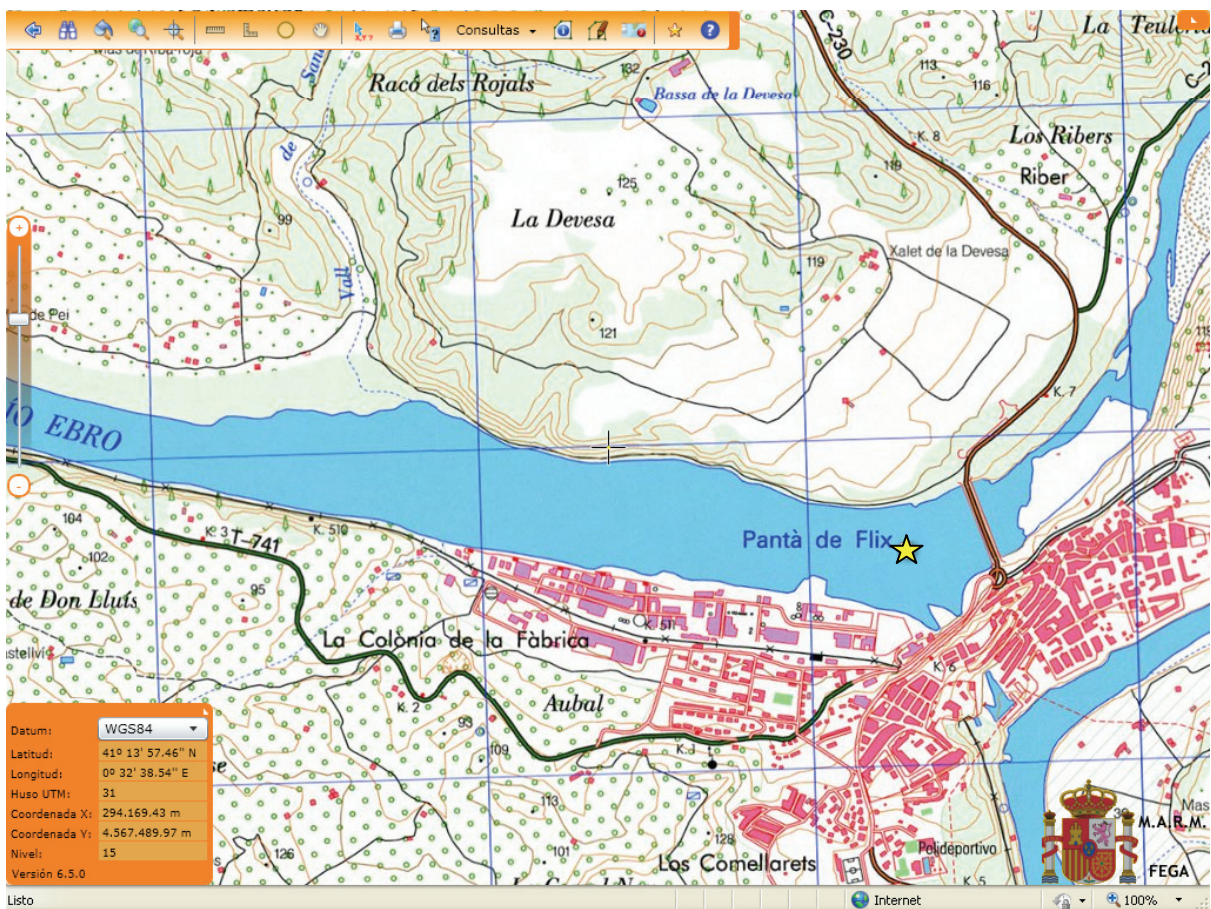
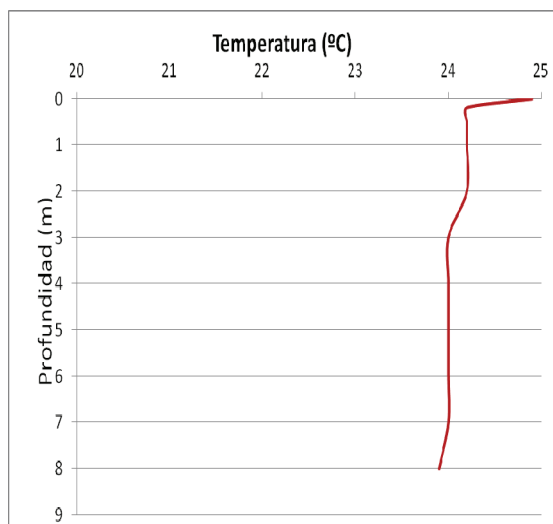


