



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2016

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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE BARASONA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO





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

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Vicente Sancho Tello Valls y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

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

EQUIPO DE TRABAJO:

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

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

89.000,00 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE BARASONA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2016

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2016



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

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

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

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



ÍNDICE

| | Página |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE..... | 7 |
| 2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico</i> | <i>7</i> |
| 2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i> | <i>8</i> |
| 2.3. <i>Usos del agua</i> | <i>9</i> |
| 2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i> | <i>9</i> |
| 3. TRABAJOS REALIZADOS | 10 |
| 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL..... | 11 |
| 4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i> | <i>11</i> |
| 4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i> | <i>14</i> |
| 4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i> | <i>15</i> |
| 4.4. <i>Zooplancton.....</i> | <i>19</i> |
| 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO | 20 |
| 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO | 22 |
| ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO | |

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016 | 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 <i>a</i> | 15 |
| Figura 7. Vista de la presa del embalse | 27 |
| Figura 8. Vista del punto de acceso | 27 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Barasona | 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 Barasona..... | 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 Barasona..... | 22 |
| 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). | 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 Barasona. | 25 |



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Barasona durante los muestreos de 2016 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano de 2016, correspondiente al año hidrológico 2015-2016).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del “Potencial Ecológico experimental”, tras la aplicación de los indicadores biológicos, propuestos en la MEMORIA DEL ESTUDIO, y fisicoquímicos, propuestos en la Directiva Marco del Agua.
- Clasificación del “Potencial Ecológico normativo”, tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geológico y geográfico

El embalse de Barasona se encuentra encajado en la formación geológica denominada “Depresión media”, al sur de la cuenca del río Ésera. Está constituida por materiales terciarios relativamente blandos que dan lugar a una monótona serie de conglomerados, areniscas y margas.

El embalse de Barasona se sitúa dentro del término municipal de Graus, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Ésera.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de gran superficie y de geometría alargada.

La cuenca vertiente al embalse de Barasona tiene una superficie total de 151.459,69 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 92,20 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 13,3 m, mientras que la profundidad máxima es de 59,50 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Barasona

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| Superficie de la cuenca | 1514 km ² |
| Capacidad total N.M.N. | 92,20 hm ³ |
| Capacidad útil | 91,70 hm ³ |
| Aportación media anual | 845 hm ³ |
| Superficie inundada | 692,70 ha |
| Cota máximo embalse normal | 448,37 msnm |

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

Se trata de un embalse monomítico de geología calcárea, situado en zona no húmeda de la red principal. No existe termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra alrededor de los 6,5 metros de profundidad cuando se determina mediante el medidor fotoeléctrico, mientras que el valor estimado mediante el Disco de Secchi fue de 3,8 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Barasona para el año hidrológico 2015-2016 fue de 1,11 meses.

