
RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE MEQUINENZA



**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 MEQUINENZA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2015

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse de Mequinenza.

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 | 20 |
| 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO | 21 |
| ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO | |

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2014-2015. | 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. Perfil vertical de la clorofila a | 15 |
| Figura 7. Fotografía de la presa del embalse | 27 |
| Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse. | 27 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Mequinenza | 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 Mequinenza | 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 Mequinenza. | 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 Mequinenza | 25 |

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Mequinenza 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

La cuenca vertiente del embalse de Mequinenza se sitúa en la Depresión Terciaria del Ebro, extendiéndose al Sur hasta la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. De las unidades geológicas presentes en la cuenca vertiente, el embalse se ubica en los depósitos terciarios de la Depresión del Ebro.

El embalse de Mequinenza se sitúa dentro del término municipal de Mequinenza, en la provincia de Zaragoza. Regula las aguas del río Ebro.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, sinuoso y con numerosos y marcados meandros.

La cuenca vertiente al embalse de Mequinenza tiene una superficie total de 5790814,61 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 1534 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 20 m, mientras que la profundidad máxima es de 60 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Mequinenza.

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Capacidad total N.M.N. | 1534 hm ³ |
| Superficie inundada | 6478 ha |
| Cota máximo embalse normal | 121 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 y ubicado en tramos bajos de los ejes principales. En el momento del muestreo, la termoclina se sitúa entre los 10 y los 22 m de profundidad. El límite inferior de la capa fótica se encuentra alrededor de los 14 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el disco de Secchi era de 10,8 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Mequinenza para el año hidrológico 2014-2015 fue de 1,51 meses.

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

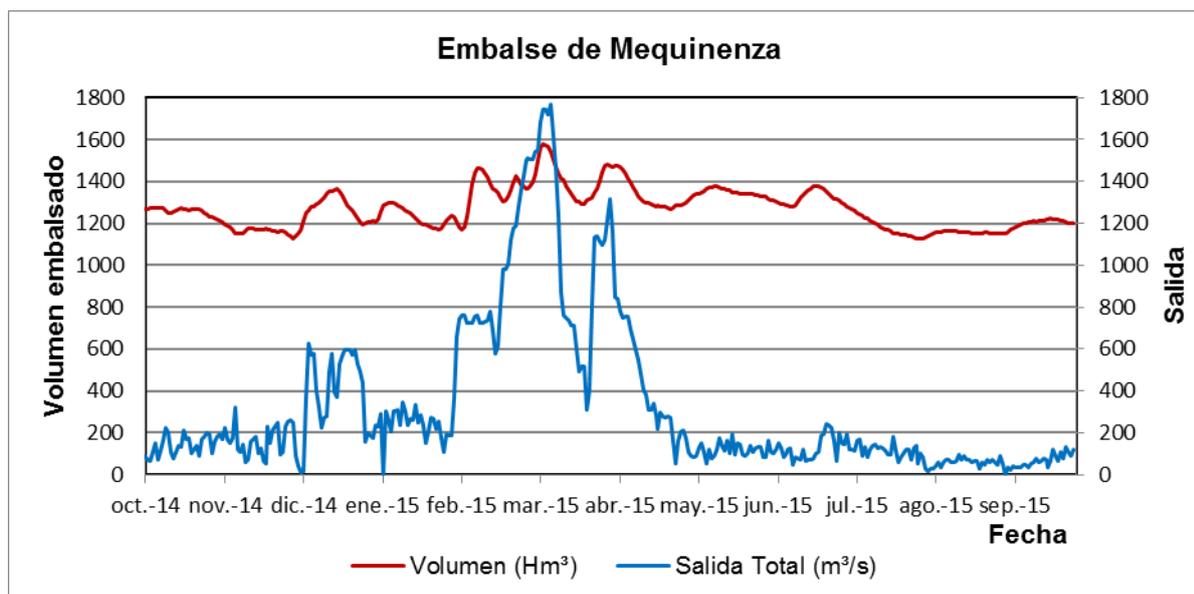


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2014-2015.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente a la producción hidroeléctrica y al abastecimiento de la población.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Mequinenza forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, dentro de las siguientes categorías: zonas de extracción de agua para consumo humano, zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: ZEPA, ES0000182 “Valcuerna, Serreta Negra y Liberola”).

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 03 de Agosto 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.

