
EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCAÇÃO HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE FLIX



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA 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:

70.862,60 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE FLIX

AÑO DE EJECUCIÓN:

2014

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse de Flix desde el punto de muestreo.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua 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 | 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 2013-2014 | 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. Fotografía de la cola del embalse | 27 |
| Figura 7. Fotografía del punto de acceso al embalse | 27 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Flix | 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 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 (Orden ARM/2656/2008). | 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 2014 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 2014, correspondiente al año hidrológico 2013-2014).

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, 8,2 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 2013-2014 fue de 0,004 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2013-2014.

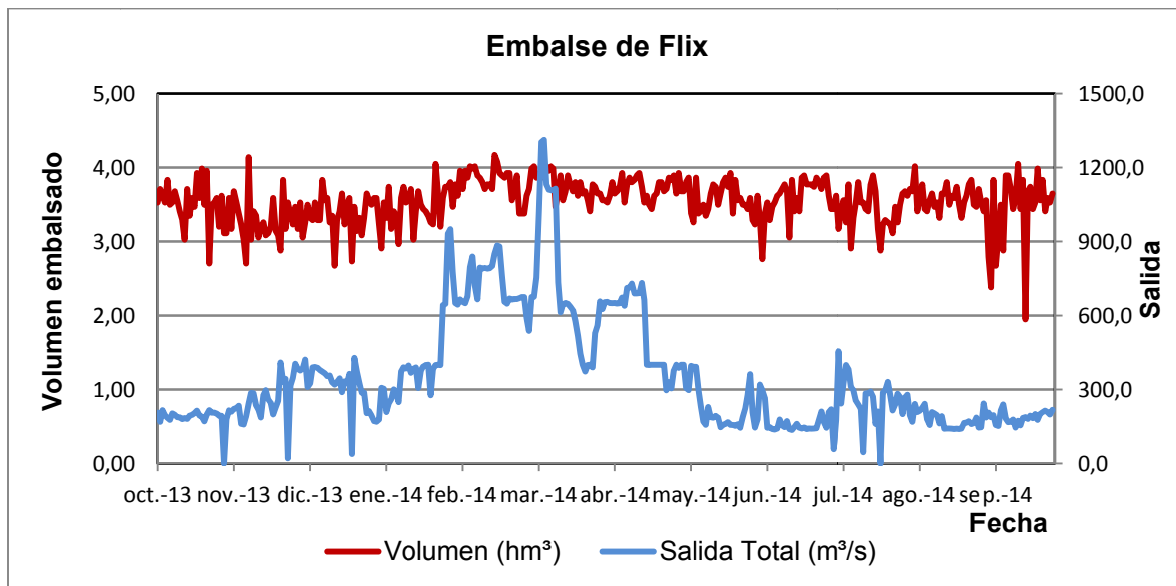


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014.

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 23 de Julio de 2014, 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.