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

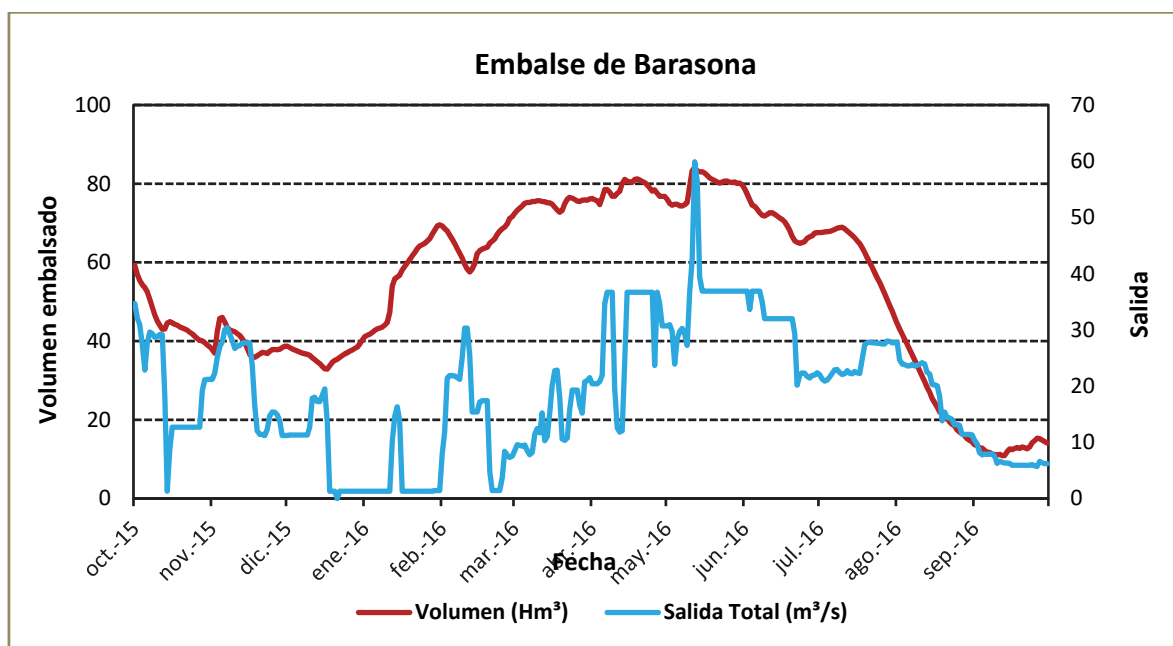


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento de la población, a los regadíos y al aprovechamiento hidroeléctrico. Los usos recreativo y deportivo también son significativos, permitiéndose la navegación en este embalse (sin restricciones para remo, vela y motor).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Barasona forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en las categorías de: zonas de uso recreativo (zona de baño: Puebla de Castro), zonas de extracción de agua para consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: LIC ES2410071 "Congosto de Olvena").

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 10 de Agosto de 2016, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

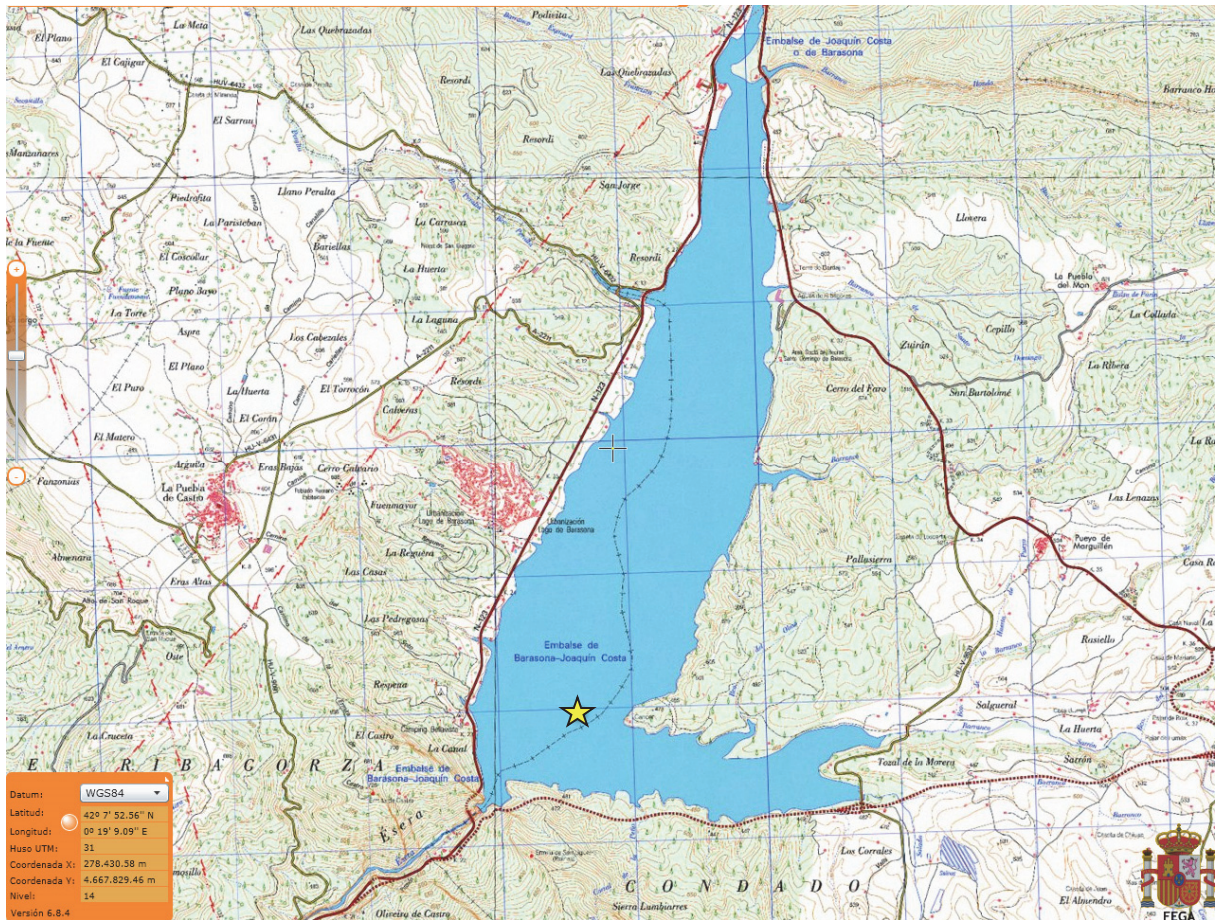
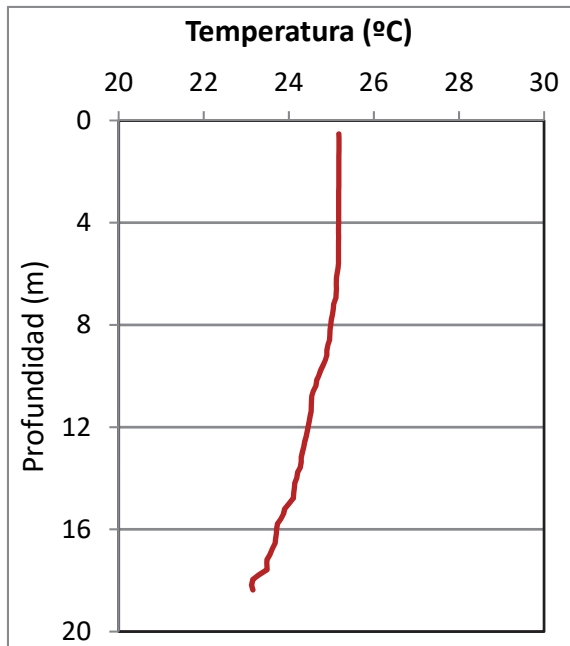