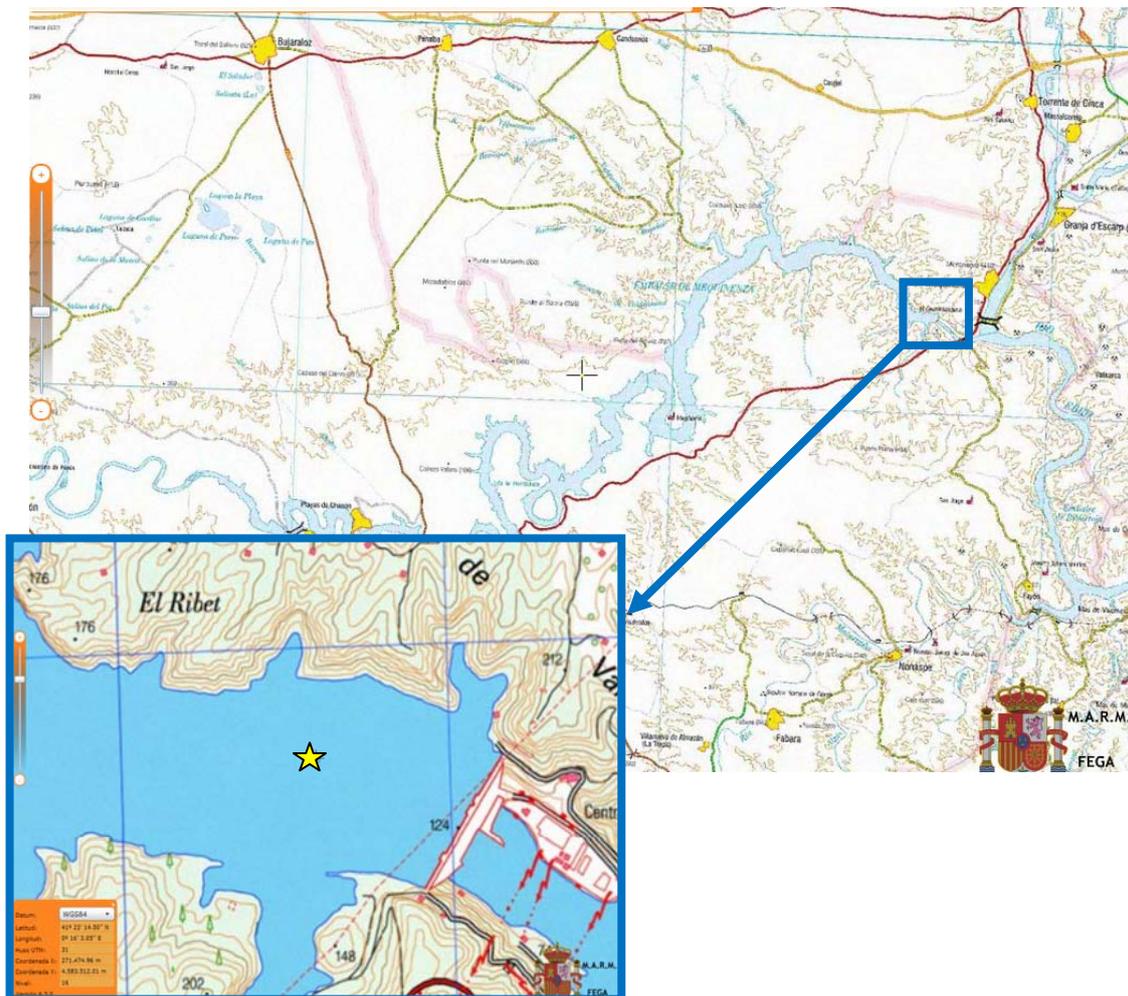
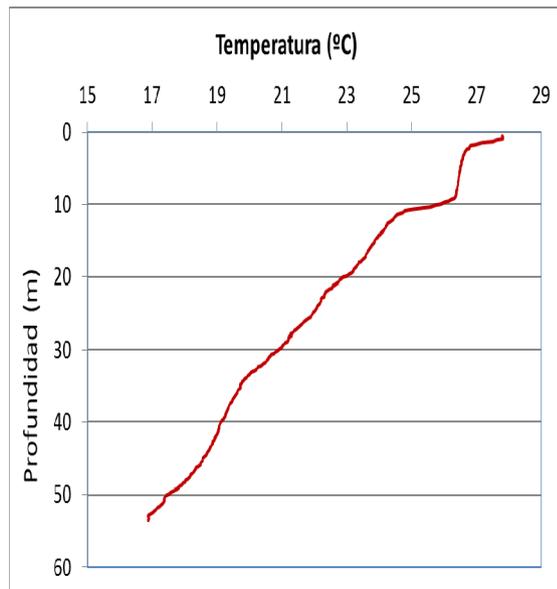