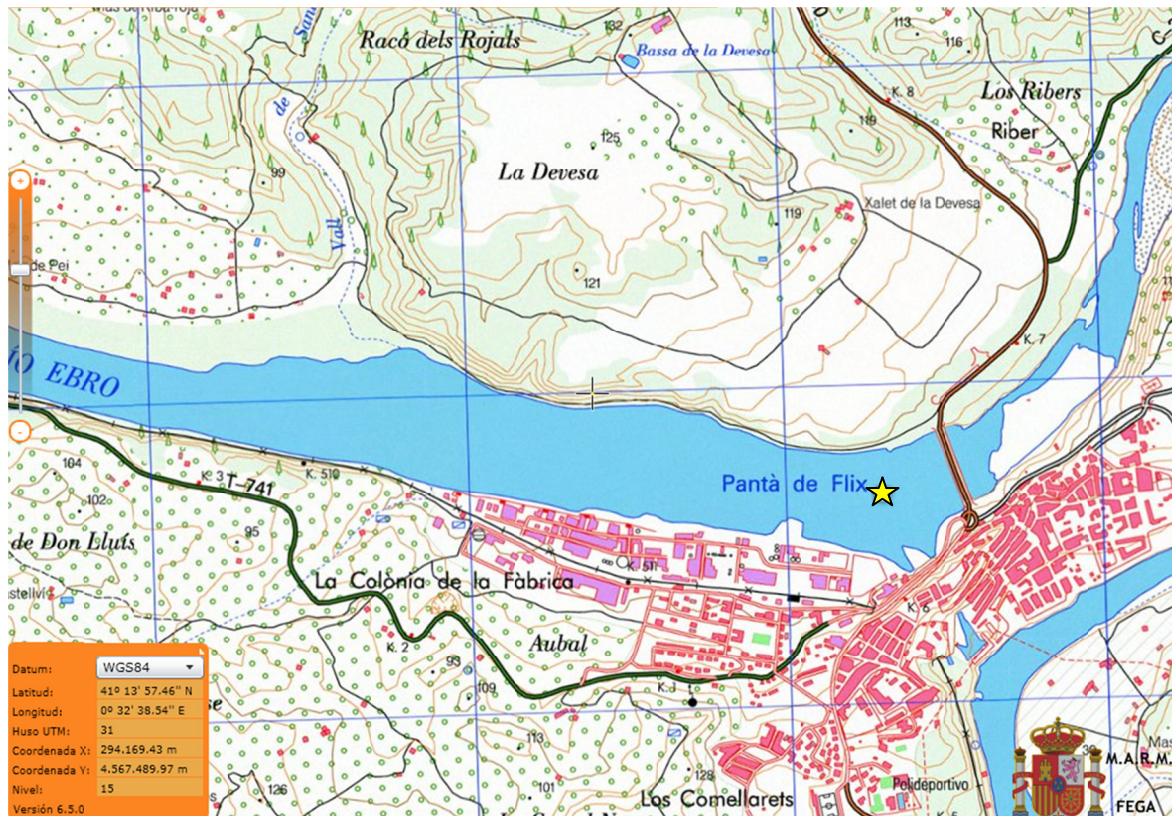
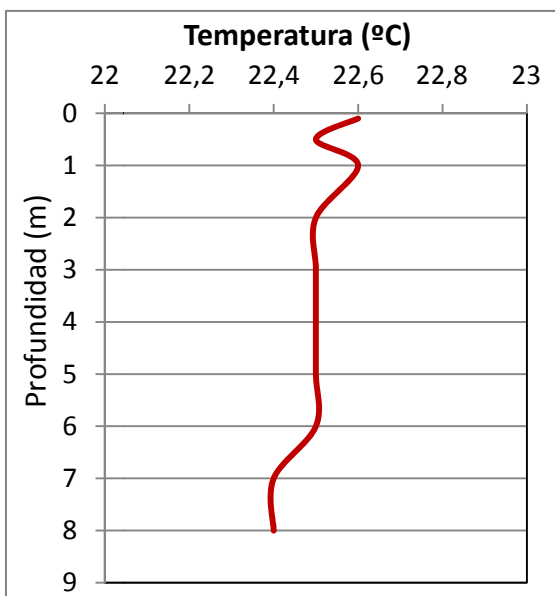


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

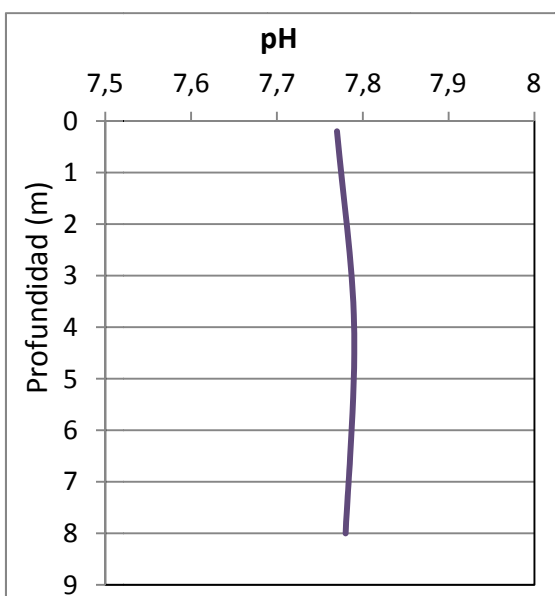
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