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

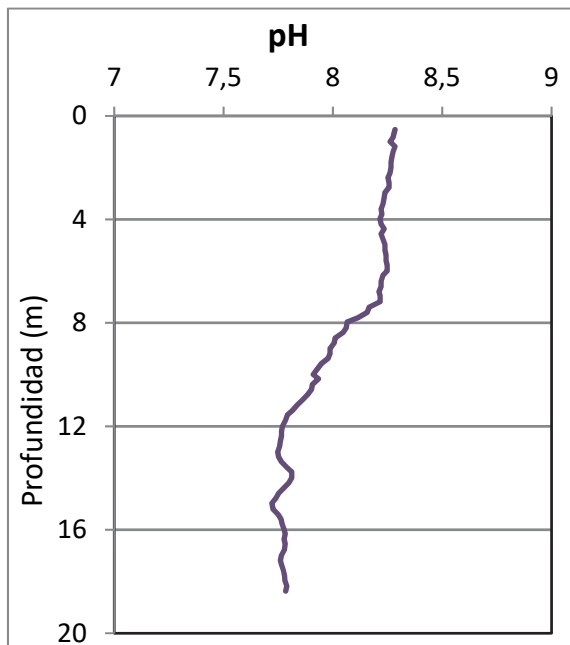
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

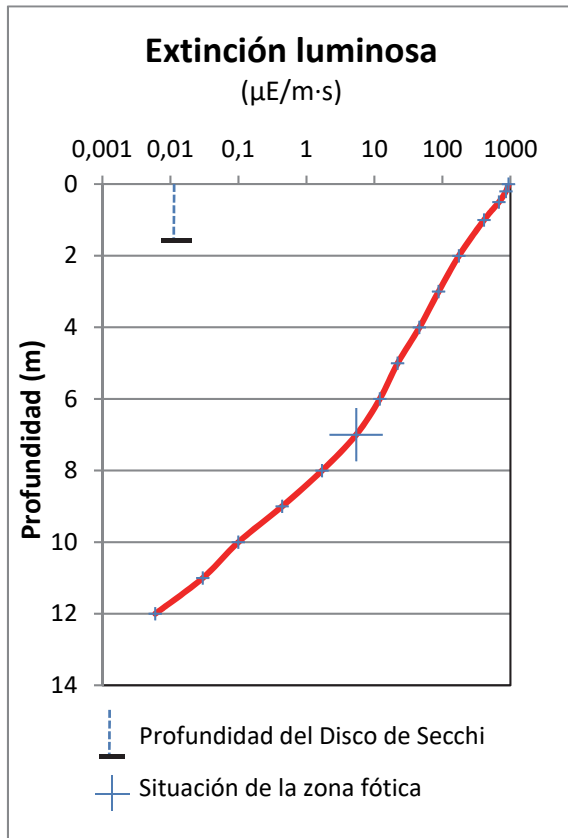


La temperatura del agua oscila entre los 23,16 °C – en el fondo- y los 25,18 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestro (Agosto 2016) no existe termoclina.



