

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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LA TRANQUERA



DICIEMBRE 2012
SERVICIO CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO
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:

68.857,47 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE LA TRANQUERA.

AÑO DE EJECUCIÓN:

2012

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2012

FOTO PORTADA:

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

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.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2012). Explotación de la red de seguimiento en embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 210 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

ÍNDICE

| | Página |
|---|-----------|
| <u>1. INTRODUCCIÓN</u> | 5 |
| <u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u> | 5 |
| 2.1. Ámbito geológico y geográfico | 5 |
| 2.2. Características morfométricas e hidrológicas | 5 |
| 2.3. Usos del agua | 6 |
| 2.4. Registro de zonas protegidas | 7 |
| <u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u> | 7 |
| <u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u> | 9 |
| 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas | 9 |
| 4.2. Hidroquímica del embalse | 12 |
| 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila | 13 |
| 4.4. Zooplancton | 17 |
| <u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u> | 19 |
| <u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u> | 20 |

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 2011-2012..... | 7 |
| Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse..... | 8 |
| Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH | 9 |
| Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto | 10 |
| Figura 5. Perfil vertical de la conductividad | 11 |
| Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> | 14 |
| Figura 7. Fotografía de la presa del embalse..... | 26 |
| Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse..... | 26 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Características morfométricas del embalse de La Tranquera..... | 6 |
| Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton..... | 13 |
| Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton..... | 17 |
| Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico..... | 19 |
| Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Tranquera..... | 19 |
| Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental..... | 20 |
| Tabla 7. Combinación de los indicadores..... | 21 |
| Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Tranquera..... | 21 |
| Tabla 9. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008). | 22 |
| Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo..... | 23 |
| Tabla 11. Combinación de los indicadores..... | 23 |
| Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de La Tranquera..... | 24 |

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los muestreos realizados en el embalse de La Tranquera en el verano de 2012 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 2012, correspondiente al año hidrológico 2011-2012).

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 La Tranquera está situado en el extremo oriental de la cuenca de Almazán, sobre materiales del basamento paleozoico y mesozoico en la rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

El embalse de La Tranquera se sitúa dentro del término municipal de Carenas, en la provincia de Zaragoza. Regula las aguas del río Piedra.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, de geometría muy irregular, con dos brazos bien definidos.

La cuenca vertiente al embalse de La Tranquera tiene una superficie total de 146069,84 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 84,26 hm³. Destacar que el valor de la capacidad útil es muy parecido, siendo de 84,17 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 15,8 m y una profundidad máxima de 41 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de La Tranquera.

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| Superficie de la cuenca | 1470 km ² |
| Capacidad total N.M.N. | 84,26 hm ³ |
| Capacidad útil | 84,17 hm ³ |
| Aportación media anual | 110 hm ³ |
| Superficie inundada | 530 ha |
| Cota máximo embalse normal | 685,50 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 y situado en zona no húmeda. En la fecha de la realización del muestreo, no existía una termoclina clara, mientras que el límite inferior de la capa fótica se encuentra alrededor de los 4,30 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Tranquera para el año hidrológico 2011-2012 fue de 6,70 meses.

En la figura 1 se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2011-2012.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente a regadío, al abastecimiento de la población y al aprovechamiento hidroeléctrico.