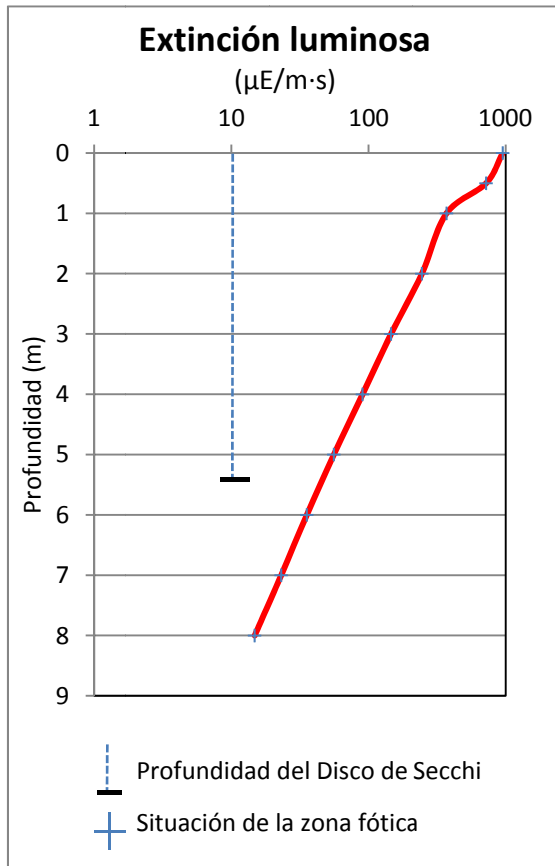


La temperatura del agua oscila entre los 22,4 °C – en el fondo- y los 22,6 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestro (Julio 2014) no existe termoclina.



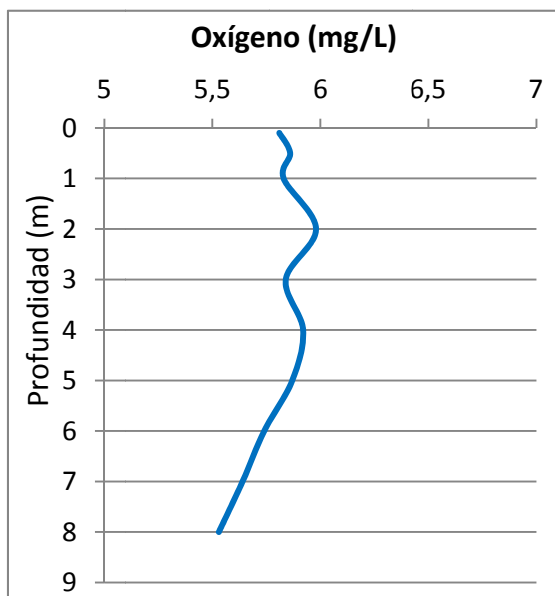
El pH del agua en la superficie es de 7,77. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,78.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



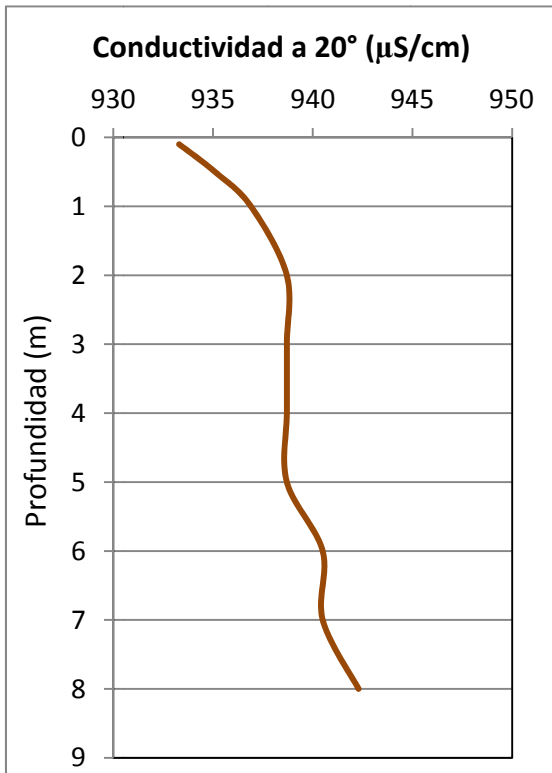
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 5,30 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica superior a 8,2 metros, estando toda la columna de agua iluminada, como también indica la medición mediante célula fotoeléctrica.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 6 m de profundidad) fue de 2,25 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 5,80 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 933 μS/cm en la superficie y de 942 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 2014 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 37,04 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble resultó ser de 23,03 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,98 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,78 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) fue de 0,05 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,73 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,19 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