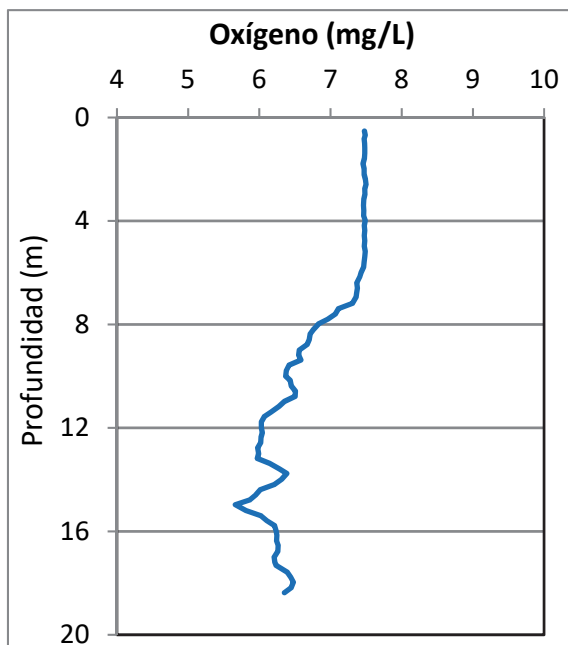
El pH del agua en la superficie es de 8,28. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,78.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



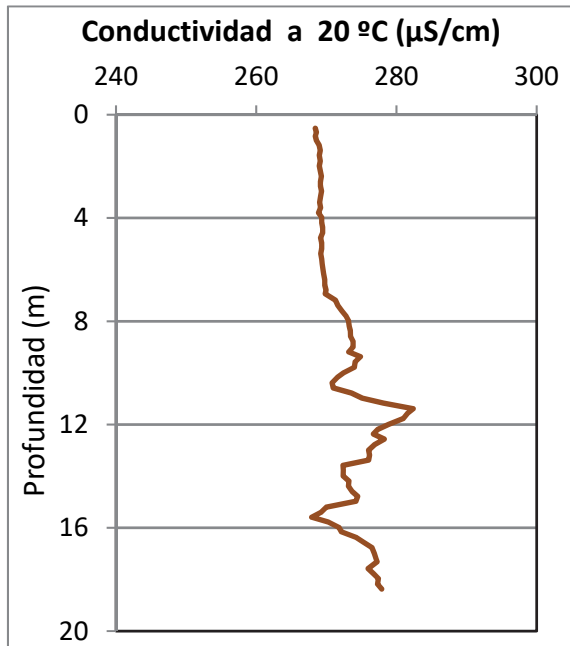
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 1,50 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 3,8 metros. En cambio la medición mediante célula fotoeléctrica, indica una profundidad de la capa fótica de 6,5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 7 m de profundidad) fue de 5,50 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 6,75 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 268 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 277 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse. El máximo de toda la columna se encuentra a 11,4 m de profundidad con un valor de 282 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.



4.2. Hidroquímica del embalse

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

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 13,21 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble resultó ser de 0,65 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,37 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,21 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) fue de 0,021 mg NH_4/L .
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,09 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,96 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 34 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

| | |
|-------------------|----|
| BACILLARIOPHYCEAE | 3 |
| CHRYSTOPHYCEAE | 4 |
| SYNUROPHYCEAE | 1 |
| XANTHOPHYCEAE | 1 |
| CHLOROPHYTA | 10 |
| CYANOBACTERIA | 1 |
| CRYPTOPHYCEAE | 4 |
| DINOPHYCEAE | 6 |
| EUGLENOPHYCEAE | 4 |

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 | 2011 |
| BIOVOLUMEN TOTAL | µm³/ml | 481824 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 3,08 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Chlorophyceae |
| Nº células/ml | | 999 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | <i>Monoraphidium circinale</i> |
| Nº células/ml | | 773 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | Dinophyceae |
| µm³/ml | | 194163 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | <i>Cryptomonas erosa</i> |
| µm³/ml | | 70275 |

La concentración de clorofila fue de 3,20 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura 6 con una línea roja.