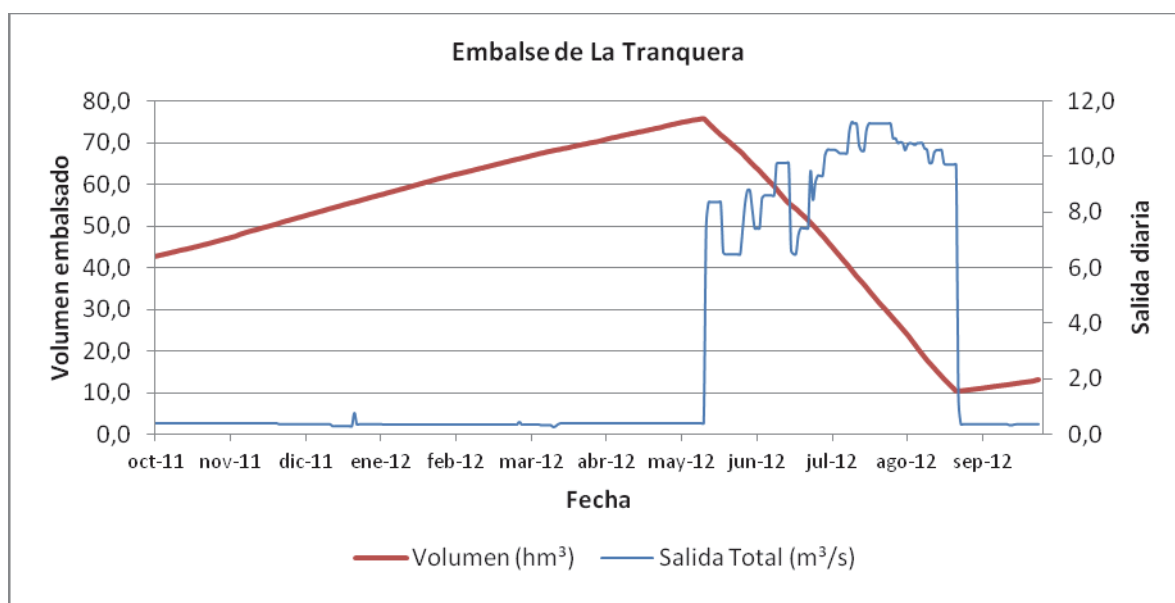


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2011-2012.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de La Tranquera 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 categorías de zonas de extracción de agua para consumo humano y zonas sensibles a nutrientes bajo el marco de la directiva 91/271/CEE.

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 8 de Septiembre de 2012, 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 fito y zooplancton.