| | |
|-------------------|---|
| BACILLARIOPHYCEAE | 9 |
| CHLOROPHYCEAE | 5 |
| CYANOBACTERIA | 1 |
| CRYPTOPHYCEAE | 3 |
| DINOPHYCEAE | 3 |

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 | 4013,39 |
| BIOVOLUMEN TOTAL | µm³/ml | 641498 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 0,68 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Cyanobacteria |
| Nº células/ml | | 3664,87 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | <i>Aphanizomenon gracile</i> |
| Nº células/ml | | 3664,87 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | Cyanobacteria |
| µm³/ml | | 359798 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | <i>Aphanizomenon gracile</i> |
| µm³/ml | | 359798 |

La concentración de clorofila fue de 1,74 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 | |
| | BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/ | | | |
| AULAGRAN0 | <i>Aulacoseira granulata</i> | 15,12 | 32694 | 2 |
| AULGRANG2 | <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> | | | 1 |
| AULACGEN0 | <i>Aulacoseira</i> sp. | 1,26 | 819 | |
| CYCLMENE0 | <i>Cyclotella meneghiniana</i> | 1,26 | 997 | |
| CYCLTGEN0 | <i>Cyclotella</i> sp. pequeña | | | 1 |
| | BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/ | | | |
| ACHNMINU0 | <i>Achnantheidium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i>) | 1,26 | 101 | |
| AMPHOVAL0 | <i>Amphora ovalis</i> | | | 1 |
| ASTEFORM0 | <i>Asterionella formosa</i> | | | 1 |
| COCCPLAC0 | <i>Cocconeis placentula</i> | 7,56 | 6265 | 1 |
| DIATVULG0 | <i>Diatoma vulgaris</i> | 1,26 | 10480 | |
| CYMBMINU0 | <i>Encyonema minutum</i> (= <i>Cymbella minuta</i>) | | | 1 |
| FRAGCROT0 | <i>Fragilaria crotonensis</i> | 119,66 | 87115 | 2 |
| MELOVARI0 | <i>Melosira varians</i> | | | 1 |
| NITZACIC0 | <i>Nitzschia acicularis</i> | 1,26 | 302 | |
| NITZPALE0 | <i>Nitzschia palea</i> | | | 1 |
| RHOICURV0 | <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (= <i>Rhoicosphenia curvata</i>) | 6,30 | 7598 | 1 |
| FRAGULNA0 | <i>Ulnaria ulna</i> (= <i>Fragilaria ulna</i>) | | | 1 |
| | CHLOROPHYTA | | | |
| CARTEGEN0 | <i>Carteria</i> sp. | 10,08 | 21612 | |
| COELASTR0 | <i>Coelastrum astroideum</i> | | | 2 |
| COELMICR0 | <i>Coelastrum microporum</i> | 90,69 | 5936 | 1 |
| COENHIND0 | <i>Coenochloris hindakii</i> | | | 2 |
| DICTYGEN0 | <i>Dictyosphaerium</i> sp. | | | 1 |
| OOCYMARS0 | <i>Oocystis marssonii</i> | | | 1 |
| PEDIDUPL0 | <i>Pediastrum duplex</i> | 10,08 | 2519 | 2 |
| PEDSIBIW2 | <i>Pediastrum simplex</i> var. <i>biwaense</i> | | | 1 |
| PHACLENT0 | <i>Phacotus lenticularis</i> | 10,08 | 2955 | |
| SCENARMA0 | <i>Scenedesmus armatus</i> (= <i>Desmodesmus armatus</i>) | | | 1 |
| SPHAPLAN0 | <i>Sphaerocystis planctonica</i> | 10,08 | 2701 | |
| | CYANOBACTERIA | | | |
| APHAGRAC0 | <i>Aphanizomenon gracile</i> | 3664,87 | 359798 | 3 |
| DOLICRAS0 | <i>Dolichospermum crassum</i> | | | 1 |

| | COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|------------|---|----------------|---------------------|-------------|
| COD_EMB_LW | FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | |
| | CRYPTOPHYCEAE | | | |
| CRYPERSO0 | <i>Cryptomonas erosa</i> | 11,38 | 27200 | |
| CRYPPOST0 | <i>Cryptomonas rostratiformis</i> (= <i>Cryptomonas curvata</i>) | 22,76 | 68640 | |
| CRYPTGEN0 | <i>Cryptomonas</i> sp. | | | 1 |
| PLAGLACU0 | <i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i>) | 28,45 | 3766 | |
| | DINOPHYCEAE | | | |
| PERIUMBO0 | <i>Peridinium umbonatum</i> | | | 1 |
| PERUMDEF2 | <i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>deflandrei</i> | | | 1 |
| | TOTALES BACILLARIOPHYCEAE | 154,93 | 146372 | |
| | TOTALES CHLOROPHYTA | 131,00 | 35723 | |
| | TOTALES CYANOBACTERIA | 3664,87 | 359798 | |
| | TOTALES CRYPTOPHYCEAE | 62,59 | 99606 | |
| | TOTALES ALGAS | 4013,39 | 641498 | |

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 17 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 2 Copepoda
- 11 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 | 6,0 |
| DENSIDAD TOTAL | individuos/L | 128,27 |
| BIOMASA TOTAL | µg/L | 45,58 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 3,07 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Rotíferos |
| individuos/L | | 88,46 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | <i>Polyarthra dolichoptera</i> |
| individuos/L | | 44,62 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA) | | Cladóceros |
| µg/L | | 21,54 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA) | | <i>Daphnia cucullata</i> |
| µg/L | | 13,85 |
| COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical) | | 0 - 8 m |
| CLADÓCEROS: 15,69 % | COPÉPODOS: 20,18 % | ROTÍFEROS: 64,13 % |

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> | 3,08 | 4,00 | 2,75 |
| CERIDUBI0 | <i>Ceriodapnia dubia</i> | 2,31 | 3,69 | 3,67 |
| DAPHCUCU0 | <i>Daphnia cucullata</i> | 4,62 | 13,85 | 9,17 |
| | <i>Pleuroxus denticulatus</i> | - | - | 0,09 |
| | COPÉPODOS | | | |
| ACANAMER0 | <i>Acanthocyclops americanus</i> | 19,81 | 8,53 | 12,39 |
| COPINUMI0 | <i>Copidodiaptomus numidicus</i> | 0,77 | 5,46 | 7,80 |
| | ROTÍFEROS | | | |
| ASPLPRIO0 | <i>Asplanchna priodonta</i> | - | - | 0,92 |
| COLUOBTU0 | <i>Colurella obtusa</i> | 0,77 | 0,02 | 0,46 |
| CONONATA0 | <i>Conochilus natans</i> | - | - | 1,83 |
| CONOCGEN0 | <i>Conochilus</i> sp | 7,69 | 0,77 | - |
| EUCHDILA0 | <i>Euchlanis dilatata</i> | 1,54 | 0,38 | 0,92 |
| KELLOLON1 | <i>Kellicotia longispina longispina</i> | 1,54 | 0,08 | 0,09 |
| KERACOCO0 | <i>Keratella cochlearis</i> | 12,31 | 0,62 | 10,09 |
| KERCOTEC1 | <i>Keratella cochlearis tecta</i> | 3,08 | 0,15 | 5,50 |
| KERAQUAD0 | <i>Keratella quadrata</i> | 1,54 | 0,19 | 0,05 |
| KERATROP0 | <i>Keratella tropica</i> | 12,31 | 1,54 | 5,50 |
| LEPAPATE0 | <i>Lepadella patella</i> | 1,54 | 0,06 | 0,23 |
| POLYDOLI0 | <i>Polyarthra dolichoptera</i> | 44,62 | 2,28 | 19,27 |
| SYNCKITIO | <i>Synchaeta kitina</i> | 1,54 | 0,08 | 0,92 |
| DREIPOLY0 | <i>Dreissena polymorpha</i> (Mejillón cebra) | 9,23 | 3,88 | 18,35 |
| | Total Cladóceros | 10,00 | 21,54 | 15,69 |
| | Total Copépodos | 20,58 | 13,99 | 20,18 |
| | Total Rotíferos | 88,46 | 6,17 | 64,13 |
| | Total Otros | 9,23 | 3,88 | 18,35 |
| | Total | 128,27 | 45,58 | 100,00 |