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

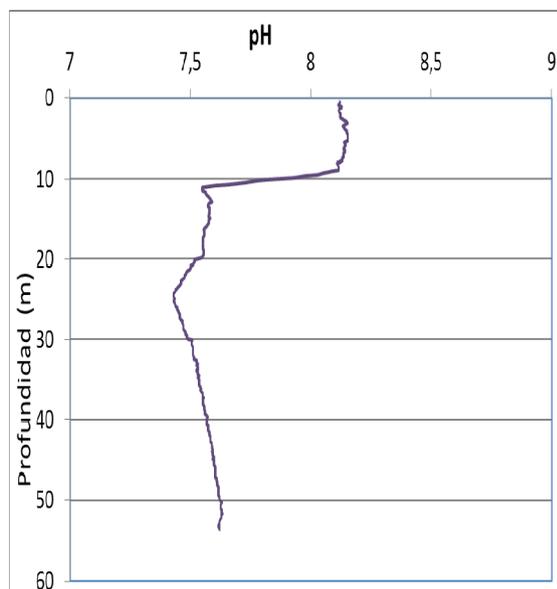
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

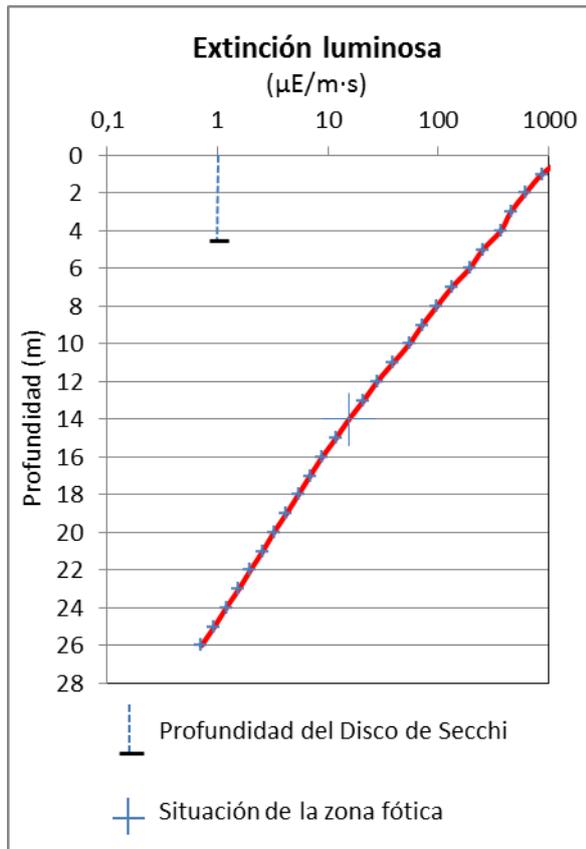


La temperatura del agua oscila entre los 16,89 °C – en el fondo- y los 27,81 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (agosto 2015) la termoclina se encuentra entre los 10 y los 22 metros de profundidad.



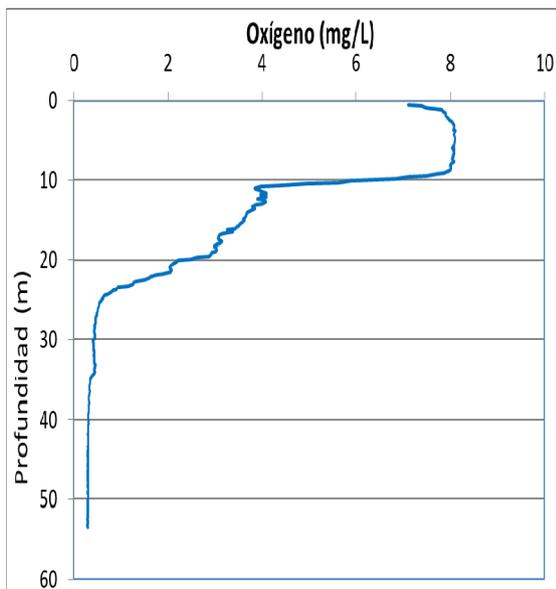
El pH del agua en la superficie es de 8,11. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,62. El valor mínimo estival se sitúa a 25 m con un pH de 7,43.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