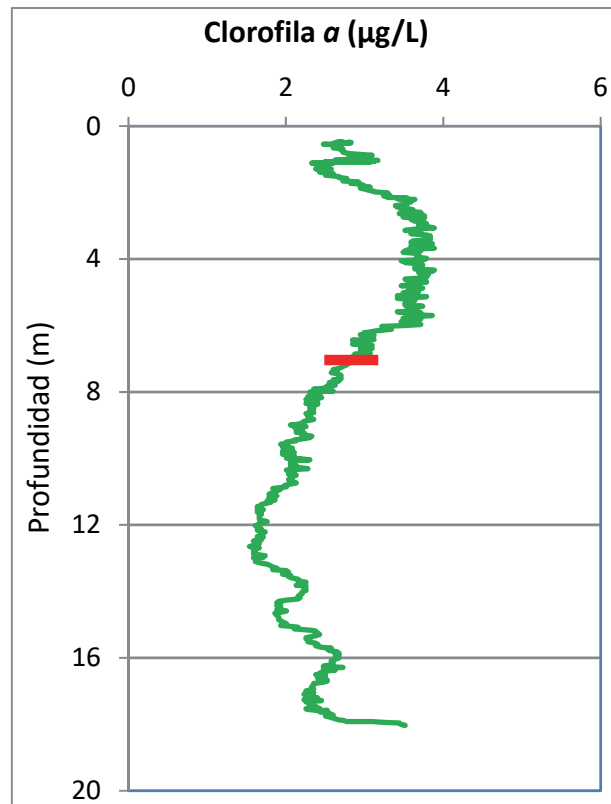


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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, se muestran en la tabla 3:

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/ | | | |
| CYCLCYCLO | <i>Cyclotella cyclopuncta</i> | 165,00 | 25400,23 | 1 |
| CYCLRADIO | <i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa) | | | 1 |
| | BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/ | | | |
| FRAGIGEN0 | <i>Fragilaria</i> sp. | 0,46 | 125,41 | |
| GYROACUM0 | <i>Gyrosigma acuminatum</i> | 0,46 | 4446,12 | 1 |
| NITZPALE0 | <i>Nitzschia palea</i> | | | 1 |
| FRAULACU2 | <i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus) | | | 1 |
| | CHRYSOPHYCEAE | | | |
| CHRYOGEN0 | <i>Chrysochromulina</i> sp. | 51,21 | 1638,65 | 1 |



| COD_EMB_LW | COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|------------|--|------------|---------------------|-------------|
| | FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | (1 al 5) |
| DINOBAVA0 | <i>Dinobryon bavaricum</i> | 28,45 | 4956,56 | 2 |
| DINOSERT0 | <i>Dinobryon sertularia</i> | 2,30 | 327,43 | 3 |
| KEPHOVAL0 | <i>Kephyrion ovale</i> | 56,90 | 2859,98 | |
| | SYNUROPHYCEAE | | | |
| MALLOVIF0 | <i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis oviformis) | 28,45 | 35597,11 | |
| | XANTHOPHYCEAE | | | |
| TRACLENT0 | <i>Trachydiscus lenticularis</i> | 73,97 | 6971,21 | |
| | CHLOROPHYTA | | | |
| SCENACUT0 | <i>Acutodesmus obliquus</i> (=Scenedesmus obliquus=Scenedesmus acutus) | 22,76 | 1525,32 | |
| CARTEGEN0 | <i>Carteria</i> sp. | 11,38 | 29273,12 | |
| COELASTR0 | <i>Coelastrum astroideum</i> | | | 2 |
| CHLAMGEN0 | <i>Chlamydomonas</i> sp. | | | 1 |
| CHLOGLAR0 | <i>Chlorobion glareosum</i> | 68,28 | 1787,49 | |
| GOLEKGEN0 | <i>Golenkinia</i> sp. | 5,69 | 2979,15 | |
| MONOCIRC0 | <i>Monoraphidium circinale</i> | 773,81 | 8862,97 | 1 |
| OOCYMARS0 | <i>Oocystis marssonii</i> | 5,69 | 1286,99 | 2 |
| PANDMORU0 | <i>Pandorina morum</i> | 3,68 | 484,92 | |
| PECTPYRA0 | <i>Pectodyction pyramidale</i> | 62,59 | 10733,73 | 4 |
| PEDINGEN0 | <i>Pedinomonas</i> sp. | 34,14 | 429,00 | |
| SCENACUM0 | <i>Scenedesmus acuminatus</i> | | | 2 |
| SCENCOST0 | <i>Scenedesmus costato-granulatus</i> (=Desmodesmus costato-granulatus) | 11,38 | 429,00 | |
| SPHAPLAN0 | <i>Sphaerocystis planctonica</i> | | | 2 |
| | CYANOBACTERIA | | | |
| APHAGRAC0 | <i>Aphanizomenon gracile</i> | 445,14 | 52442,35 | 2 |
| | CRYPTOPHYCEAE | | | |
| CRYPERSO0 | <i>Cryptomonas erosa</i> | 29,40 | 70275,67 | |
| CRYPMARS0 | <i>Cryptomonas marsonii</i> | 1,38 | 785,10 | |
| CRYPTGEN0 | <i>Cryptomonas</i> sp. | | | 1 |
| PLAGLACU0 | <i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i> | 39,83 | 3309,71 | 1 |
| PLAGNANN0 | <i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica) | 62,59 | 2272,10 | |
| | DINOPHYCEAE | | | |
| CERAHIRU0 | <i>Ceratium hirundinella</i> | 1,38 | 60280,56 | 1 |
| GYMNUBER0 | <i>Gymnodinium uberrimum</i> | 5,05 | 66887,60 | 2 |
| PERIELPA0 | <i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i> | 0,46 | 3066,80 | |
| PERICINCO | <i>Peridinium cinctum</i> | 0,46 | 23014,26 | 1 |
| PERIUMBO0 | <i>Peridinium umbonatum</i> (=Parvodinium umbonatum) | 5,51 | 13092,73 | 2 |
| WOLOCORO0 | <i>Woloszynskia coronata</i> | 4,13 | 27822,05 | |
| | EUGLENOPHYCEAE | | | |
| EUGLAGILO | <i>Euglena agilis</i> | 6,43 | 4741,40 | 1 |
| STROFLUV0 | <i>Strombomonas fluviatilis</i> | 1,38 | 10102,41 | 2 |
| TRACHISPO | <i>Trachelomonas hispida</i> | 0,92 | 2435,40 | |
| TRACVOLV0 | <i>Trachelomonas volvocina</i> | 0,46 | 1181,74 | |