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

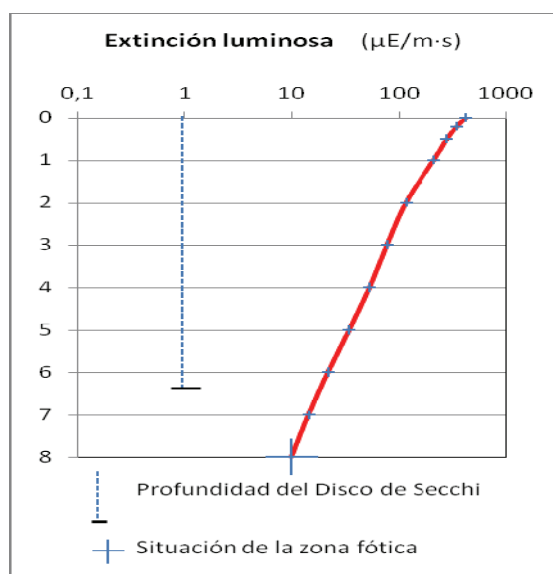
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



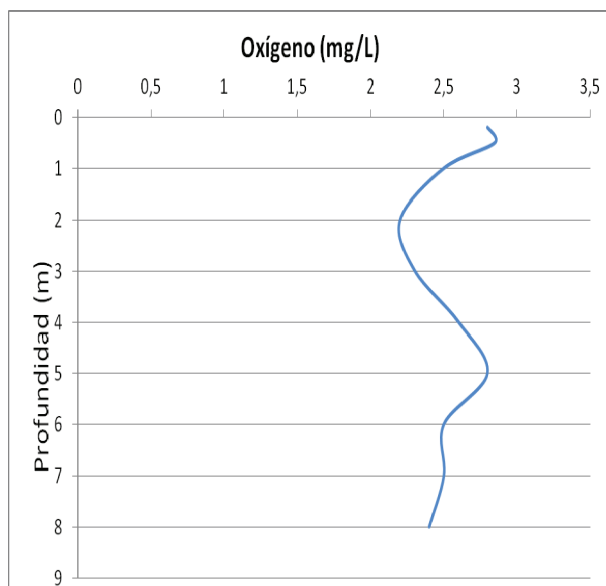
La temperatura del agua en la superficie es de 24,9 °C y de 23,9 °C en el fondo. En el momento del muestreo (31 agosto 2011) no se observa termoclina.

El pH del agua en la superficie es de 7,9. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,8. No se ha registrado el perfil vertical del pH en el momento del muestreo, debido a los trabajos que se realizaban en las proximidades.

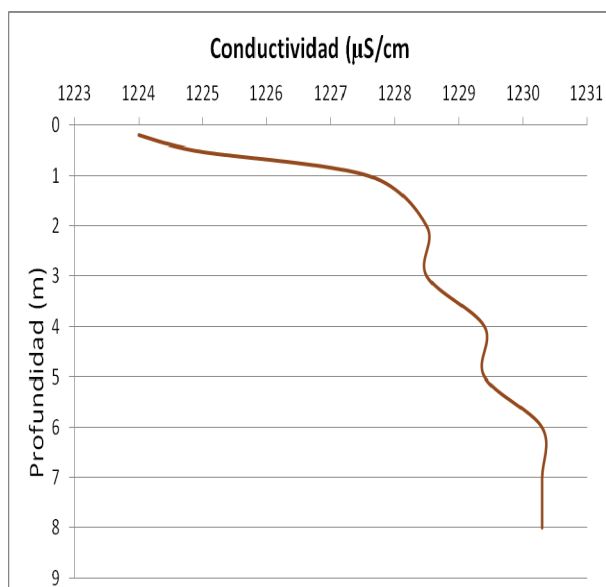


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 5,60 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica superior a 8,3 metros, estando toda la columna de agua iluminada.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 6 m de profundidad para evitar contacto con el fondo) fue de 2,83 NTU.



Las condiciones medias de oxigenación de la columna de agua alcanzan una concentración de 2,55 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L), pero a pesar de ello, las concentraciones de oxígeno en el perfil vertical son realmente bajas.



La conductividad del agua es de 1224 µS/cm en la superficie y de 1230 µS/cm en el fondo, donde el valor es máximo. Como se puede observar, son variaciones muy pequeñas.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2011 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 127,64 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 108,15 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,77 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,34 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) fue de 0,085 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 7,58 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,09 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 9 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	4
CHLOROPHYTA	2
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	2

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en el siguiente cuadro:

CUADRO 2

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	2075,49
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm ³ /ml	104042
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		1935,82
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Aphanizomenon</i> sp.
Nº células/ml		1935,82
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cyanobacteria
µm ³ /ml		45612
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Aphanizomenon</i> sp.
µm ³ /ml		46687

En cuanto a diversidad de especies, calculada con el índice de Shannon – Wiener, ha resultado ser de 0,48.