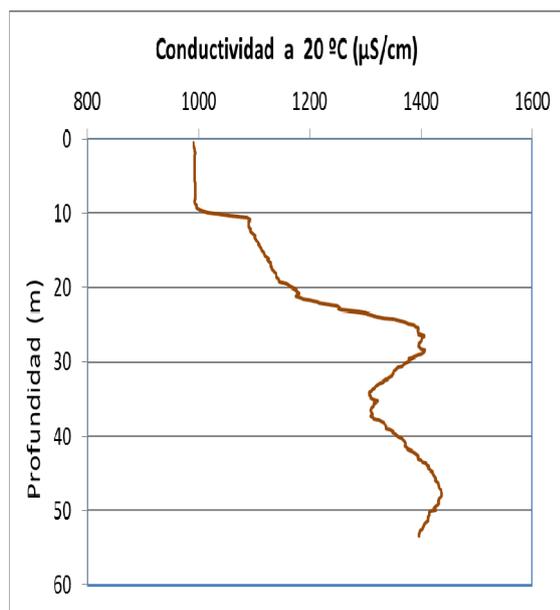
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 4,3 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 10,8 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 14 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 12 m de profundidad) fue de 1,55 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en la zona fótica una concentración media de 7,27 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$) en profundidades superiores a 22 m. Se crea una fuerte oxiclina sobre los 10 metros de profundidad.

Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 991 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 1396 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. Encontrando el máximo de conductividad a 38 metros de profundidad con un valor de 1437 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

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

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 5,65 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 0,97 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,13 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,58 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,019 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,57 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,74 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 33 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

| | |
|-------------------|----|
| BACILLARIOPHYCEAE | 4 |
| CHRYSTOPHYCEAE | 1 |
| CHLOROPHYCEAE | 17 |
| ZYGNEMATOPHYCEAE | 4 |
| CYANOBACTERIA | 2 |
| CRYPTOPHYCEAE | 4 |
| DINOPHYCEAE | 1 |

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2 y la composición detallada en la tabla 3.

Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR |
|--|--------------------------|--|
| Nº CÉLULAS TOTALES | nº cél./ml | 6296 |
| BIOVOLUMEN TOTAL | µm³/ml | 743800 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 2,80 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Chlorophyceae |
| Nº células/ml | | 3769 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | <i>Planctonema lauterbornii</i> |
| Nº células/ml | | 2746 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | Bacillariophyceae |
| µm³/ml | | 326273 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | <i>Cyclotella ocellata (=Lindavia ocellata)*</i> |
| µm³/ml | | 319002 |

*Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

La concentración de clorofila fue de 3,58 $\mu\text{g/L}$ para la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura 6 con una línea roja. El perfil vertical determinado mediante fluorimetría ha mostrado un máximo epilimnético a 8,5 m de profundidad.

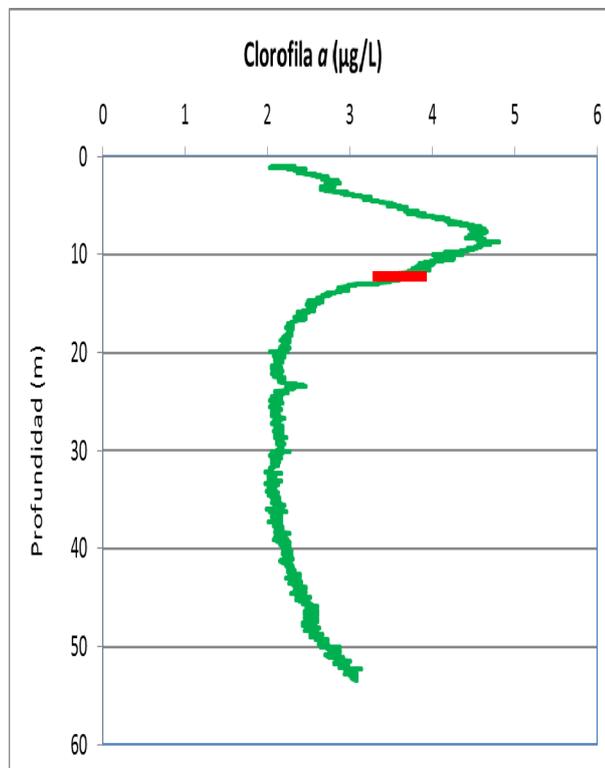


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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 3:

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/ | | | |
| AULAGRAN0 | <i>Aulacoseira granulata</i> | | | 1 |
| CYCLOCEL0 | <i>Cyclotella ocellata</i> (=Lindavia ocellata) | 1.335 | 319.002 | 2 |
| STEPNEOA0 | <i>Stephanodiscus neoastraea</i> | | | 1 |
| | BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/ | | | |
| FRAGCROT0 | <i>Fragilaria crotonensis</i> | 6 | 4.585 | 1 |
| NAVICRYH0 | <i>Navicula cryptocephala</i> | 0,5 | 199 | |
| NITZPALE0 | <i>Nitzschia palea</i> | 6 | 2.487 | 1 |
| FRAULACU2 | <i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus) | | | 1 |
| | CHRYSOPHYCEAE | | | |
| CHRYOGEN0 | <i>Chrysochromulina</i> sp. | 390 | 12.495 | |
| | CHLOROPHYTA | | | |

| COD_EMB_LW | COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|------------|--|------------|---------------------|-------------|
| | FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | (1 al 5) |
| CARTEGEN0 | <i>Carteria</i> sp. | 19 | 48.604 | |
| COELASTR0 | <i>Coelastrum astroideum</i> | | | 1 |
| COELMICR0 | <i>Coelastrum microporum</i> | | | 2 |
| COENHIND0 | <i>Coenochloris hindakii</i> | 107 | 3.588 | |
| CHLAMGEN0 | <i>Chlamydomonas</i> sp. | 25 | 4.524 | |
| DACTSOCIO | <i>Dactylosphaerium sociale</i> | 76 | 4.946 | |
| ELAKGELA0 | <i>Elakathrix gelatinosa</i> | 1 | 39 | 1 |
| COELRETI0 | <i>Hariotina reticulata</i> (= <i>Coelastrum reticulatum</i>) | 48 | 3.157 | 2 |
| LAGEQUAD0 | <i>Lagerheimia quadriseta</i> | 6 | 422 | |
| MONODYBO0 | <i>Monoraphidium dybowskii</i> | 0,5 | 12 | |
| MONONANU0 | <i>Monoraphidium nanum</i> | 31 | 773 | |
| OOCYLACU0 | <i>Oocystis lacustris</i> | 25 | 1.477 | |
| OOCYMARS0 | <i>Oocystis marssonii</i> | 44 | 9.972 | 2 |
| PEDIDUPL0 | <i>Pediastrum duplex</i> | | | 2 |
| PEDISIMP0 | <i>Pediastrum simplex</i> (= <i>Monactinus simplex</i>) | 20 | 2.527 | 2 |
| PEDSIBIW2 | <i>Pediastrum simplex</i> var. <i>biwaense</i> | 15 | 1.455 | 1 |
| PHACLENT0 | <i>Phacotus lenticularis</i> | 44 | 11.080 | |
| PLANLAUT0 | <i>Planctonema lauterbornii</i> | 2.746 | 94.354 | 1 |
| SPHAPLAN0 | <i>Sphaerocystis planctonica</i> | 233 | 41.851 | 4 |
| TETRKOMA0 | <i>Tetrastrum komarekii</i> | 327 | 23.580 | |
| | ZYGNEMATOPHYCEAE | | | |
| CLOSACUT0 | <i>Closterium acutum</i> | 1 | 953 | |
| COSMLAEV0 | <i>Cosmarium laeve</i> | 0,5 | 364 | |
| COSMPUNC0 | <i>Cosmarium punctulatum</i> | 0,5 | 1.032 | 1 |
| STAUPARA0 | <i>Staurastrum paradoxum</i> | | | 1 |
| STAUPING0 | <i>Staurastrum pingue</i> | 6 | 9.522 | |
| | CYANOBACTERIA | | | |
| ANABAGEN0 | <i>Anabaena</i> sp. | | | 2 |
| CHROMINU0 | <i>Chroococcus minutus</i> | | | 1 |
| MERIWARM0 | <i>Merismopedia warmingiana</i> | 50 | 26 | |
| PLANAGAR0 | <i>Planktothrix agardhii</i> | 340 | 17.095 | |
| | CRYPTOPHYCEAE | | | |
| CRYPERSO0 | <i>Cryptomonas erosa</i> | 16 | 37.334 | |
| CRYPMARS0 | <i>Cryptomonas marsonii</i> | 1 | 785 | |
| PLAGLACU0 | <i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i> | 252 | 20.935 | |
| PLAGNANN0 | <i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>) | 120 | 4.344 | |
| | DINOPHYCEAE | | | |
| CERAHIRU0 | <i>Ceratium hirundinella</i> | 1 | 60.281 | 1 |
| | EUGLENOPHYCEAE | | | |
| EUGLEGEN0 | <i>Euglena</i> sp. | | | 1 |