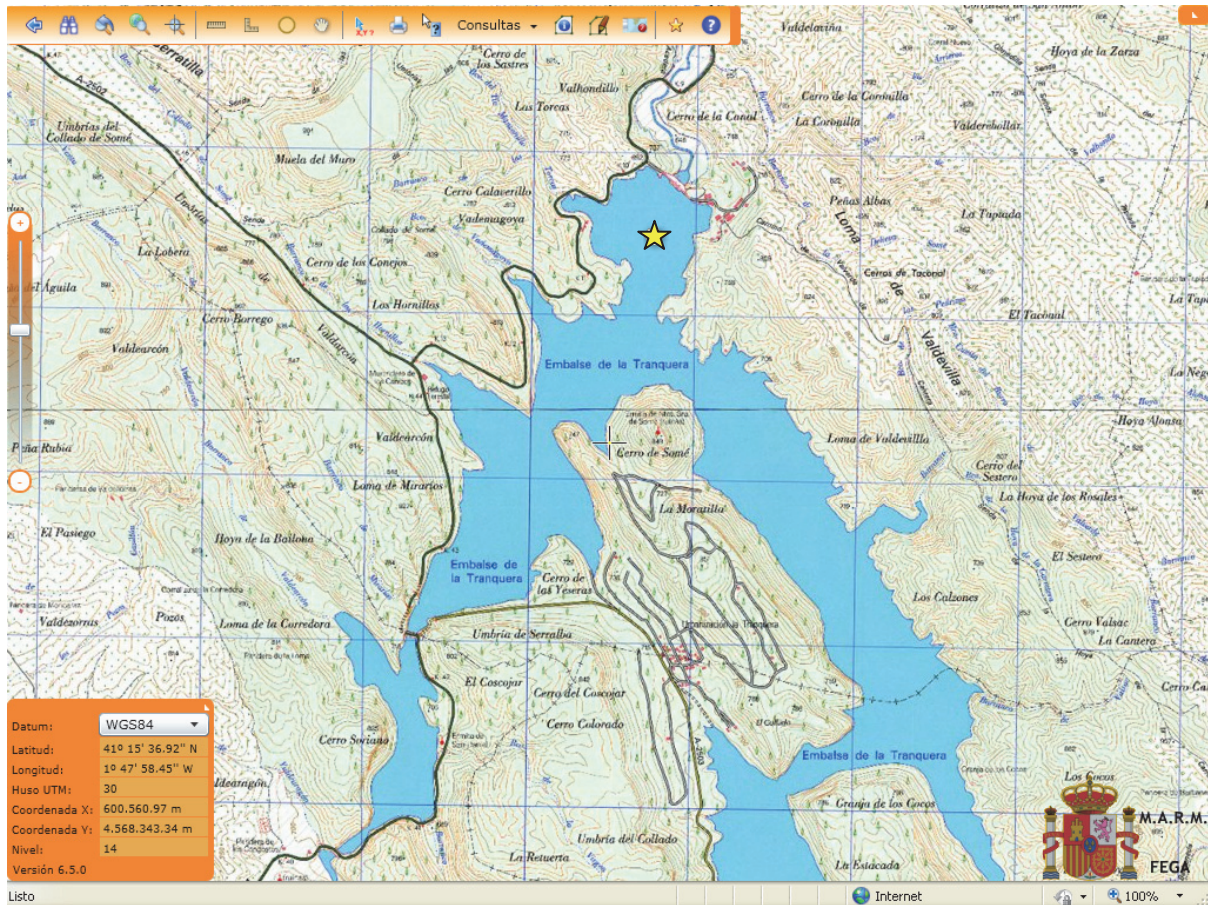
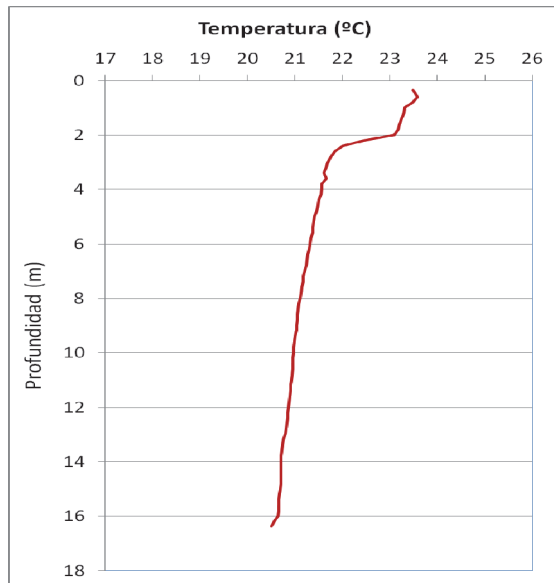


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

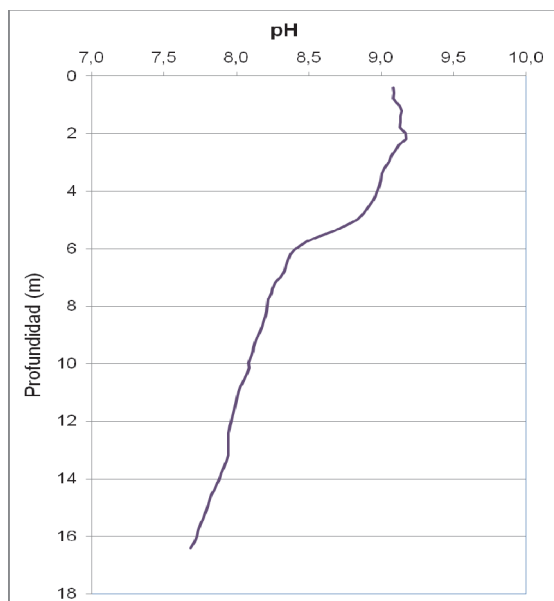
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