La concentración de clorofila fue de 1,76 µg/L.

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 del cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)	2,79	527	1
<i>Cocconeis placentula</i>	19,55	16217	1
<i>Encyonema minutum</i> (=Cymbella minuta)	2,79	1448	1
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (=Rhoicosphenia curvata)	5,59	3041	1
CHLOROPHYTA			
<i>Coelastrum microporum</i>	89,39	18347	1
<i>Kirchneriella obesa</i>	2,79	176	
CYANOBACTERIA			
<i>Aphanizomenon</i> sp.	1935,82	45612	5
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas erosa</i>	5,59	17200	1
<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	11,17	1474	1
TOTAL BACILLARIOPHYCEAE	30,73	21233	
TOTAL CHLOROPHYTA	92,18	18523	
TOTAL CYANOBACTERIA	1935,82	45612	
TOTAL CRYPTOPHYCEAE	16,76	18675	
TOTAL ALGAS	2075,49	104042	

Clases de abundancia	% de presencia	Clases de abundancia	% de presencia
1	<9	4	61-99
2	10-24	5	>99
3	25-60		

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Flix se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 2 Copepoda
- 12 Rotifera
- 1 Mollusca

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 3**):

CUADRO 3

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD ZOOPLANCTON	m	6,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	53,08
BIOMASA TOTAL	µg/L	13,28
Diversidad Shannon-Wiener		1,71
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		25,96
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Orden Cyclopoida
individuos/L		22,31
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		6,38

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Orden Cyclopoida	
	µg/L	5,77	
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 7 m	
CLADÓCEROS: 10,47 %		COPÉPODOS: 32,56 %	ROTÍFEROS: 47,09 %

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 el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	
CLADÓCEROS			
<i>Bosmina longirostris</i>			6,40
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	0,19	0,31	1,16
<i>Chydorus sphaericus</i>			0,58
<i>Daphnia galeata</i>	0,96	3,27	1,16
<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	0,19	0,48	1,16
COPÉPODOS			
<i>Acanthocyclops americanus</i>			1,74
<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	1,54	0,62	1,74
<i>Thermocyclops dybowskii</i>			1,74
Orden Cyclopoida	22,31	5,77	27,33
ROTÍFEROS			
<i>Bdelloides</i> sp.	0,38	0,05	
<i>Hexarthra mira</i>	0,77	0,16	3,49
<i>Keratella cochlearis</i>	4,62	0,23	4,65
<i>Keratella quadrata</i>	0,77	0,10	0,58
<i>Keratella tropica</i>	1,15	0,14	2,91
<i>Lecane closterocerca</i>	0,38	0,02	

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	
<i>Lepadella patella</i>	0,38	0,02	
<i>Notommata copeus</i>	0,19	0,01	2,33
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	11,15	0,57	28,49
<i>Polyarthra major</i>	5,38	0,70	2,91
<i>Pompholyx sulcata</i>	0,38	0,02	
<i>Synchaeta oblonga</i>	0,38	0,02	
<i>Trichocerca elongata</i>			1,74
OTROS			
<i>Dreissena polymorpha</i>	1,92	0,81	9,30
<i>Arcella</i> sp.			0,58
Total Cladóceros	1,35	4,06	10,47
Total Copépodos	23,85	6,38	32,56
Total Rotíferos	25,96	2,03	47,09
Total Otros	1,92	0,81	9,88
Total	53,08	13,28	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerando los indicadores especificados en el **Cuadro 4** 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.

CUADRO 4
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 el **Cuadro 5** 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.

CUADRO 5
DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO DEL EMBALSE DE FLIX.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	127,64	Hipereutrófico
CLOROFILA a	1,76	Oligotrófico
DISCO SECCHI	5,60	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	2075	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,0	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) indica un estado de hipereutrofia. La transparencia (DS) y la concentración de clorofila a indican un estado de oligotrofia. Y la densidad algal clasifica al embalse como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de FLIX ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 6**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

CUADRO 6
PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO
EXPERIMENTAL

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		<i>Trophic Index (TI)</i>	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			> 4, 2	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad 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)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>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 realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en el **Cuadro 7:**

CUADRO 7
COMBINACIÓN DE LOS INDICADORES

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En el **Cuadro 8** 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.

CUADRO 8
DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE FLIX.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	2075	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	1,76	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,10	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	1,92	Deficiente
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	0,85	Malo
		<i>Trophic Index (TI)</i>	1,10	Máximo
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	7,22	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,60	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	2,55	Deficiente
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	127,64	Malo
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2,3	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista de la presa del embalse



Foto 2: Vista del embalse y la zona de obras