| COD_EMB_LW | COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|------------|----------------------------------|----------------|---------------------|-------------|
| | FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | (1 al 5) |
| | TOTALES BACILLARIOPHYCEAE | 165,92 | 29971,76 | |
| | TOTALES CHRYSOPHYCEAE | 138,85 | 9782,62 | |
| | TOTALES SYNUROPHYCEAE | 28,45 | 35597,11 | |
| | TOTALES XANTHOPHYCEAE | 73,97 | 6971,21 | |
| | TOTALES CHLOROPHYTA | 999,38 | 57791,69 | |
| | TOTALES CYANOBACTERIA | 445,14 | 52442,35 | |
| | TOTALES CRYPTOPHYCEAE | 133,19 | 76642,58 | |
| | TOTALES DINOPHYCEAE | 17,00 | 194163,99 | |
| | TOTALES EUGLENOPHYCEAE | 9,19 | 18460,96 | |
| | TOTALES ALGAS | 2011,09 | 481824,28 | |

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

- 2 Cladocera
- 1 Copepoda
- 11 Rotifera

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 | 8,0 |
| DENSIDAD TOTAL | individuos/L | 161,92 |
| BIOMASA TOTAL | µg/L | 36,65 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 3,22 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Rotíferos |
| individuos/L | | 149,62 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | <i>Polyarthra major</i> |
| individuos/L | | 32,31 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA) | | Rotíferos |
| µg/L | | 22,15 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA) | | <i>Ploesoma truncatum</i> |
| µg/L | | 11,08 |
| COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical) | | 0 – 17 m |
| CLADÓCEROS: 9,22 % COPÉPODOS: 11,27 % ROTÍFEROS: 79,51 % | | |



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> | 7,69 | 10,00 | 4,10 |
| CERIPULC0 | <i>Ceriodaphnia pulchella</i> | 3,46 | 4,15 | 3,07 |
| DIAPMONG0 | <i>Diaphanosoma mongolianum</i> | | | 2,05 |
| | COPÉPODOS | | | |
| CYCLVICI0 | <i>Cyclops vicinus</i> | | | 3,07 |
| CYCLOPFAM | Ciclópido | 1,15 | 0,35 | 8,20 |
| | ROTÍFEROS | | | |
| ASCOECAU0 | <i>Ascomorpha ecaudis</i> | 10,77 | 0,67 | 17,42 |
| ASPLPRIO0 | <i>Asplanchna priodonta</i> | 1,54 | 1,15 | 2,05 |
| COLLPELA0 | <i>Collotheca pelagica</i> | 1,54 | 0,05 | 0,05 |
| GASTSTYL0 | <i>Gastropus stylifer</i> | 9,23 | 1,85 | 15,37 |
| HEXAFENN0 | <i>Hexarthra fennica</i> | | | 3,07 |
| HEXAOXYU0 | <i>Hexarthra oxyuris</i> | | | 2,05 |
| KERACOCO0 | <i>Keratella cochlearis</i> | 26,15 | 1,31 | 10,25 |
| PLOETRUN0 | <i>Ploesoma truncatum</i> | 18,46 | 11,08 | 4,10 |
| POLYDOLI0 | <i>Polyarthra dolichoptera</i> | 15,38 | 0,78 | 13,32 |
| POLYLUMI0 | <i>Polyarthra luminosa</i> | 0,38 | 0,02 | 0,05 |
| POLYMAJO0 | <i>Polyarthra major</i> | 32,31 | 4,20 | 9,22 |
| SYNCKITI0 | <i>Synchaeta kitina</i> | 7,69 | 0,38 | 2,05 |
| TRICPUSI0 | <i>Trichocerca pusilla</i> | 26,15 | 0,65 | 0,51 |
| | Total Cladóceros | 11,15 | 14,15 | 9,22 |
| | Total Copépodos | 1,15 | 0,35 | 11,27 |
| | Total Rotíferos | 149,62 | 22,15 | 79,51 |
| | Total | 161,92 | 36,65 | 100 |

