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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE MARGALEF



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

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

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

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

EQUIPO DE TRABAJO:

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

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

69.814,27 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE MARGALEF

AÑO DE EJECUCIÓN:

2013

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2013

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse de Margalef desde el camino de acceso.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2013). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 198 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>8</i> |
| 2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i> | <i>9</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 | 21 |
| 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. Localización de la estación de muestreo en el embalse..... | 9 |
| Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH | 10 |
| Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto | 11 |
| Figura 4. Perfil vertical de la conductividad | 12 |
| Figura 5. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> | 15 |
| Figura 6. Fotografía de la presa del embalse..... | 28 |
| Figura 7. Fotografía del punto de acceso al embalse. | 28 |
| Figura 8. Fotografía de la cola del embalse | 29 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Margalef..... | 8 |
| 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..... | 19 |
| Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton..... | 20 |
| Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. | 21 |
| Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Margalef. | 21 |
| Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. | 22 |
| Tabla 9. Combinación de los indicadores. | 23 |
| Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Margalef. | 23 |
| Tabla 11. 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). | 24 |
| Tabla 12. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. | 25 |
| Tabla 13. Combinación de los indicadores..... | 25 |
| Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Margalef..... | 26 |

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Margalef durante los muestreos de 2013 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 2013, correspondiente al año hidrológico 2012-2013).

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

Geológicamente, la cuenca del embalse de Margalef, se enclava entre los materiales de la Era del Cenozoico. Más concretamente, dentro del Paleógeno con conglomerados y lutitas, y del Eoceno-Oligoceno con calizas.

La presa de Margalef se sitúa dentro del término municipal de Margalef, en la provincia de Tarragona. Regula las aguas del río Montsant.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, con forma alargada.

La cuenca vertiente al embalse de Margalef tiene una superficie de cuenca de escorrentía directa de 94,35 km².

El embalse tiene una capacidad total de 2,98 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 17 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Margalef.

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| Superficie de la cuenca | 94,35 km ² |
| Capacidad total N.M.N. | 2,98 hm ³ |
| Superficie inundada | 31,57 ha |

Tipo de clasificación: 10. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.

Se trata de un embalse monomítico. En el periodo estival existe termoclina entre los 7 y 14 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 8 metros de profundidad determinado con medidor fotoeléctrico, pues mediante el Disco de Secchi el valor obtenido es de 5,8 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Margalef para el año hidrológico 2012-2013 no pudo ser calculado debido a la ausencia de datos de salidas de caudal en la web de la CHE.

2.3. Usos del agua

Según el Integra, las aguas del Embalse de Margalef se usan para abastecimiento de población e industria de poco consumo.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Margalef 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 la categoría de zonas de extracción de aguas para consumo humano y zonas de protección de hábitat o especie (Punto Red Natura 2000: ZEPA y LIC ES5140017 “Serra de Montsant-Pas de l’Ase”).

3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 1). Se ha completado una campaña de muestreo el 7 de Agosto de 2013, 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.