| COD_EMB_LW | COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|------------|----------------------------------|--------------|---------------------|-------------|
| | FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | (1 al 5) |
| | TOTALES BACILLARIOPHYCEAE | 1.348 | 326.273 | |
| | TOTALES CHRYSOPHYCEAE | 390 | 12.495 | |
| | TOTALES CHLOROPHYTA | 3.769 | 252.362 | |
| | TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE | 8 | 11.870 | |
| | TOTALES CYANOBACTERIA | 390 | 17.121 | |
| | TOTALES CRYPTOPHYCEAE | 389 | 63.398 | |
| | TOTALES DINOPHYCEAE | 1 | 60.281 | |
| | TOTALES ALGAS | 6.296 | 743.800 | |

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 Mequinenza se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 2 Copepoda
- 7 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 | 9,0 |
| DENSIDAD TOTAL | individuos/L | 402,84 |
| BIOMASA TOTAL | µg/L | 359,05 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 2,58 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Copépodos |
| individuos/L | | 266,15 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | <i>Thermocyclops dybowskii</i> |
| individuos/L | | 166,35 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA) | | Copépodos |
| µg/L | | 267,46 |
| TAXÓN PREDOMINANTE (BIOMASA) | | <i>Copidodiaptomus numidicus</i> |
| µg/L | | 227,25 |
| COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical) | | 0 - 30 m |
| CLADÓCEROS: 20,75 % | | COPÉPODOS: 66,04 % |
| | | ROTÍFEROS: 3,77 % |

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> | 9,40 | 11,28 | 14,62 |
| DIAPMONG0 | <i>Diaphanosoma mongolianum</i> | 19,00 | 47,50 | 6,13 |
| | COPÉPODOS | | | |
| COPINUMI0 | <i>Copidodiaptomus numidicus</i> | 99,80 | 227,25 | 47,17 |
| THERDYBO0 | <i>Thermocyclops dybowskii</i> | 166,35 | 40,21 | 17,92 |
| HARPACORD | Harpacticoide | | | 0,94 |
| | ROTÍFEROS | | | |
| ASCOSALT0 | <i>Ascomorpha saltans</i> | 1,20 | 0,08 | |
| ASPLPRIO0 | <i>Asplanchna priodonta</i> | 3,30 | 2,48 | 0,47 |
| HEXAOXYU0 | <i>Hexarthra oxyuris</i> | 12,10 | 2,52 | 0,47 |
| KERACOCH0 | <i>Keratella cochlearis</i> | 5,19 | 0,26 | 1,42 |
| KERATROP0 | <i>Keratella tropica</i> | 7,00 | 0,88 | |
| POLYDOLI0 | <i>Polyarthra dolichoptera</i> | 17,90 | 0,91 | 1,42 |
| POLYMAJO0 | <i>Polyarthra major</i> | 0,60 | 0,08 | |
| | OTROS | | | |
| DREIPOLY0 | <i>Dreissena polymorpha</i> (Mejillón cebra) | 61,00 | 25,62 | 9,43 |
| TURBELLARIA | <i>Macrostomum</i> sp. | 15,40 | | |
| | Total Cladóceros | 28,40 | 58,78 | 20,75 |
| | Total Copépodos | 266,15 | 267,46 | 66,04 |
| | Total Rotíferos | 47,29 | 7,19 | 3,77 |
| | Total Otros | 61,00 | 25,62 | 9,43 |
| | Total | 402,84 | 359,05 | 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 | > 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 Mequinenza.