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

| Parámetros Estado Trófico | Ultraoligotrófico | Oligotrófico | Mesotrófico | Eutrófico | Hipereutrófico |
|---|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Concentración P ($\mu\text{g P/L}$) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| Disco de Secchi (m) | >6 | 6-3 | 3-1,5 | 1,5-0,7 | <0,7 |
| Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) epilimnion | 0-1 | 1-2,5 | 2,5-8 | 8,0-25 | >25 |
| Densidad algal (cel./ml) | <100 | 100-1000 | 1000-10000 | 10000-100000 | >100000 |
| VALOR PROMEDIO FINAL | < 1,8 | 1,8 – 2,6 | 2,6 – 3,4 | 3,4 – 4,2 | > 4,2 |

En la tabla 7 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Barasona.

| INDICADOR | VALOR | ESTADO TRÓFICO |
|-----------------------------|-------------|--------------------|
| P TOTAL | 13,21 | Mesotrófico |
| CLOROFILA <i>a</i> | 3,20 | Mesotrófico |
| DISCO SECCHI (DS) | 1,50 | Eutrófico |
| DENSIDAD ALGAL | 2011 | Mesotrófico |
| ESTADO TRÓFICO FINAL | 3,25 | MESOTRÓFICO |

Atendiendo a los criterios seleccionados, la transparencia (DS) clasifica el embalse como eutrófico. Mientras que el fósforo total (PT), la concentración de clorofila *a* y la densidad algal determinan un estado mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de BARASONA 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 | Bueno o superior | Moderado | Deficiente | Malo | |
|------------------------------------|---|---|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|-------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | < 10 ³ | 10 ³ -10 ⁴ | 10 ⁴ -10 ⁵ | >10 ⁵ | |
| | | Biomasa algal, Clorofila a (µg/L) | < 2,5 | 2,5-8 | 8,0-25 | >25 | |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | < 0,5 | 0,5-2 | 2-8 | >8 | |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | > 3 | 2-3 | 1-2 | <1 | |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | < 2,79 | 2,79-3,52 | 3,52-4,25 | >4,25 | |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | > 3,4 | 2,6-3,4 | 1,8-2,6 | <1,8 | |
| | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | < 6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | | |
| Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | < 6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | | |
| INDICADOR BIOLÓGICO (1) | | | < 2,6 | 2,6 - 3,4 | 3,4 - 4,2 | > 4,2 | |
| Indicador | Elementos | Parámetros | Muy bueno | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | >6 | 3-6 | 1, 5 -3 | 0, 7 -1,5 | <0, 7 |
| | Oxigenación | Concentración O ₂ (mg O ₂ /L) | >8 | 8-6 | 6-4 | 4-2 | <2 |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO (2) | | | Muy bueno | Bueno | Moderado | | |
| | | | < 1,6 | 1,6 - 2,4 | > 2,4 | | |

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

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

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

Tabla 9. Combinación de los indicadores.

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

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

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

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor | Potencial |
|---|---------------|---|------------|------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | 2011 | Moderado |
| | | Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) | 3,20 | Moderado |
| | | Biovolumen algal (mm^3/L) | 0,48 | Bueno o superior |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | 3,15 | Bueno o superior |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | 3,74 | Bueno o superior |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | 2,60 | Bueno o superior |
| | | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | 6,17 | Bueno o superior |
| | Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | 7,15 | Moderado |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 3,0 | MODERADO |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 1,50 | Deficiente |
| | Oxigenación | O_2 hipolimnética ($\text{mg O}_2/\text{L}$) | 6,75 | Bueno |
| | Nutrientes | Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$) | 13,21 | Moderado |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | 4,0 | MODERADO |
| POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{exp} | | | | MODERADO |

b) Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B+/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 11 y 12, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).