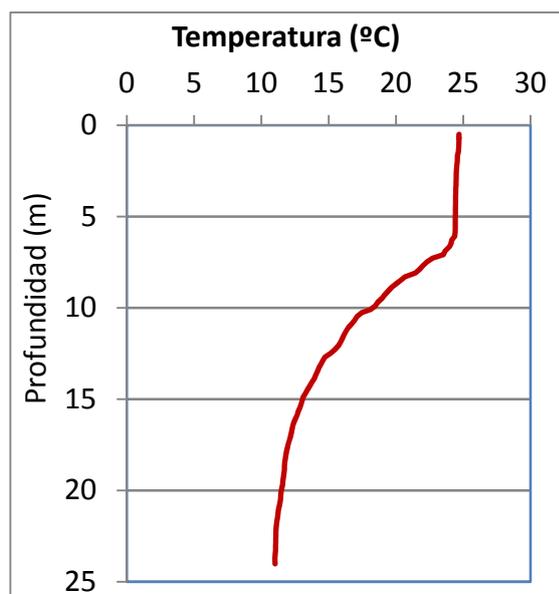


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

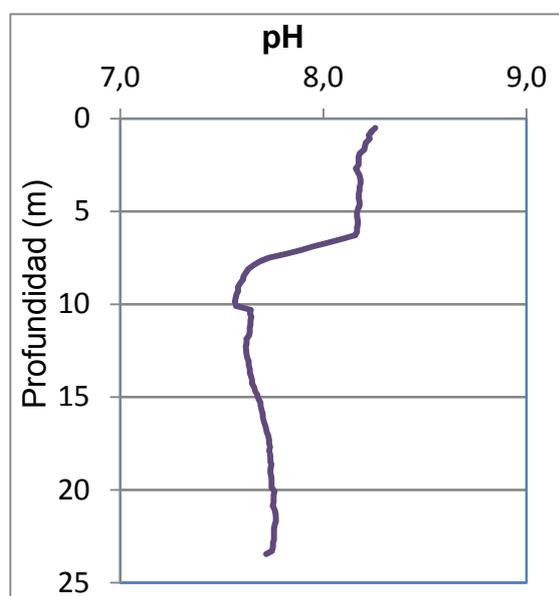
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

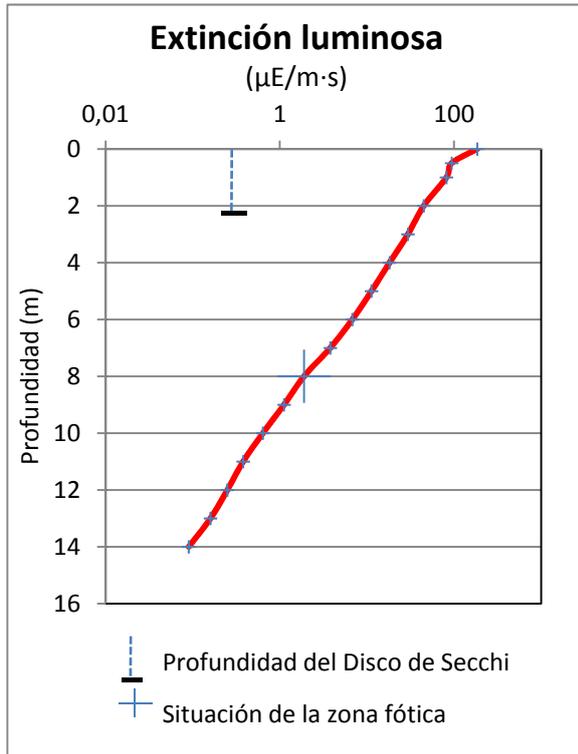


La temperatura del agua oscila entre los 11,01 °C – en el fondo- y los 24,68 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Agosto 2013) la termoclina se sitúa entre los 7 y 14 metros de profundidad.



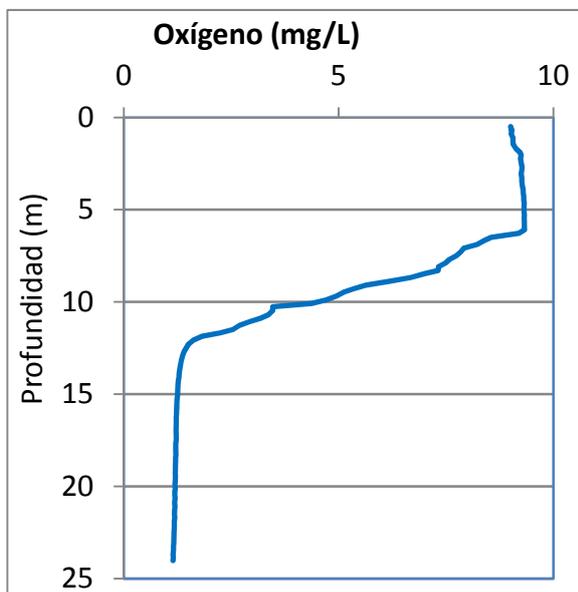
El pH del agua en la superficie es de 8,26, máximo epilimnético. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,72. El mínimo hipolimnético estival se localiza a 10 m de profundidad con un pH de 7,56.

Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH.