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 | 37,04 | Eutrófico |
| CLOROFILA a | 1,74 | Oligotrófico |
| DISCO SECCHI (DS) | 5,30 | Oligotrófico |
| DENSIDAD ALGAL | 4013 | Mesotrófico |
| ESTADO TRÓFICO FINAL | 3,25 | MESOTRÓFICO |

Atendiendo a todos los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) clasifica el embalse como eutrófico, la concentración de clorofila a y la transparencia (DS) establecen para el embalse un estado de oligotrofia y la densidad algal determina que el embalse se encuadra en un estado mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de FLIX ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

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 | 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 a (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 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 la tabla 9:

Tabla 9. Combinación de los indicadores.

| Indicador Biológico | Indicador Fisicoquímico | 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 |
| 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) | 4013 | Moderado |
| | | Clorofila a (µg/L) | 1,74 | Bueno |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 0,64 | Moderado |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | 2,10 | Moderado |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | 3,13 | Moderado |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | 2,99 | Moderado |
| | | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | 7,58 | Moderado |
| | Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | 8,99 | Moderado |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 3,0 | MODERADO |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 5,30 | Bueno |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 5,80 | Moderado |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 37,04 | Deficiente |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | 3,0 | NO AS FUN |
| POTENCIAL ECOLÓGICO PExp | | | | MODERADO |

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 (Orden ARM/2656/2008).

| 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 | Máximo | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
| Biológico | Fitoplancton | Clorofila <i>a</i> (µg/L) | ≥ 1 | 0,99 – 0,195 | 0,194 – 0,13 | 0,12 – 0,065 | < 0,065 |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | ≥ 1 | 0,99 – 0,175 | 0,174 – 0,117 | 0,116 – 0,058 | < 0,058 |
| | | Índice de Catalán (IGA) | ≥ 1 | 0,99 – 0,929 | 0,928 – 0,619 | 0,618 – 0,31 | < 0,31 |
| | | Porcentaje de cianobacterias | ≥ 1 | 0,99 – 0,686 | 0,685 – 0,457 | 0,456 – 0,229 | < 0,229 |
| | | | Máximo | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | > 0,8 | 0,6-0,8 | 0,4-0,6 | 0,2-0,4 | < 0,2 |
| | | | RANGOS DE VALORES | | | | |
| Indicador | Elementos | Parámetros | Máximo | 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 |
| | | | MPE | AS FUN | NO AS FUN | | |
| 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 Normativo |
|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 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 |
| 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 <i>a</i> (µg/L) | 1,74 | 1,38 | 1,19 | Máximo |
| | | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 0,64 | 0,98 | 0,99 | Bueno |
| | | | Media | | | | 1,09 |
| | | Composición | <i>Índice de Catalán (IGA)</i> | 66,53 | 0,837 | 0,54 | Deficiente |
| | | | <i>Porcentaje de cianobacterias</i> | 56,09 | 0,44 | 0,38 | Deficiente |
| | | | Media | | | | 0,46 |
| Media global | | | | | | 0,78 | |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | | 0,78 | | | BUENO |
| | | | | | | | |
| Indicador | Elementos | Indicador | Valor | | | <i>PE_{norm}</i> | |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 5,30 | | | Bueno | |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 5,80 | | | Moderado | |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 37,04 | | | Deficiente | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | | 3,0 | | NO AS FUN | |
| POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i> | | | | MODERADO | | | |

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 6. Vista de la cola del embalse



Figura 7. Vista del punto de acceso al embalse