| Tipo | Elemento | Parámetro | Indicador | VR _t | B+/M (RCE) | M/D (RCE) | D/M (RCE) |
|---------|--------------|-------------|--------------------------------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|
| Tipo 1 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> mg/m ³ | 2,00 | 0,211 | 0,14 | 0,07 |
| | | | Biovolumen mm ³ /L | 0,36 | 0,189 | 0,126 | 0,063 |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 0,10 | 0,974 | 0,649 | 0,325 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0,00 | 0,908 | 0,607 | 0,303 |
| Tipo 7 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> mg/m ³ | 2,60 | 0,433 | 0,287 | 0,143 |
| | | | Biovolumen mm ³ /L | 0,76 | 0,362 | 0,24 | 0,12 |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 0,61 | 0,982 | 0,655 | 0,327 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0,00 | 0,715 | 0,48 | 0,24 |
| Tipo 9 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> mg/m ³ | 2,60 | 0,433 | 0,287 | 0,143 |
| | | | Biovolumen mm ³ /L | 0,76 | 0,362 | 0,24 | 0,12 |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 0,61 | 0,982 | 0,655 | 0,327 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0,00 | 0,715 | 0,48 | 0,24 |
| Tipo 10 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> mg/m ³ | 2,60 | 0,433 | 0,287 | 0,143 |
| | | | Biovolumen mm ³ /L | 0,76 | 0,362 | 0,24 | 0,12 |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 0,61 | 0,982 | 0,655 | 0,327 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0,00 | 0,715 | 0,48 | 0,24 |
| Tipo 11 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> mg/m ³ | 2,60 | 0,433 | 0,287 | 0,143 |
| | | | Biovolumen mm ³ /L | 0,76 | 0,362 | 0,24 | 0,12 |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 0,61 | 0,982 | 0,655 | 0,327 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0,00 | 0,715 | 0,48 | 0,24 |
| Tipo 12 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> mg/m ³ | 2,40 | 0,195 | 0,13 | 0,065 |
| | | | Biovolumen mm ³ /L | 0,63 | 0,175 | 0,117 | 0,058 |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 1,50 | 0,929 | 0,619 | 0,31 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0,10 | 0,686 | 0,457 | 0,229 |
| Tipo 13 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> mg/m ³ | 2,10 | 0,304 | 0,203 | 0,101 |
| | | | Biovolumen mm ³ /L | 0,43 | 0,261 | 0,174 | 0,087 |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 1,10 | 0,979 | 0,653 | 0,326 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0,00 | 0,931 | 0,621 | 0,31 |

Tabla 12. Parámetros, rangos del 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 <i>a</i> (µg/L) | ≥ 0,433 | 0,432 – 0,287 | 0,286 – 0,143 | < 0,143 | |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | ≥ 0,362 | 0,361 – 0,24 | 0,23 – 0,12 | < 0,12 | |
| | | Índice de Catalán (IGA) | ≥ 0,982 | 0,981 – 0,655 | 0,654 – 0,327 | < 0,327 | |
| | | Porcentaje de cianobacterias | ≥ 0,715 | 0,714 – 0,48 | 0,47 – 0,24 | < 0,24 | |
| | | | Bueno o superior | Moderado | Deficiente | Malo | |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | > 0,6 | 0,4-0,6 | 0,2-0,4 | < 0,2 | |
| | | | RANGOS DE VALORES | | | | |
| Indicador | Elementos | Parámetros | Muy bueno | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | >6 | 3-6 | 1, 5 -3 | 0, 7 -1,5 | <0, 7 |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | >8 | 8-6 | 6-4 | 4-2 | <2 |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| | | | Muy bueno | Bueno | Moderado | | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | < 1,6 | 1,6 – 2,4 | > 2,4 | | |

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 13:

Tabla 13. Combinación de los indicadores.

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

En la tabla 14 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de Barasona.

| Indicador | Elementos | Parámetro | Indicador | Valor | RCE | RCET | <i>PE_{norm}</i> |
|---|---------------|---|---------------------------------------|-----------------|-------------|--------------------------|--------------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a (µg/L) | 3,20 | 0,81 | 0,87 | Bueno o superior |
| | | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 0,48 | 1,58 | 1,36 | Bueno o superior |
| | | | Media | | | 1,11 | |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 0,61 | 1,000 | 1,00 | Bueno o superior |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 10,88 | 0,89 | 0,84 | Bueno o superior |
| | | | Media | | | 0,92 | |
| Media global | | | | | | 1,02 | |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | | | 1,02 | | BUENO O SUPERIOR |
| <hr/> | | | | | | | |
| Indicador | Elementos | Indicador | Valor | | | <i>PE_{norm}</i> | |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 1,50 | | | Deficiente | |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 6,75 | | | Bueno | |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 13,21 | | | Moderado | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | | 4,0 | | | 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