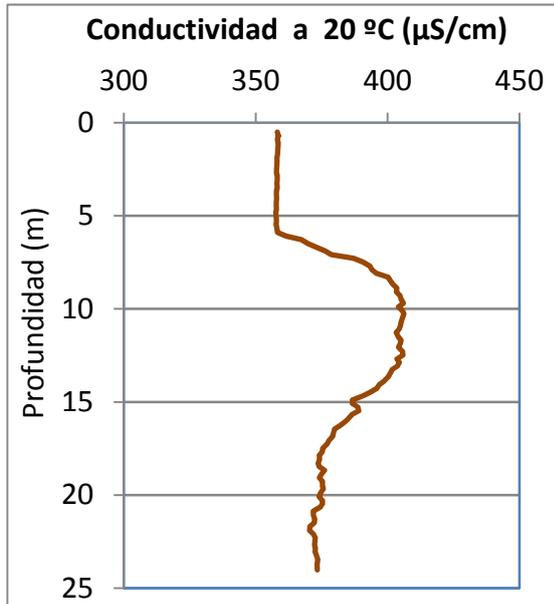
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 2,30 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a los 5,8 metros. Sin embargo, el valor obtenido mediante el medidor fotoeléctrico fue de 8 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a de 9 m de profundidad) fue de 3,13 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 9,12 mg/L. En el hipolimnion la concentración media alcanza 1,20 mg/L. Las condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) comienzan a partir de los 12 m de profundidad.

Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 358 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 373 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. El valor máximo del perfil se encuentra a 10 m de profundidad, con un valor de 405 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 4. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2013 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 30,98 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 0,16 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,21 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,02 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,015 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 5,59 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,04 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 38 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

| | |
|-------------------|----|
| BACILLARIOPHYCEAE | 2 |
| CHRYSOPHYCEAE | 4 |
| XANTHOPHYCEAE | 1 |
| CHLOROPHYTA | 24 |
| ZYGNEMATOPHYCEAE | 1 |
| CYANOBACTERIA | 1 |
| CRYPTOPHYCEAE | 4 |
| EUGLENOPHYCEAE | 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 cel./ml | 20514,64 |
| BIOVOLUMEN TOTAL | µm³/ml | 4757445 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 3,36 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Clorophyceae |
| Nº células/ml | | 16805,02 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | <i>Tetrastrum komarekii</i> |
| Nº células/ml | | 8134,35 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | Clorophyceae |
| µm³/ml | | 3626586 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | <i>Tetrastrum komarekii</i> |
| µm³/ml | | 1171345 |

La concentración de clorofila fue de 6,28 $\mu\text{g/L}$ para la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura 5 con una línea roja. En el perfil vertical se observa mediante el sensor de fluorimetría un máximos a 7,5 m de profundidad, al final del epilimnion, con una concentración de 7,22 $\mu\text{g/L}$.

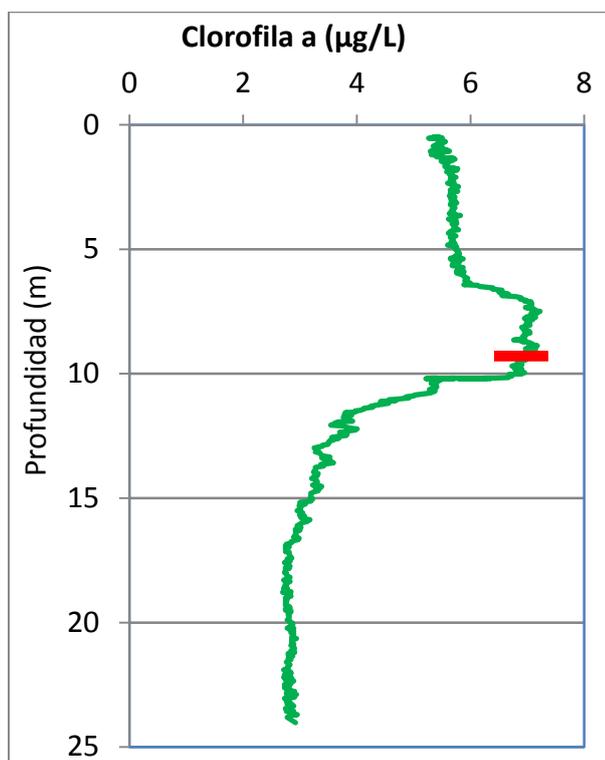


Figura 5. Perfil vertical de la clorofila a.