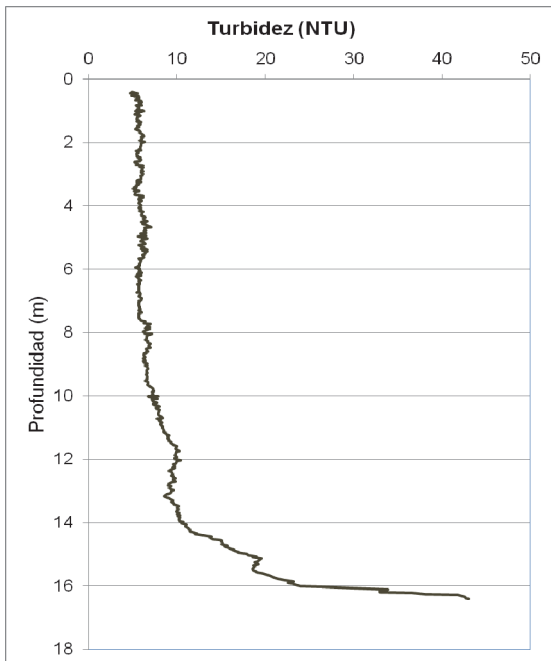


La temperatura del agua oscila entre los 20,51 °C – en el fondo- y los 23,49 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (8 Septiembre 2012) la termoclina no existe, sino un paulatino descenso de la temperatura desde la zona epilimnética hacia el fondo.



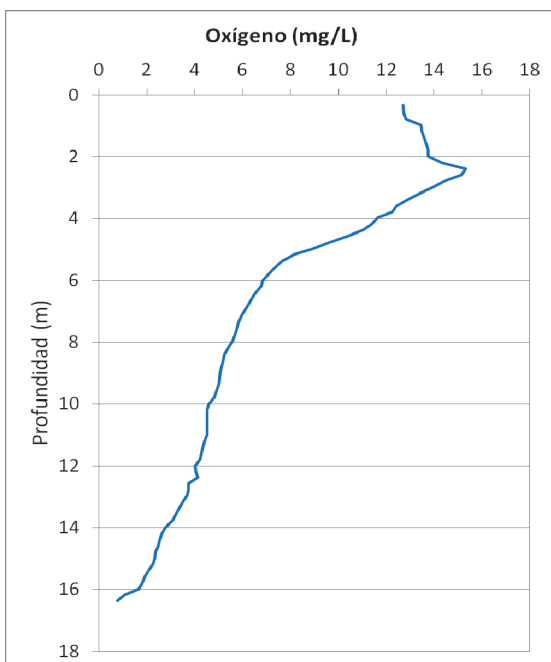
El pH del agua en superficie es de 9,08. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,68 (mínimo hipolimnético estival). El máximo epilimnético estival es 9,17 a 2 metros de profundidad.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



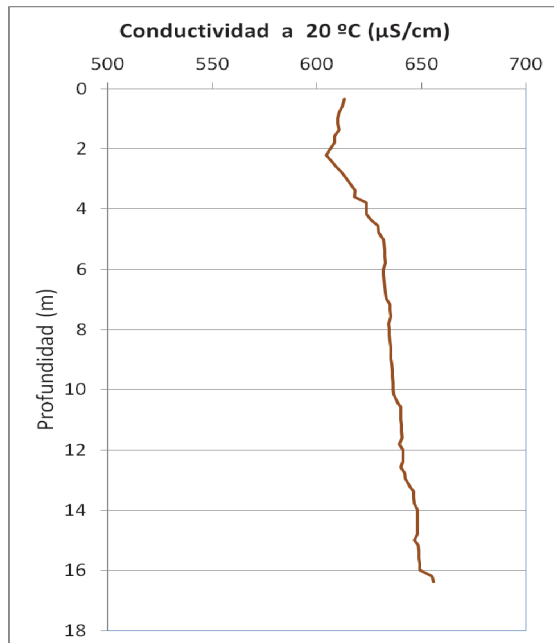
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 1,70 m, de modo que la profundidad de la capa fótica se sitúa en torno a los 4,3 metros de profundidad.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 6 m de profundidad) fue de 5,89 NTU. La turbidez es homogénea hasta los 10 m, y se incrementa hasta alcanzar el valor máximo en el fondo.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 13,33 mg/L. La concentración media alcanzada en el hipolimnion es de 4,17 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L) a profundidades superiores a 15,5 m.

