



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE MARGALEF
AÑO 2009



UTE DBO5, SL-ICA, SL-ENTECSA
C/MIGUEL MENÉNDEZ BONETA, 2 Puerta 8
28460 LOS MOLINOS (MADRID)
CIF: G-84535319

CONSULTOR:
UTE RED BIOLÓGICA EBRO

Oficinas UTE Madrid: c/ Miguel Menéndez Boneta 2-4, puerta 8
28460 Los Molinos, Madrid TF y FAX 91 855 00 29 E-mail: consultoria@ica1.e.telefonica.net

DICIEMBRE 2009

ÍNDICE

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

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Margalef durante los muestreos de 2009 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 2009, correspondiente al año hidrológico 2008-2009).

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 el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse y de las subcuencas.

CUADRO 1

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE Y SUBCUENCAS

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

Se trata de un embalse monomítico, situado en zona no húmeda de cabecera y tramos altos de geología calcárea. La termoclina en el momento del muestreo se sitúa entorno a los 6 Y 10 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 13,25 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Margalef para el año hidrológico 2008-2009 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 25 de Junio de 2009, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

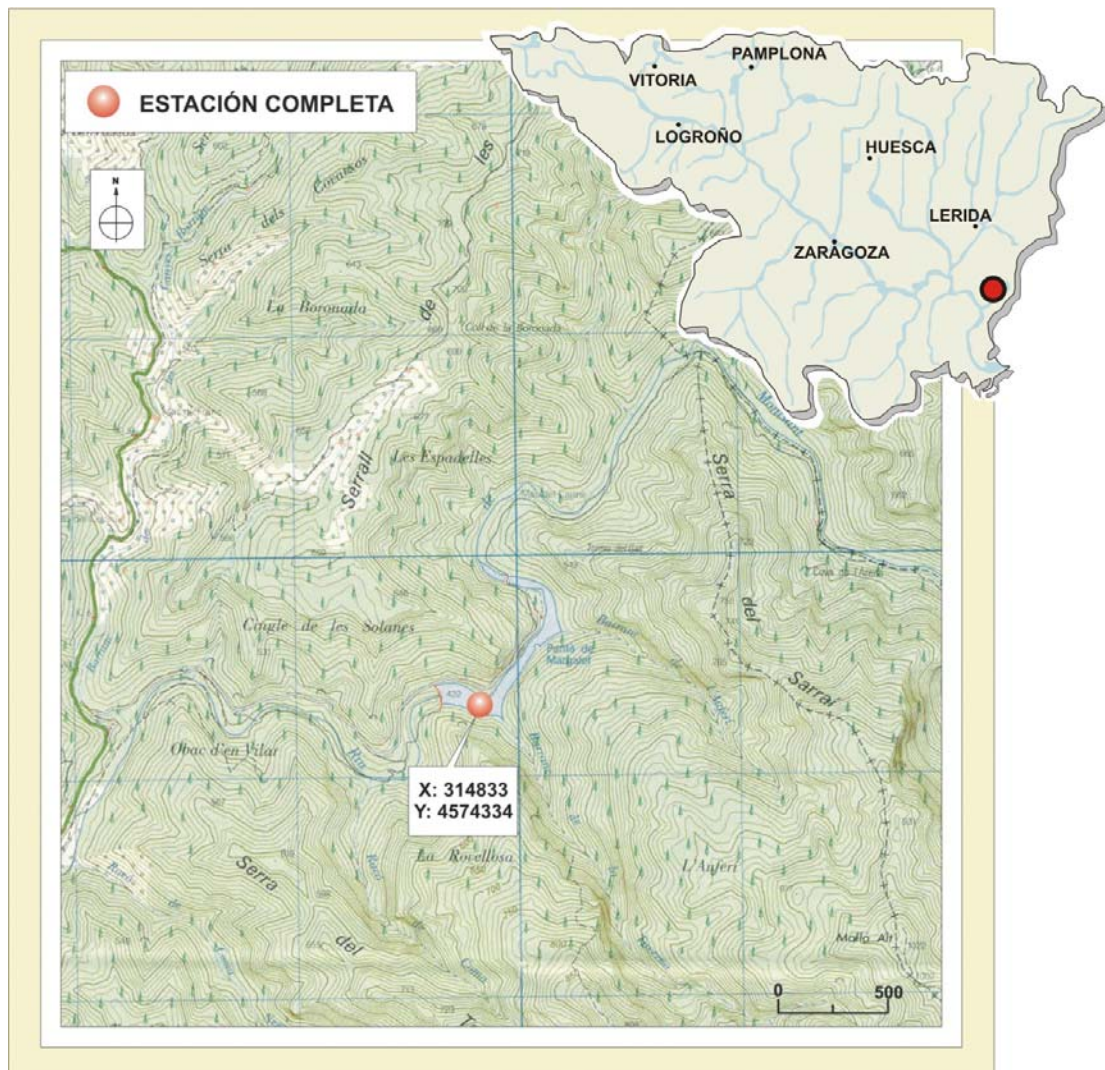


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

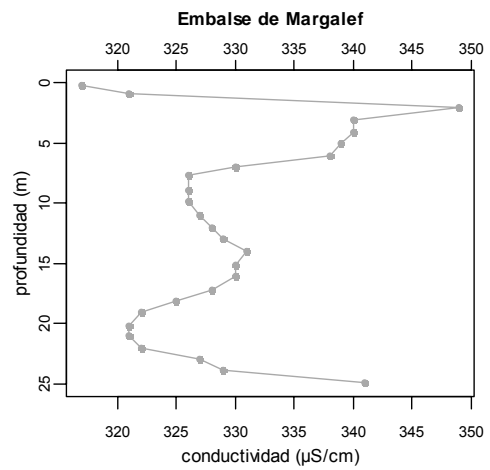
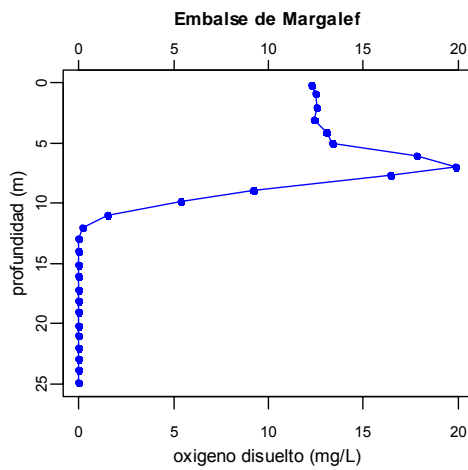
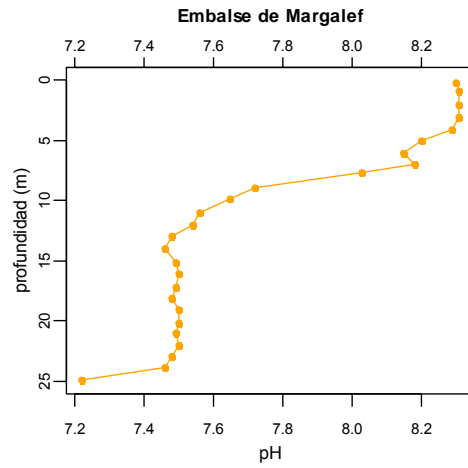
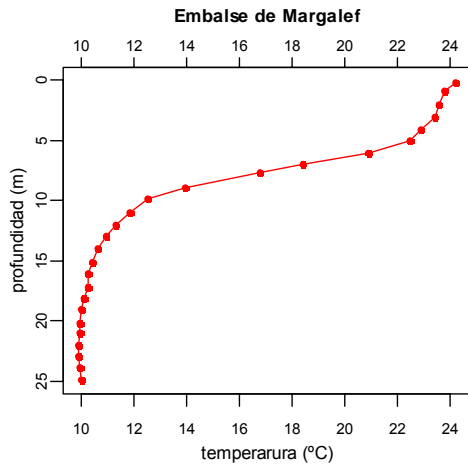
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 9,97 °C – en el fondo- y los 24,24 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio 2009), la termoclina se sitúa entre los 6,1 y 9,9 metros de profundidad.
- El pH del agua en la superficie es de 8,3. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,22. Ambos valores coinciden con el máximo epilimnético y mínimo hipolimnético estival.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 5,30 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 13,25 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 2,90 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan una concentración media de 12,67 mg/L. En el hipolimnion las condiciones son de 0,11 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L), a partir de los 11 metros de profundidad.
- La conductividad del agua es de 317 µS/cm en la superficie y de 341 µS/cm en el fondo, siendo éste el valor máximo registrado.

GRÁFICO 1
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE MARGALEF



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2009 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 19,78 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 4,83 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,64 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,35 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) resultó inferior al límite de detección (0,1 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 4,05 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,5 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila.

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 29 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 12 Chlorophyta
- 4 Bacillariophyceae
- 4 Chrysophyceae
- 6 Chryptopyta
- 1 Euglenophyta
- 1 Dinophyta
- 1 Conjugatophyceae

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de clorófitos (54%) y bacilariofíceas (34%). Entre las especies más abundantes, encontramos la bacilariofícea *Cyclotella radiosa* (Grunow) (22,6% de la densidad total). También destacan por su alta densidad en la muestra integrada los clorófitos *Scenedesmus ecornis* (Ehr.) Chodat (17,2 % y 11,5 % respectivamente de la densidad total). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan los clorófitos, con un 39%. Los criptófitos y bacilariofíceas cuentan con un 30% y 17% de biovolumen total respectivamente. El clorófito *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh y el criptófito *Cryptomonas erosa* Ehr, proporcionan gran parte del biovolumen total (24,9% y 19,4 %).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los clorófitos es el mejor representado, con 12 especies.

La concentración de clorofila fue de 3,44 µg/L.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Margalef se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 11 Rotifera
- 4 Cladocera
- 3 Copepoda

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 2**).

CUADRO 2
 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

| EMBALSE DE MARGALEF | | FECHA DE MUESTREO | 25/06/2009 |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------------|
| | | CODIGO PUNTO DE MUESTREO | |
| PARAMETRO | UNIDAD | MAR | |
| PROFUNDIDAD | m | 10,00 | |
| DENSIDAD TOTAL | individuos/L | 175 | |
| BIOMASA TOTAL | µg/L | 62 | |
| CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD) | | ROTÍFERA (63%) | |
| individuos/L | | 111 | |
| ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD) | | <i>Polyarthra major</i> (46%) | |
| individuos/L | | 82 | |
| CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA) | | CLADÓCERA (59%) | |
| µg/L | | 37 | |
| ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA) | | <i>Daphnia galeata</i> (45%) | |
| µg/L | | 28 | |

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la densidad del rotífero *Polyarthra major* (63%) y *Daphnia galeata* con 45% de la biomasa total en la muestra. En cuanto a diversidad de especies, el grupo de rotíferos es el mejor representado, con 11 especies.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 3**, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 120).

CUADRO 3
 PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

| Parámetros Estado Trófico | Ultraoligotrófico | Oligotrófico | Mesotrófico | Eutrófico | Hipereutrófico |
|-----------------------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|----------------|
| Concentración P (µg/L P) | 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 (µg/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 el **Cuadro 4** 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.

CUADRO 4
 DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO DEL EMBALSE DE MARGALEF

| INDICADOR | VALOR | ESTADO TRÓFICO |
|-----------------------------|-------|--------------------|
| P TOTAL | 19,78 | Mesotrófico |
| CLOROFILA A | 3,44 | Mesotrófico |
| DISCO SECCHI | 5,30 | Oligotrófico |
| DENSIDAD ALGAL | 1559 | Mesotrófico |
| ESTADO TROFICO FINAL | 3,25 | MESOTRÓFICO |

Atendiendo a los criterios seleccionados, el parámetro de la transparencia (DS) clasifica al embalse como oligotrófico; y los parámetros fósforo total (PT), clorofila, y densidad algal clasifican el embalse como mesotrófico. El estado trófico final para el embalse de MARGALEF se ha propuesto como **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 5**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 157).

CUADRO 5
 PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

| Indicador | Elementos | Parámetros | Óptimo | 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 a (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 -5 | 3, 4 -4, 2 | 2,6-3,4 | 1, 8 -2, 6 | 1-1, 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) | | | >4,2 | 3,4-4,2 | <3,4 | | |

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento fitoplancton y zooplancton.

(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 estado fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

En el **Cuadro 6** 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.

CUADRO 6
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE MARGALEF.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor | Potencial |
|--------------------------------|---------------|--|-------|------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal(cel/ml) | 1559 | Moderado |
| | | Clorofila a (µg/L) | 3,44 | Moderado |
| | | Biovolumen algal(mm ³ /L) | 0,62 | Moderado |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | 2,12 | Moderado |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | 3,07 | Moderado |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | 2,68 | Bueno |
| | Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | 7,3 | Moderado |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 3,0 | MODERADO |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi(m) | 5,30 | Bueno |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂) | 0,12 | Malo |
| | Nutrientes | Concentración de P(µg/LP) | 19,8 | Moderado |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | 2,7 | NO AS FUN |
| POTENCIAL ECOLÓGICO | | | | 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 el **Cuadro 7**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 163).

CUADRO 7

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*).

| 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 |

En el **Cuadro 8** 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 estado fisicoquímico.

CUADRO 8

DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE_{norm}*) DEL EMBALSE DE MARGALEF.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor RCE | <i>PE_{norm}</i> |
|---|---------------|---|-----------------|--------------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Clorofila a (µg/L) | 3,44 | Bueno |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 0,62 | Óptimo |
| | | Índice de Catalán (IGA) | 2,19 | Bueno |
| | | Porcentaje de cianobacterias | 0,00 | Óptimo |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 2,5 | BUENO |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi(m) | 5,30 | Bueno |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 0,12 | Malo |
| | Nutrientes | Concentración de P(µg P/L) | 19,8 | Moderado |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | 2,7 | NO AS FUN |
| POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i> | | | MODERADO | |

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista general del embalse



Foto 2: Preparación de la embarcación para el muestreo



Foto 3: Panorámica del embalse



Foto 4: Presa del embalse de Margalef