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.

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|-------------------------------------|------------|---------------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ | |
| BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/ | | | |
| <i>Cyclotella ocellata</i> | 178,78 | 20219,19 | - |
| <i>Cyclotella radiosa</i> | 22,35 | 4914,39 | - |

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|---|------------|---------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | |
| BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/ | | | |
| <i>Amphora ovalis</i> | - | - | 1 |
| <i>Suriella ovalis</i> | - | - | 1 |
| <i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus) | - | - | 1 |
| CHRYSOPHYCEAE | | | |
| <i>Dinobryon bavaricum</i> | 134,08 | 53075,36 | 2 |
| <i>Dinobryon divergens</i> | 22,35 | 9214,47 | 1 |
| <i>Ochromonas</i> sp. | 67,04 | 38384,86 | - |
| <i>Pseudokephyrion pseudospirale</i> | 22,35 | 737,16 | - |
| XANTHOPHYCEAE | | | |
| <i>Trachydiscus sexangulatus</i> | 178,78 | 22465,76 | - |
| CHLOROPHYTA | | | |
| <i>Ankyra judayi</i> | 22,35 | 2808,22 | - |
| <i>Coelastrum astroideum</i> | 178,78 | 32107,32 | 2 |
| <i>Coelastrum microporum</i> | 581,02 | 119255,76 | 3 |
| <i>Coenochloris hindakii</i> | - | - | 1 |
| <i>Crucigeniella pulchra</i> | 2234,71 | 446942,15 | 2 |
| <i>Desmodesmus intermedius</i> (=Scenedesmus intermedius) | 312,86 | 35383,58 | 1 |
| <i>Desmodesmus serratus</i> (=Scenedesmus serratus) | 89,39 | 7488,59 | 1 |
| <i>Didymocystis comasii</i> | 268,17 | 7582,19 | - |
| <i>Granulocystopsis coronata</i> | 201,12 | 20112,40 | 1 |
| <i>Hariotina polychorda</i> (=Coelastrum polychordum) | 178,78 | 41280,84 | 2 |
| <i>Lagerheimia quadriseta</i> | 22,35 | 2047,66 | 1 |
| <i>Monactinus simplex</i> (=Pediastrum simplex) | 178,78 | 432465,93 | 1 |
| <i>Monoraphidium dybowskii</i> | 89,39 | 2948,63 | - |
| <i>Nephrochlamys subsolitaria</i> | 89,39 | 3744,29 | 1 |
| <i>Oocystis lacustris</i> | 134,08 | 9907,40 | 1 |
| <i>Oocystis rhomboidea</i> | 424,60 | 40517,35 | 2 |
| <i>Pediastrum boryanum</i> | 178,78 | 617808,48 | 1 |
| <i>Pediastrum duplex</i> | - | - | 1 |
| <i>Planctonema lauterbornii</i> | 804,50 | 35383,58 | 2 |

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|--|------------|---------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | |
| <i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i>) | 312,86 | 5897,26 | - |
| <i>Pseudoschroederia robusta</i> (= <i>Schroederia robusta</i>) | 22,35 | 1965,75 | - |
| <i>Radiococcus nimbatius</i> | 178,78 | 7488,59 | 1 |
| <i>Scenedesmus ellipticus</i> (= <i>Scenedesmus linearis</i>) | 1966,55 | 543671,46 | 3 |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | - | - | 1 |
| <i>Scenedesmus verrucosus</i> (= <i>Scenedesmus disciformis</i>) | 89,39 | 9828,77 | 1 |
| <i>Tetraedron minimum</i> | 111,74 | 28604,30 | - |
| <i>Tetrastrum komarekii</i> | 8134,35 | 1171345,98 | 2 |
| ZYGNEMATOPHYCEAE | | | |
| <i>Cosmarium bioculatum</i> | - | - | 1 |
| <i>Cosmarium punctulatum</i> | 22,35 | 44229,47 | 1 |
| <i>Staurastrum</i> sp. pequeño | - | - | 1 |
| CYANOBACTERIA | | | |
| <i>Aphanocapsa</i> sp. | 2234,71 | 21061,65 | 2 |
| CRYPTOPHYCEAE | | | |
| <i>Cryptomonas erosa</i> | 22,35 | 68801,40 | 1 |
| <i>Cryptomonas marsonii</i> | 89,39 | 50922,40 | 1 |
| <i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i> | 558,68 | 73715,78 | 1 |
| <i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>) | 134,08 | 12285,96 | - |
| DINOPHYCEAE | | | |
| <i>Ceratium hirundinella</i> | - | - | 1 |
| <i>Peridinium cinctum</i> | 22,35 | 710830,77 | 1 |
| EUGLENOPHYCEAE | | | |
| <i>Phacus caudatus</i> | - | - | 1 |
| <i>Trachelomonas volvocina</i> | - | - | 1 |

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|----------------------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | |
| TOTALES BACILLARIOPHYCEAE | 201,12 | 25133,57 | |
| TOTALES CHRYSOPHYCEAE | 245,82 | 101411,86 | |
| TOTALES XANTHOPHYCEAE | 178,78 | 22465,76 | |
| TOTALES CHLOROPHYTA | 16805,02 | 3626586,48 | |
| TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE | 22,35 | 44229,47 | |
| TOTALES CYANOBACTERIA | 2234,71 | 21061,65 | |
| TOTALES CRYPTOPHYCEAE | 804,50 | 205725,54 | |
| TOTALES DINOPHYCEAE | 22,35 | 710830,77 | |
| TOTALES ALGAS | 20514,64 | 4757445,11 | |

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 Margalef se han identificado un total de 16 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 5 Cladocera
- 3 Copepoda
- 8 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 | 1101,54 |
| BIOMASA TOTAL | µg/L | 235,92 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 3,07 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Rotíferos |
| individuos/L | | 669,23 |
| TAXÓN PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Fam. Cyclopidae |
| individuos/L | | 303,68 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA) | | Cladóceros |
| µg/L | | 166,73 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA) | | <i>Ceriodaphnia pulchella</i> |
| µg/L | | 92,31 |
| COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical) | | 0 - 22 m |
| CLADÓCEROS: 14,14 % | COPÉPODOS: 30,28% | ROTÍFEROS: 55,57 % |

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:

Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOMASA | PORCENTAJE |
|----------------------------------|------------|---------|------------|
| ZOOPLANCTON | Ind./L | µg/L | % |
| CLADÓCEROS | | | |
| <i>Bosmina longirostris</i> | 4,62 | 6,00 | 0,05 |
| <i>Ceriodaphnia dubia</i> | - | - | 10,22 |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i> | 76,92 | 92,31 | - |
| <i>Daphnia cucullata</i> | 8,46 | 25,38 | 3,23 |
| <i>Daphnia pulicaria</i> | 0,19 | 0,73 | 0,11 |
| <i>Diaphanosoma mongolianum</i> | 16,92 | 42,31 | 0,54 |
| COPÉPODOS | | | |
| <i>Acanthocyclops americanus</i> | 4,42 | 12,43 | 0,59 |
| <i>Cyclops vicinus</i> | 2,31 | 7,85 | 0,10 |
| Fam. Cyclopidae | 318,46 | 61,62 | 29,59 |
| ROTÍFEROS | | | |
| <i>Asplanchna priodonta</i> | 4,62 | 3,46 | 0,05 |
| <i>Collotheca</i> sp. | - | - | 0,54 |
| <i>Conochilus</i> sp. | - | - | 3,23 |
| <i>Hexarthra fennica</i> | 43,08 | 8,96 | 2,69 |
| <i>Hexathra mira</i> | 21,54 | 4,48 | 7,53 |
| <i>Keratella cochlearis</i> | 4,62 | 0,23 | 3,77 |
| <i>Polyarthra dolichoptera</i> | 227,69 | 11,61 | 19,91 |
| <i>Polyarthra major</i> | 63,08 | 8,20 | 4,30 |
| <i>Pompholyx sulcata</i> | 287,69 | 17,26 | 12,91 |
| <i>Synchaeta kitina</i> | 16,92 | 0,85 | 0,05 |
| <i>Synchaeta pectinata</i> | - | - | 0,05 |
| <i>Trichocerca pusilla</i> | - | - | 0,54 |
| Total Cladóceros | 107,12 | 166,73 | 14,14 |
| Total Copépodos | 325,19 | 81,89 | 30,28 |
| Total Rotíferos | 669,23 | 55,05 | 55,57 |
| Total | 1101,54 | 303,68 | 100,00 |

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

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

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 Margalef.

| INDICADOR | VALOR | ESTADO TRÓFICO |
|-----------------------------|-------------|--------------------|
| P TOTAL | 30,98 | Mesotrófico |
| CLOROFILA <i>a</i> | 6,28 | Mesotrófico |
| DISCO SECCHI | 2,30 | Mesotrófico |
| DENSIDAD ALGAL | 20515 | Eutrófico |
| ESTADO TRÓFICO FINAL | 2,75 | MESOTRÓFICO |

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT), la transparencia (DS) y la clorofila *a*, indican un estado de mesotrofia. Mientras que la densidad algal clasifica el embalse como eutrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de MARGALEF ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

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

| Indicador | Elementos | Parámetros | Máximo | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
|------------------------------------|---|---|------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel./ml) | <100 | 100-10 ³ | 10 ³ -10 ⁴ | 10 ⁴ -10 ⁵ | >10 ⁵ |
| | | Biomasa algal, Clorofila <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 9:

Tabla 9. Combinación de los indicadores.

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

En 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 Margalef.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor | Potencial |
|--------------------------------|---------------|---|---|-------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel./ml) | 20515 | Deficiente |
| | | Clorofila a (µg/L) | 6,28 | Moderado |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 4,76 | Deficiente |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | 1,88 | Deficiente |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | 1,65 | Malo |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | 2,82 | Moderado |
| | | Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | 9,29 |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 2,1 | DEFICIENTE |
| Físicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 2,30 | Moderado |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 1,20 | Malo |
| | Nutrientes | Concentración de P (µg P/L) | 30,98 | Moderado |
| INDICADOR FÍSICOQUÍMICO | | | 2,3 | NO AS FUN |
| POTENCIAL ECOLÓGICO | | | | DEFICIENTE |

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

Se han considerando 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 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 (pág. 138).

Tabla 11. 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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (IGA) | 0,61 | 7,7 | 0,98 |
| | | | Porcentaje de cianobacterias | 0 | 28,5 | 0,72 |

Tabla 12. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

| | | | RANGOS DEL RCET | | | | |
|--------------------------------|---------------|---|-------------------|----------|------------|------------|-------|
| Indicador | Elementos | Parámetros | 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 P (µg P/L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| | | | MPE | AS FUN | NO AS FUN | | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | >4,2 | 3,4-4,2 | <3,4 | | |

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

Tabla 13. Combinación de los indicadores.

| Indicador Biológico | Indicador Fisicoquímico | Potencial Ecológico Normativo |
|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Máximo | M P E | Máximo |
| Máximo | As Fun | Bueno |
| Máximo | No As Fun | Moderado |
| Bueno | M P E | Bueno |
| Bueno | As Fun | Bueno |
| Bueno | No As Fun | Moderado |
| Moderado | Indistinto | Moderado |

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 Margalef.

| Indicador | Elementos | Parámetro | Indicador | Valor | RCE | RCET | <i>PE_{norm}</i> |
|---|---------------|---|---------------------------------------|-----------------|-------|--------------------------|--------------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila a (µg/L) | 6,28 | 0,41 | 0,58 | Bueno |
| | | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 4,76 | 0,16 | 0,27 | No alcanza |
| | | | Media | | | | 0,42 |
| | | Composición | <i>Índice de Catalán (IGA)</i> | 4,41 | 0,990 | 0,79 | No alcanza |
| | | | <i>Porcentaje de cianobacterias</i> | 10,89 | 0,89 | 0,84 | Bueno |
| | | | Media | | | | 0,82 |
| Media global | | | | | | | 0,62 |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | | | | | BUENO |
| Indicador | Elementos | Indicador | Valor | | | <i>PE_{norm}</i> | |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 2,30 | | | Moderado | |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 1,20 | | | Malo | |
| | Nutrientes | Concentración de P (µg P/L) | 30,98 | | | Moderado | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | | 2,3 | | NO AS FUN | |
| 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



Figura 9. Vista de la cola del embalse