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



La conductividad del agua es de 613 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 655 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse, coincidiendo con el valor máximo. La conductividad es muy homogénea a lo largo de la columna de agua. El valor mínimo se registra a los 2,5 m de profundidad, con un valor de 604 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2012 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 20,74 µg P/L.
- La concentración de P soluble ha estado por debajo del límite de detección de 0,83 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,42 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,03 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) fue de 0,022 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 6,25 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,64 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 22 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

| | |
|-------------------|---|
| BACILLARIOPHYCEAE | 2 |
| CHRYSOPHYCEAE | 1 |
| XANTHOPHYCEAE | 1 |
| CHLOROPHYCEAE | 7 |
| ZYGNEMATOPHYCEAE | 1 |
| CYANOBACTERIA | 1 |
| CRYPTOPHYCEAE | 4 |
| DINOPHYTA | 3 |
| EUGLENOPHYCEAE | 2 |

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

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

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR |
|--|---------------------------|----------------------|
| Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON | nº cel/ml | 5028,10 |
| BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON | $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ | 9706474 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 1,71 |
| CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD) | | Zygnematophyceae |
| Nº células/ml | | 3575,54 |
| ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD) | | <i>Mougeotia</i> sp. |
| Nº células/ml | | 3575,54 |
| CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN) | | Zygnematophyceae |
| Nº células/ml | | 7151074 |
| ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN) | | <i>Mougeotia</i> sp. |
| Nº células/ml | | 7151074 |

La concentración de clorofila fue de 33,28 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado con una línea roja en la figura. El perfil vertical realizado mediante fluorimetría muestra un valor máximo a los 5 m de profundidad, con un valor de 50,4 µg/L.

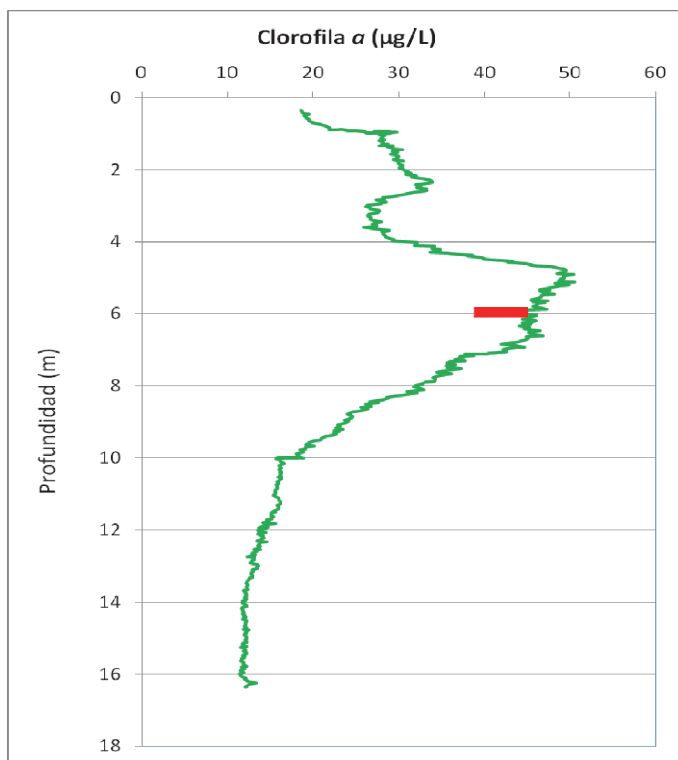


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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 del cuadro siguiente:

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|-------------------------------------|------------|---------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | |
| BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/ | | | |
| <i>Actinocyclus normanii</i> | - | - | 1 |
| <i>Aulacoseira granulata</i> | 11,17 | 1755,14 | 1 |
| <i>Aulacoseira italica</i> | - | - | 1 |
| <i>Cyclotella ocellata</i> | 5,59 | 631,85 | - |
| CHRYSOPHYCEAE | | | |
| <i>Ochromonas</i> sp. | 5,59 | 3198,74 | - |
| XANTHOPHYCEAE | | | |
| <i>Trachydiscus sexangulatus</i> | 11,17 | 1404,11 | - |

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|--|----------------|---------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | |
| CHLOROPHYTA | | | |
| <i>Acutodesmus obliquus</i> (=Scenedesmus obliquus=Scenedesmus acutus) | 22,35 | 5616,44 | - |
| <i>Coelastrum microporum</i> | - | - | 1 |
| <i>Monactinus simplex</i> (=Pediastrum simplex) | - | - | 1 |
| <i>Oocystis lacustris</i> | 16,76 | 1238,43 | 1 |
| <i>Oocystis marssonii</i> | 33,52 | 3554,15 | - |
| <i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (=Didymocystis planctonica) | 245,82 | 4633,56 | - |
| <i>Saturnella cortiola</i> | 16,76 | 4914,39 | 1 |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | 22,35 | 4095,32 | 1 |
| <i>Tetrastrum komarekii</i> | 22,35 | 3217,98 | - |
| ZYGNEMATOPHYCEAE | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. | 3575,54 | 7151074,38 | 5 |
| CYANOBACTERIA | | | |
| <i>Oscillatoria</i> sp. | 67,04 | 842,47 | 1 |
| CRYPTOPHYCEAE | | | |
| <i>Cryptomonas erosa</i> | 217,88 | 670813,63 | 1 |
| <i>Cryptomonas marsonii</i> | 27,93 | 15913,25 | - |
| <i>Cryptomonas pusilla</i> | 5,59 | 1290,03 | - |
| <i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i> | 581,02 | 76664,42 | 1 |
| DINOPHYCEAE | | | |
| <i>Ceratium hirundinella</i> | 33,52 | 1466193,72 | 2 |
| <i>Gymnodinium uberrimum</i> | 11,17 | 59323,65 | 1 |
| <i>Peridinium cinctum</i> | - | - | 1 |
| <i>Peridinium umbonatum</i> | 78,21 | 186500,93 | 3 |
| EUGLENOPHYCEAE | | | |
| <i>Phacus caudatus</i> | 5,59 | 12005,14 | 1 |
| <i>Phacus longicauda</i> | 11,17 | 31592,48 | 1 |
| TOTAL BACILLARIOPHYCEAE | 16,76 | 2386,99 | |
| TOTAL CHRYSOPHYCEAE | 5,59 | 3198,74 | |
| TOTAL XANTHOPHYCEAE | 11,17 | 1404,11 | |
| TOTAL CHLOROPHYTA | 379,90 | 27270,27 | |
| TOTAL ZYGNEMATOPHYCEAE | 3575,54 | 7151074,38 | |
| TOTAL CYANOBACTERIA | 67,04 | 842,47 | |

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|-----------------------------|----------------|---------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | |
| TOTAL CRYPTOPHYCEAE | 832,43 | 764681,32 | |
| TOTAL DINOPHYCEAE | 122,91 | 1712018,31 | |
| TOTAL EUGLENOPHYCEAE | 16,76 | 43597,62 | |
| TOTAL ALGAS | 5028,10 | 9706474,21 | |

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 La Tranquera se han identificado un total de 11 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 1 Copepoda
- 4 Rotifera
- 1 Turbelarios
- 1 Hipotrico

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

Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR |
|---|-------------------|--------------------------------|
| PROFUNDIDAD | m | 4,0 |
| DENSIDAD TOTAL | individuos/L | 431,15 |
| BIOMASA TOTAL | µg/L | 100,49 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 1,94 |
| CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD) | | Rotíferos |
| individuos/L | | 360,00 |
| ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD) | | <i>Polyarthra dolichoptera</i> |
| individuos/L | | 236,92 |
| CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA) | | Cladóceros |
| µg/L | | 75,08 |
| ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA) | | <i>Ceriodaphnia pulchella</i> |
| µg/L | | 70,15 |
| COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical) | | 0 - 16 m |
| CLADÓCEROS: 20,06% | COPÉPODOS: 5,98 % | ROTÍFEROS: 71,57 % |