| INDICADOR | VALOR | ESTADO TRÓFICO |
|-----------------------------|------------|---------------------|
| P TOTAL | 5,65 | Oligotrófico |
| CLOROFILA <i>a</i> | 3,58 | Mesotrófico |
| DISCO SECCHI | 4,30 | Oligotrófico |
| DENSIDAD ALGAL | 6296 | Mesotrófico |
| ESTADO TRÓFICO FINAL | 3,5 | OLIGOTRÓFICO |

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros fósforo total (PT) y transparencia (DS) sitúan al embalse en rangos de oligotrofia. Mientras que la concentración de clorofila *a* indica y la densidad algal clasifican el embalse como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de MEQUINENZA 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 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Bueno o superior | Moderado | Deficiente | Malo | |
|------------------------------------|---|---|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|-------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | < 10 ³ | 10 ³ -10 ⁴ | 10 ⁴ -10 ⁵ | >10 ⁵ | |
| | | Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L) | < 2,5 | 2,5-8 | 8,0-25 | >25 | |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | < 0,5 | 0,5-2 | 2-8 | >8 | |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | > 3 | 2-3 | 1-2 | <1 | |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | < 2,79 | 2,79-3,52 | 3,52-4,25 | >4,25 | |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | > 3,4 | 2,6-3,4 | 1,8-2,6 | <1,8 | |
| | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | < 6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | | |
| Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | < 6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | | |
| INDICADOR BIOLÓGICO (1) | | | >3,4 | 2,6-3,4 | 1,8 - 2,6 | < 1,8 | |
| Indicador | Elementos | Parámetros | Muy bueno | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | >6 | 3-6 | 1, 5 -3 | 0, 7 -1,5 | <0, 7 |
| | Oxigenación | Concentración O ₂ (mg O ₂ /L) | >8 | 8-6 | 6-4 | 4-2 | <2 |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO (2) | | | Muy bueno | Bueno | Moderado | | |
| | | | >4,2 | 3,4-4,2 | <3,4 | | |

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 9:

Tabla 9. Combinación de los indicadores.

| Indicador Biológico | Indicador Físicoquímico | Potencial Ecológico Experimental |
|---------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Bueno o superior | Muy bueno | Bueno o superior |
| Bueno o superior | Bueno | Bueno o superior |
| Bueno o superior | Moderado | Moderado |
| Moderado | Indistinto | Moderado |
| Deficiente | Indistinto | Deficiente |
| Malo | Indistinto | Malo |

En la tabla 10 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Mequinenza.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor | Potencial |
|--------------------------------|---------------|---|-----------------|-------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | 6296 | Moderado |
| | | Clorofila <i>a</i> (µg/L) | 3,58 | Moderado |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 0,74 | Moderado |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | 4,17 | Bueno o superior |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | 3,63 | Bueno o superior |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | 2,75 | Bueno o superior |
| | | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | 11,76 | Deficiente |
| | Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | 11,34 | Deficiente |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 2,0 | DEFICIENTE |
| Físicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 4,30 | Bueno |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 0,36 | Malo |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 5,65 | Bueno |
| INDICADOR FÍSICOQUÍMICO | | | 1,0 | MODERADO |
| POTENCIAL ECOLÓGICO | | | 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 (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 Mequinenza.

| Indicador | Elementos | Parámetro | Indicador | Valor | RCE | RCET | <i>PE_{norm}</i> |
|---|---------------|---|---------------------------------------|-----------------|-------|--------------------------|--------------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> (µg/L) | 3,58 | 0,67 | 0,84 | Bueno o superior |
| | | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 0,74 | 0,85 | 0,93 | Bueno o superior |
| | | | Media | | | | 0,88 |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 1,37 | 1,000 | 1,00 | Bueno o superior |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 2,30 | 0,98 | 0,97 | Bueno o superior |
| | | | Media | | | | 0,99 |
| Media global | | | | | | 0,93 | |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | | 0,93 | | BUENO O SUPERIOR | |
| Indicador | Elementos | Indicador | Valor | | | <i>PE_{norm}</i> | |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 4,30 | | | Bueno | |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 0,36 | | | Malo | |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 5,65 | | | Bueno | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | | 3,0 | | MODERADO | |
| POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i> | | | | MODERADO | | | |

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso