
RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE MARGALEF



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

PROMOTOR:



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

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

EQUIPO DE TRABAJO:

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

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

70.590,38 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE MARGALEF

AÑO DE EJECUCIÓN:

2015

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

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

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2015). Red de seguimiento de masas de agua muy modificadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

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

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	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>17</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	20
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	21
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. 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 cola del embalse	27
Figura 7. Fotografía del punto de acceso al embalse.	27

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.....	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 Margalef.	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 Margalef.	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 Margalef.....	25

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Margalef durante los muestreos de 2015 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

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

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano 2015, correspondiente al año hidrológico 2014-2015).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

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

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. **Ámbito geológico y geográfico**

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 5 y 15 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 11,5 metros de profundidad determinado con medidor fotoeléctrico, pues mediante el disco de Secchi el valor obtenido es de 10,3 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Margalef para el año hidrológico 2014-2015 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 17 de Junio de 2015, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

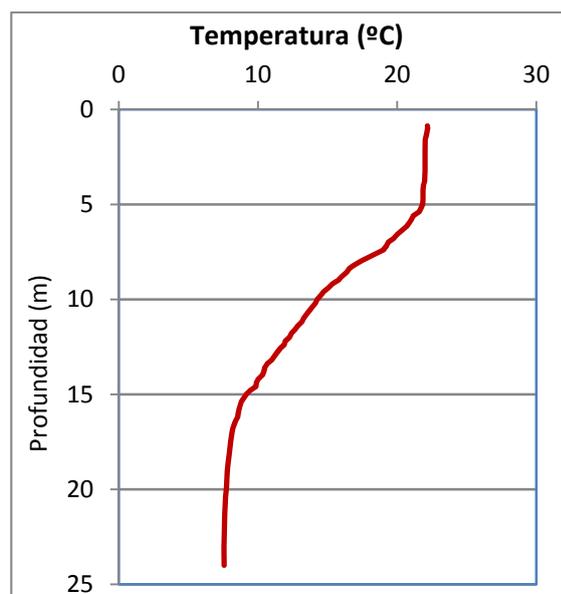


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

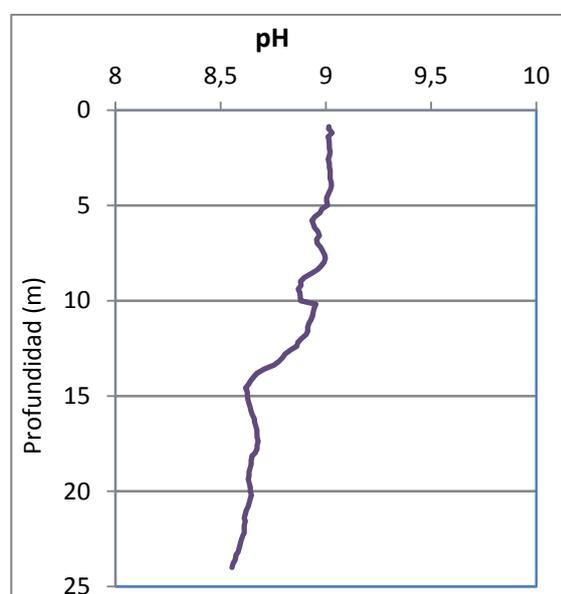
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

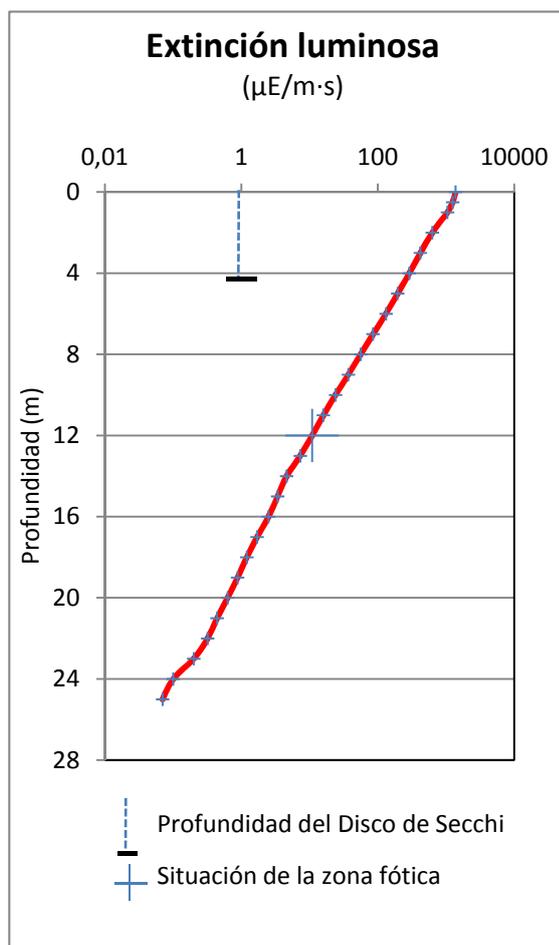


La temperatura del agua oscila entre los 7,57 °C – en el fondo- y los 22,17 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio 2015) la termoclina se sitúa entre los 5 y 15 metros de profundidad.



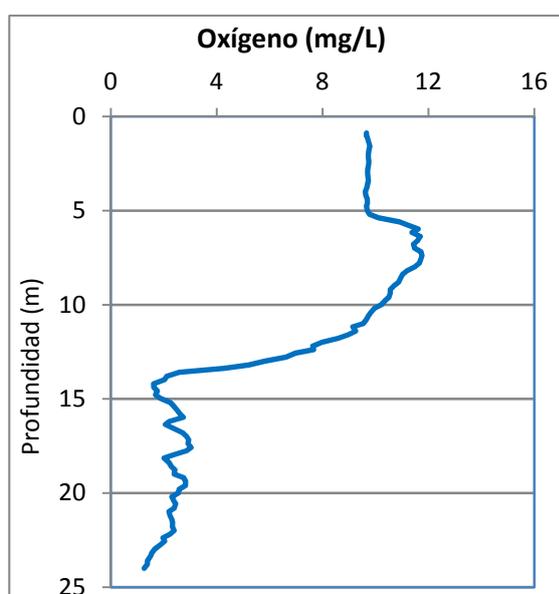
El pH del agua en la superficie es de 9,01, máximo epilimnético. En el fondo del embalse el valor del pH es de 8,55, mínimo hipolimnético estival.

Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH.



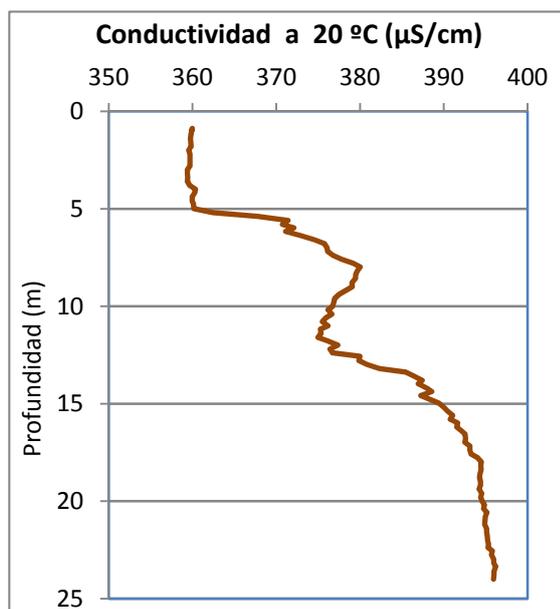
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,10 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a los 10,3 metros. Sin embargo, el valor obtenido mediante el medidor fotoeléctrico fue de 11,5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a de 12 m de profundidad) fue de 2,34 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 9,70 mg/L. En el hipolimnion la concentración media alcanza 2,30 mg/L. Encontramos condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$) entre los 14 y los 15 metros de profundidad y a partir de los 22 m de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 359 $\mu\text{S/cm}$ en la superficie y de 395 $\mu\text{S/cm}$ en el fondo. Mínimo epilimnético y máximo hipolimnético respectivamente.

Figura 4. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

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

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 6,21 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 2,44 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,25 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,07 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser <0,01 mg N/L, por debajo del límite de detección.
- La concentración de sílice tomó un valor de 4,20 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,21 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 43 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	6
CHRYSOPHYCEAE	6
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	23
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	1

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cél./ml	4955
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	471624
Diversidad Shannon-Wiener		2,77
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Chrysophyceae
Nº células/ml		3274
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Chrysochromulina</i> sp.
Nº células/ml		2987
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Chrysophyceae
µm³/ml		148374
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Chrysochromulina</i> sp.
µm³/ml		95588

La concentración de clorofila fue de 3,36 $\mu\text{g/L}$ 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 máximo a 6 m de profundidad, con una concentración de 4,6 $\mu\text{g/L}$.

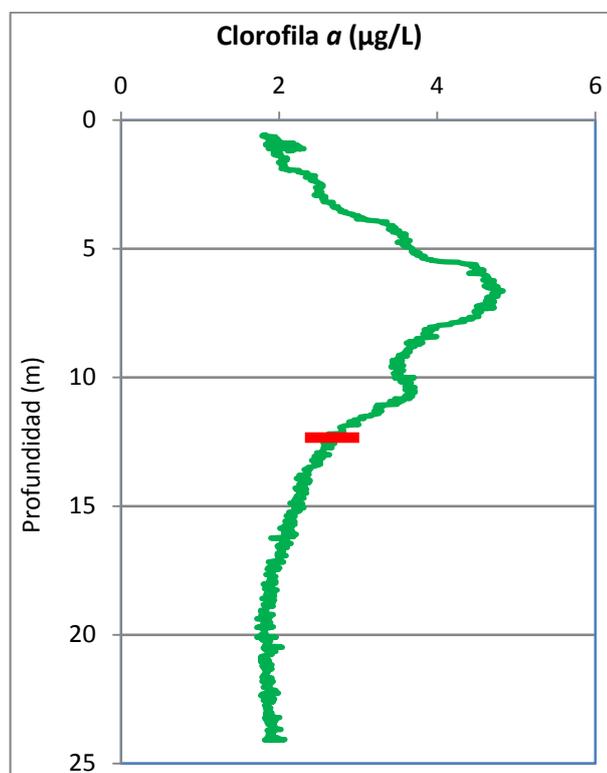


Figura 5. Perfil vertical de la clorofila a.

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.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULGRANG2	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	6	2.279	
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (= <i>Lindavia ocellata</i>)	128	30.586	2
CYCLRAD10	<i>Cyclotella radiosa</i> (= <i>Lindavia radiosa</i>)	14	12.024	
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ACHNMINU0	<i>Achnanthes minutissima</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i>)			1
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>	2	1.002	1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	14	5.617	

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna</i> (=Fragilaria ulna)	2	2.157	1
	CHRYSTOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	2.987	95.588	1
DINOCREN0	<i>Dinobryon crenulatum</i>	71	18.247	1
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	85	14.814	2
KEPHOVAL0	<i>Kephyrion ovale</i>	43	2.145	
KEPHPLAN0	<i>Kephyrion planktonicum</i>	71	3.575	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	17	14.006	
	XANTHOPHYCEAE			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	100	29.561	
	CHLOROPHYTA			
ANKYJUDA0	<i>Ankyra judayi</i>			1
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	2	618	
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>	45	2.968	2
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>	15	989	1
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	106	3.546	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	55	9.841	1
SCENHYST0	<i>Desmodesmus hystrix</i> (=Scenedesmus hystrix)	8	285	
DIDYFINA0	<i>Didymocystis fina</i>	4	40	
ELAKGELA0	<i>Elakathrix gelatinosa</i>	19	801	1
GOLEKGEN0	<i>Golenkinia</i> sp.			2
COELPOLY0	<i>Hariotina polychorda</i> (=Coelastrum polychordum)	76	4.946	2
LAGESUBS0	<i>Lagerheimia subsalsa</i>	2	247	
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	43	1.106	
MONOKOMA0	<i>Monoraphidium komarkovae</i>	38	1.692	1
MONONANU0	<i>Monoraphidium nanum</i>	313	7.681	
NEPHAGAR0	<i>Nephrocytium agardhianum</i>	45	6.458	1
OOCYBORG0	<i>Oocystis borgei</i>	4	9.794	1
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	19	1.108	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	2	427	1
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>	15	7.558	2
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>	91	22.673	2
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i> (=Monactinus simplex)			1
PHACLENT0	<i>Phacotus lenticularis</i>			1
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)	11	427	
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (=Scenedesmus linearis)	38	3.166	
SCENSEMP0	<i>Scenedesmus sempervirens</i>			1
SCENDISC0	<i>Scenedesmus verrucosus</i> (=Scenedesmus disciformis)	45	3.799	3
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>			3
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	15	945	
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
COSMBIOC0	<i>Cosmarium bioculatum</i>	30	5.698	2
STAUPARA0	<i>Staurostrum paradoxum</i>			1
	CYANOBACTERIA			
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>			2
PLANRUBE0	<i>Oscillatoria rubescens</i>			1
OSCILGEN0	<i>Oscillatoria</i> sp.			1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO	<i>Cryptomonas erosa</i>	38	90.325	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	30	17.222	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	6	7.901	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	228	18.913	
PLAGNANNO	<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i>	71	2.582	1
	DINOPHYCEAE			
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawriake</i>	4	6.268	
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum (=Parvodinium umbonatum)</i>			1
	EUGLENOPHYCEAE			
LEPOOVUM0	<i>Lepocinclis ovum</i>			1
TRACVOLV0	<i>Trachelomonas volvocina</i>			1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	166	53.666	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	3.274	148.374	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	100	29.561	
	TOTALES CHLOROPHYTA	1.009	91.115	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	30	5.698	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	372	136.942	
	TOTALES DINOPHYCEAE	4	6.268	
	TOTALES ALGAS	4.955	471.624	

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:

- 3 Cladocera
- 3 Copepoda
- 10 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	13,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	824,42
BIOMASA TOTAL	µg/L	80,89
Diversidad Shannon-Wiener		2,19
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		738,46
TAXÓN PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		346,15
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Rotíferos
µg/L		47,20
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
µg/L		17,65
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 24 m
CLADÓCEROS: 6,60 %	COPÉPODOS: 18,00 %	ROTÍFEROS: 75,41 %

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.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	0,77	1,00	0,60
CERIDUBI0	<i>Ceriodapnia dubia</i>	4,42	7,08	4,20
DAPHPULI0	<i>Daphnia pulicaria</i>	0,77	2,92	1,80
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	0,58	1,42	
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>	0,96	3,96	
CYCLOPFAM	Ciclópido	78,46	17,31	18,00
	ROTÍFEROS			
ASCOECAU0	<i>Ascomorpha ecaudis</i>			0,06
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	1,54	0,10	1,20
ASCOSALT0	<i>Ascomorpha saltans</i>			0,06
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	4,62	3,46	3,60
CONONATA0	<i>Conochilus natans</i>	6,15	0,62	1,80
HEXAFENNO	<i>Hexarthra fennica</i>			0,01
KERACOCHE0	<i>Keratella cochlearis</i>	261,54	13,08	26,99
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	346,15	17,65	23,99
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	7,69	1,00	3,60
POMPSULC0	<i>Pompholyx sulcata</i>	10,77	0,65	1,20
SYNCKITI0	<i>Synchaeta kitina</i>	80,00	4,00	11,40
SYNCLONG0	<i>Synchaeta longipes</i>	13,85	4,60	1,20
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	6,15	2,05	0,30
	Total Cladóceros	5,96	11,00	6,60
	Total Copéodos	80,00	22,69	18,00
	Total Rotíferos	738,46	47,20	75,41
	Total	824,42	80,89	100

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 a ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

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

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

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	6,21	Oligotrófico
CLOROFILA a	3,36	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,10	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	4955	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,5	OLIGOTRÓFICO

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

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, 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 <i>a</i> (µg/L)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	< 0,5	0,5-2	2-8	>8	
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	> 3	2-3	1-2	<1	
		<i>Trophic Index (TI)</i>	< 2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25	
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	> 3,4	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8	
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			>3,4	2,6-3,4	1,8 - 2,6	< 1,8	
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			Muy bueno	Bueno	Moderado		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

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

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

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

Tabla 9. Combinación de los indicadores.

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

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

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

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	4955	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,36	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,47	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,90	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,13	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,62	Bueno o superior
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,57	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO			3,3	MODERADO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,10	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	2,30	Deficiente
	Nutrientes	Concentración de P (µg P/L)	6,21	Bueno
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			1,0	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				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 a (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,6	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

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

Tabla 13. Combinación de los indicadores.

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

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

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

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE_{norm}
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	3,36	0,77	0,84	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm^3/L)	0,47	1,61	1,38	Bueno o superior
			Media			1,11	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,72	1,000	0,99	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media			1,00	
Media global						1,05	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,05		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PE_{norm}	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,10			Bueno	
	Oxigenación	O_2 hipolimnética ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	2,30			Deficiente	
	Nutrientes	Concentración de P ($\mu\text{g P/L}$)	6,21			Bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				1,0		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{norm}				MODERADO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

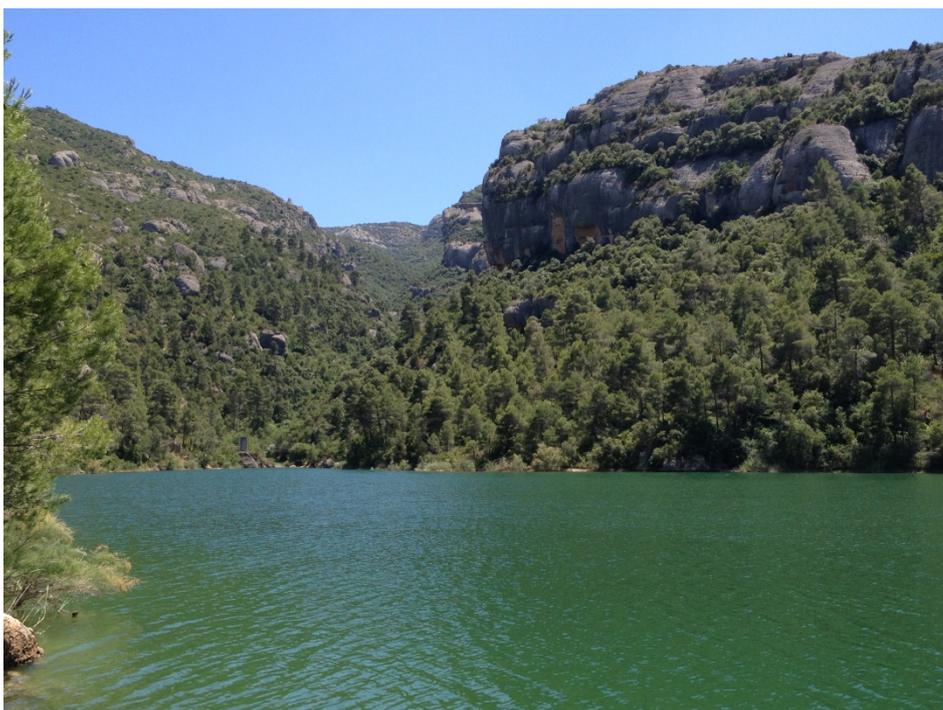


Figura 6. Vista de la cola del embalse



Figura 7. Vista del punto de acceso