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en el cuadro siguiente:

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOMASA | PORCENTAJE |
|----------------------------------|------------|---------|------------|
| ZOOPLANCTON | Ind./L | µg/L | % |
| CLADÓCEROS | | | |
| <i>Bosmina longirostris</i> | 0,38 | 0,50 | 1,17 |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i> | 58,46 | 70,15 | 18,77 |
| <i>Diaphanosoma mongolianum</i> | 1,15 | 2,88 | 0,04 |
| <i>Leydigia quadrangularis</i> | - | - | 0,04 |
| <i>Oxyurella tenuicaudis</i> | 0,38 | 1,54 | 0,04 |
| COPÉPODOS | | | |
| <i>Acanthocyclops americanus</i> | 1,54 | 1,47 | 5,98 |
| ROTÍFEROS | | | |
| <i>Ascomorpha ovalis</i> | 52,31 | 3,27 | 1,17 |
| <i>Collotheca</i> sp. | 6,15 | 0,18 | 1,17 |
| <i>Polyarthra dolichoptera</i> | 236,92 | 12,08 | 65,31 |
| <i>Polyarthra major</i> | 64,62 | 8,40 | 3,91 |
| OTROS | | | |
| <i>Turbelario</i> | 3,08 | - | 2,35 |
| <i>Euplotes</i> | 6,15 | - | 0,04 |
| Total Cladóceros | 60,38 | 75,08 | 20,06 |
| Total Copépodos | 1,54 | 1,47 | 5,98 |
| Total Rotíferos | 360,00 | 23,94 | 71,57 |
| Total Otros | 9,23 | - | 2,39 |
| Total | 431,15 | 100,49 | 100 |

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 4, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

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

En la tabla 5 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Tranquera.

| INDICADOR | VALOR | ESTADO TRÓFICO |
|-----------------------------|------------|------------------|
| P TOTAL | 20,74 | Mesotrófico |
| CLOROFILA a | 33,28 | Hipereutrófico |
| DISCO SECCHI | 1,70 | Mesotrófico |
| DENSIDAD ALGAL | 5028 | Mesotrófico |
| ESTADO TRÓFICO FINAL | 2,5 | EUTRÓFICO |

El parámetro concentración de clorofila a, presenta un resultado de hipereutrofia. Los resultados obtenidos según la transparencia (DS), el parámetro fósforo total (PT) y la densidad algal clasifican al embalse como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de LA TRANQUERA ha resultado ser **EUTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

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

Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Máximo | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
|------------------------------------|---|---|------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | <100 | 100-10 ³ | 10 ³ -10 ⁴ | 10 ⁴ -10 ⁵ | >10 ⁵ |
| | | Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L) | 0-1 | 1-2,5 | 2,5-8 | 8,0-25 | >25 |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | <0,1 | 0,1-0,5 | 0,5-2 | 2-8 | >8 |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | >4 | 3-4 | 2-3 | 1-2 | <1 |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | <2,06 | 2,06-2,79 | 2,79-3,52 | 3,52-4,25 | >4,25 |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | >4,2 | 3,4-4,2 | 2,6-3,4 | 1,8-2,6 | <1,8 |
| | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | <3,8 | 3,8-6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | |
| Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | <3,8 | 3,8-6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | |
| INDICADOR BIOLÓGICO (1) | | | > 4, 2 | 3, 4 -4, 2 | 2,6-3,4 | 1, 8 -2, 6 | < 1, 8 |
| Fisicoquímico | Transparencia | Profundidad Disco de Secchi (m) | >6 | 3-6 | 1, 5 -3 | 0, 7 -1,5 | <0, 7 |
| | Oxigenación | Concentración O ₂ (mg O ₂ /L) | >8 | 8-6 | 6-4 | 4-2 | <2 |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P /L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO (2) | | | MPE | AS FUN | NO AS FUN | | |
| | | | >4,2 | 3,4-4,2 | <3,4 | | |

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

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

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

Tabla 7. 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 |

En la tabla 8 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Tranquera.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor | Potencial |
|---|---------------|---|---|------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | 5028 | Moderado |
| | | Clorofila <i>a</i> (µg/L) | 33,28 | Malo |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 9,71 | Malo |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | 3,96 | Bueno |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | 3,12 | Moderado |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | 2,56 | Bueno |
| | | | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | 7,9 |
| | Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | 5,97 | Bueno |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 2,7 | MODERADO |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 1,70 | Moderado |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂) | 6,90 | Bueno |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg/L P) | 20,74 | Moderado |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | 3,3 | NO AS FUN |
| POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{exp} | | | | MODERADO |

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 9 y 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 138).

Tabla 9. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

| Tipo | Elemento | Parámetro | Indicador | VR_t | B/M | B/M (RCE) |
|---------|--------------|-------------|------------------------------|--------|------|-----------|
| Tipo 1 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2 | 9,5 | 0,21 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,36 | 1,9 | 0,19 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,1 | 10,6 | 0,97 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 9,2 | 0,91 |
| Tipo 7 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2,6 | 6 | 0,43 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,76 | 2,1 | 0,36 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,61 | 7,7 | 0,98 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 28,5 | 0,72 |
| Tipo 9 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2,6 | 6 | 0,43 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,76 | 2,1 | 0,36 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,61 | 7,7 | 0,98 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 28,5 | 0,72 |
| Tipo 10 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2,6 | 6 | 0,43 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,76 | 2,1 | 0,36 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,61 | 7,7 | 0,98 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 28,5 | 0,72 |
| Tipo 11 | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a mg/m^3 | 2,6 | 6 | 0,43 |
| | | | Biovolumen mm^3/L | 0,76 | 2,1 | 0,36 |
| | | Composición | Índice de Catalan (IGA) | 0,61 | 7,7 | 0,98 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 28,5 | 0,72 |

Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

| Indicador | Elementos | Parámetros | RANGOS DEL RCET | | | | |
|--------------------------------|---------------|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | | | Máximo | Bueno | No alcanza | | |
| Biológico | Fitoplancton | Clorofila a (µg/L) | > 1 | 1-0,43 | < 0,43 | | |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | > 1 | 1-0,36 | < 0,36 | | |
| | | Índice de Catalán (IGA) | > 1 | 1-0,9822 | < 0,9822 | | |
| | | Porcentaje de cianobacterias | > 1 | 1-0,72 | < 0,72 | | |
| | | | 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 11:

Tabla 11. 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 |

En la tabla 12 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 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de La Tranquera.

| Indicador | Elementos | Parámetro | Indicador | Valor | RCE | RCET | PE_{norm} |
|---|---------------|---|---|-----------------|-------------|------------------|-----------------|
| Biológico | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) | 33,28 | 0,08 | 0,11 | No alcanza |
| | | | Biovolumen algal (mm^3/L) | 9,71 | 0,08 | 0,13 | No alcanza |
| | | | Media | | | 0,12 | |
| | | Composición | Índice de Catalán (IGA) | 0,03 | 1,001 | 1,03 | Máximo |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 1,33 | 0,99 | 0,98 | Bueno |
| | | | Media | | | 1,01 | |
| Media global | | | | | | 0,56 | |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | | | 0,56 | | MODERADO |
| Indicador | Elementos | Indicador | Valor | | | PE_{norm} | |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 1,70 | | | Moderado | |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 6,90 | | | Bueno | |
| | Nutrientes | Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$) | 20,74 | | | Moderado | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | | 3,3 | | NO AS FUN | |
| POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{norm} | | | | MODERADO | | | |



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7: Vista general del embalse



Figura 8: Punto de acceso a la lamina de agua