

---

# 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 MONTEARAGÓN

---



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 MONTEARAGÓN.

### **AÑO DE EJECUCIÓN:**

2012

### **FECHA ENTREGA:**

DICIEMBRE 2012

### **FOTO PORTADA:**

Vista de la presa del embalse de Montearagón 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
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>5</b>
<b><u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u></b>	<b>5</b>
2.1.    Ámbito geológico y geográfico	5
2.2.    Características morfométricas e hidrológicas	6
2.3.    Usos del agua	6
2.4.    Registro de zonas protegidas	7
<b><u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u></b>	<b>7</b>
<b><u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u></b>	<b>8</b>
4.1.    Características fisicoquímicas de las aguas	8
4.2.    Hidroquímica del embalse	11
4.3.    Fitoplancton y concentración de clorofila	12
4.4.    Zooplancton	16
<b><u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u></b>	<b>18</b>
<b><u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u></b>	<b>19</b>

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

### ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

<b>Figura 1.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	7
<b>Figura 2.</b> Perfil vertical de la temperatura y pH .....	8
<b>Figura 3.</b> Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto .....	9
<b>Figura 4.</b> Perfil vertical de la conductividad .....	10
<b>Figura 5.</b> Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> .....	13
<b>Figura 6.</b> Fotografía del punto de acceso al embalse .....	25
<b>Figura 7.</b> Fotografía de la vista general del embalse .....	25

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Montearagón .....	6
<b>Tabla 2.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	12
<b>Tabla 3.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	16
<b>Tabla 4.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.....	18
<b>Tabla 5.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Montearagón.....	18
<b>Tabla 6.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.....	19
<b>Tabla 7.</b> Combinación de los indicadores.....	20
<b>Tabla 8.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Montearagón.....	20
<b>Tabla 9.</b> 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). .....	21
<b>Tabla 10.</b> Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.....	22
<b>Tabla 11.</b> Combinación de los indicadores.....	22
<b>Tabla 12.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Montearagón.....	23

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Montearagón durante los muestreos 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 aspecto 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 Montearagón se sitúa dentro del término municipal de Alcalá de Gurrea, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Sotón, afluente del Gállego. El río Astón, tributario del Sotón, también vierte sus aguas a este embalse.

La cubeta del embalse de Montearagón se enclava en las litologías formadas por rocas de origen detrítico todas ellas, encontrando los tipos de alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados; y gravas, arenas, limos y arcillas provenientes tanto de depósitos de terrazas medias y alta como de glaciares, piedemonte y superficies.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse mediano, de unas 203 ha de superficie y de geometría regular y alargada. La cuenca de drenaje del embalse de Montearagón tiene una superficie de 142 km<sup>2</sup>. El embalse tiene una capacidad total de 51,50 hm<sup>3</sup> y una profundidad media de 12,5 m. La profundidad máxima es de 25,4 m.

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

**Tabla 1.** Características morfométricas del embalse de Montearagón.

Superficie de la cuenca	142 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	51,5 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	43,2 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	203 has
Cota máximo embalse normal	579 msnm

Tipo de clasificación: 7. Monomítico, calcáreo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomítico, típico de zonas templadas. En el momento de muestreo la termoclina se sitúa entre los 9 y los 11 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 7 metros de profundidad cuando se determina con el medidor fotoeléctrico, mientras que el valor estimado con el Disco de Secchi es de 5,10 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Montearagón para el año hidrológico 2011-2012 se estima en 25,5 meses. Para ello se han utilizado los datos de la estación de aforos Flumen-Quicena, aguas abajo del embalse, como datos de salidas, y se ha estimado un volumen de 10 hm<sup>3</sup>, ya que no había datos disponibles.

## 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan al consumo humano. También existe un uso recreativo, siendo este embalse en su totalidad zona de pesca libre y coto de pesca de cangrejo rojo.



## 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Montearagón 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 agua para consumo humano.

## 3. TRABAJOS REALIZADOS

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

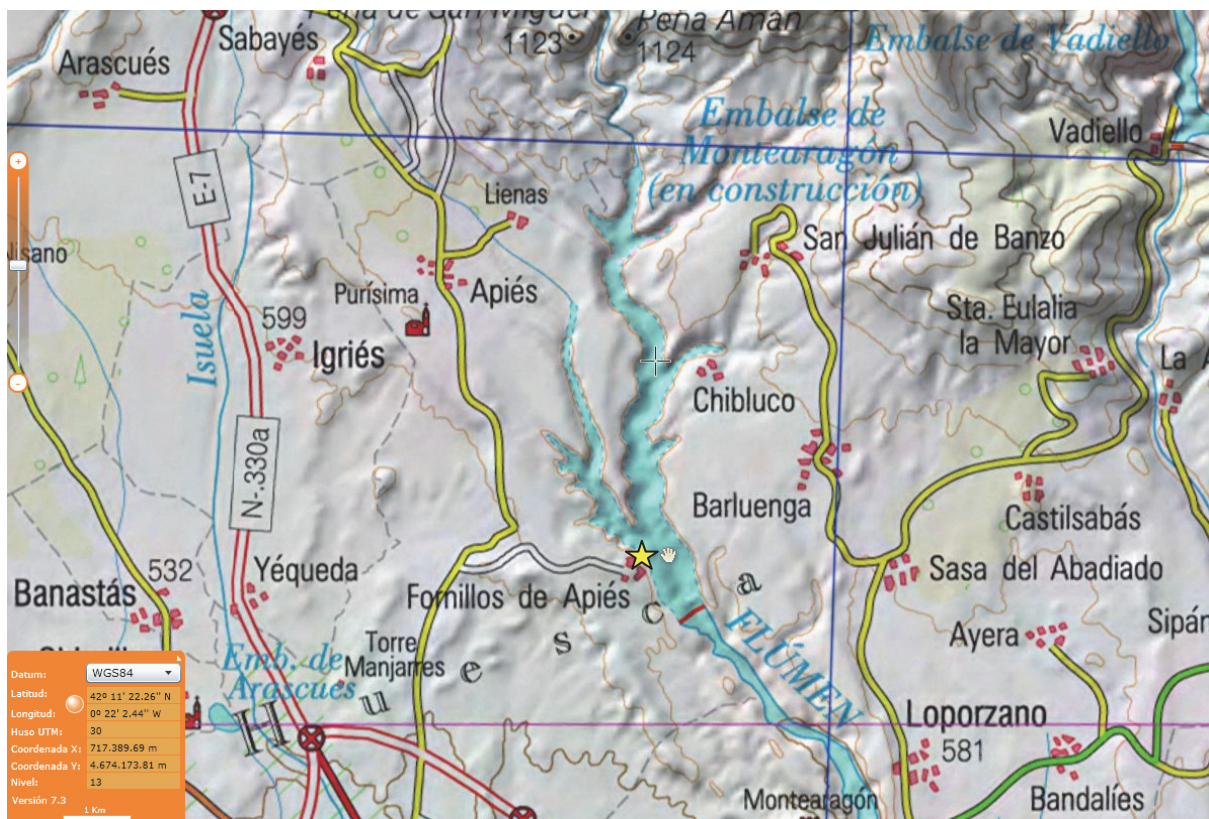
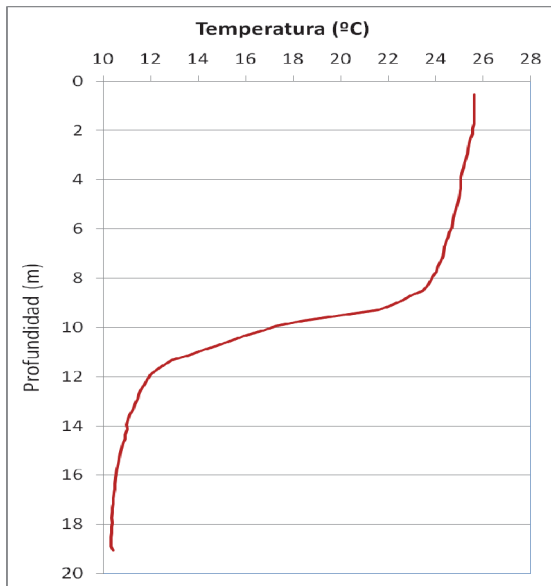


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

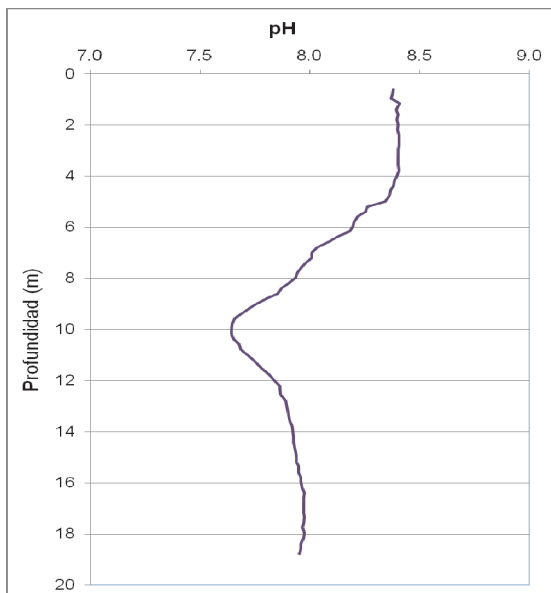
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



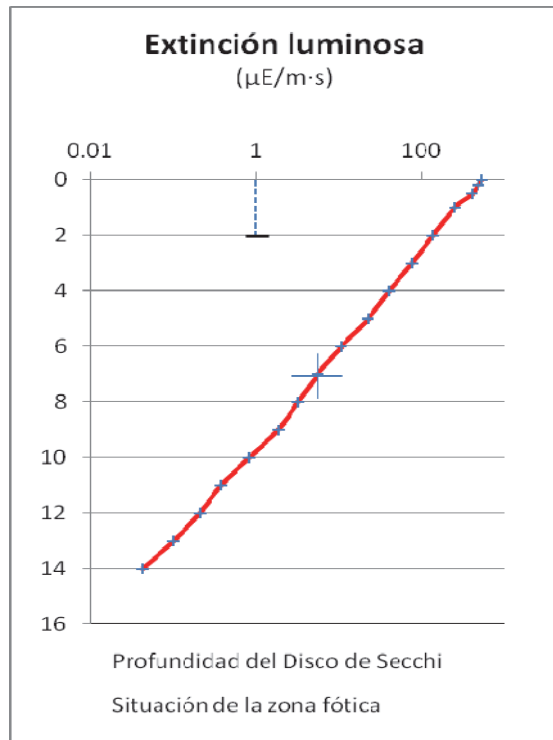
La temperatura del agua oscila entre los 10,42 °C – en el fondo- y los 25,64 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Agosto 2012) la termoclina se sitúa entre los 9-11 m de profundidad.



El pH del agua en la superficie es de 8,38. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,95. Se produce un salto brusco en la zona metalimnética, con el valor más bajo a los 10 metros de profundidad con un pH de 7,65.

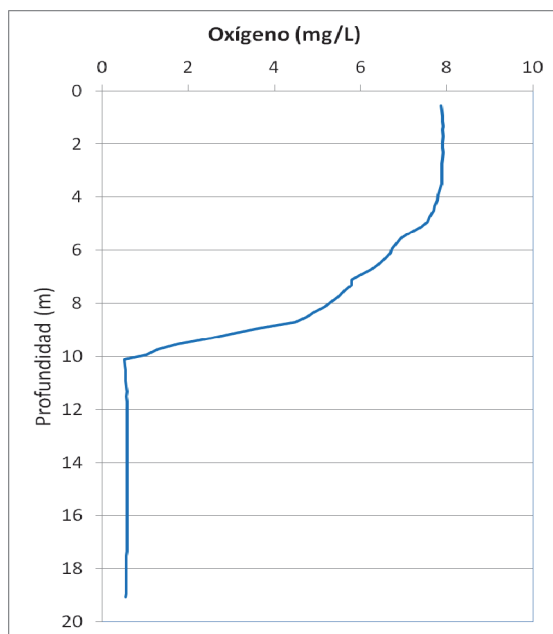
Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH.





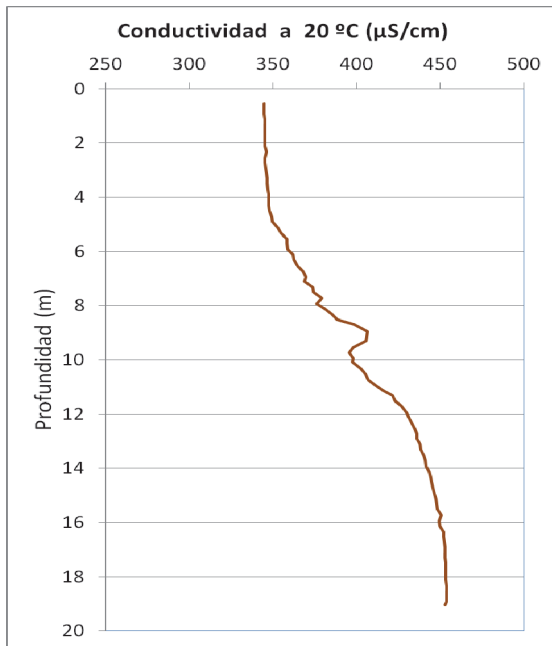
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 2,05 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 5,10 metros. Sin embargo, la determinación mediante medidor fotoeléctrico proporciona el valor de 7 m como espesor de la capa fótica.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 6 m de profundidad) fue de 4,95 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion (entre la superficie y 8,5 m de profundidad) alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,08 mg/L. En el hipolimnion (a partir de 12 m) las condiciones medias de oxigenación son de 0,57 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ) en profundidades superiores a 9,5 m.

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



La conductividad del agua es de 344  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 452  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo. Se produce un pico a los 9 metros de profundidad coincidiendo con el inicio de la termoclina.

**Figura 4.** 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 2,67  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de P soluble fue de 1,64  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,25 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) fue inferior al límite de detección (< 0,01 mg N /L).
- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) resultó ser de 0,018 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,38 mg  $\text{SiO}_2/\text{L}$ .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,74 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 25 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

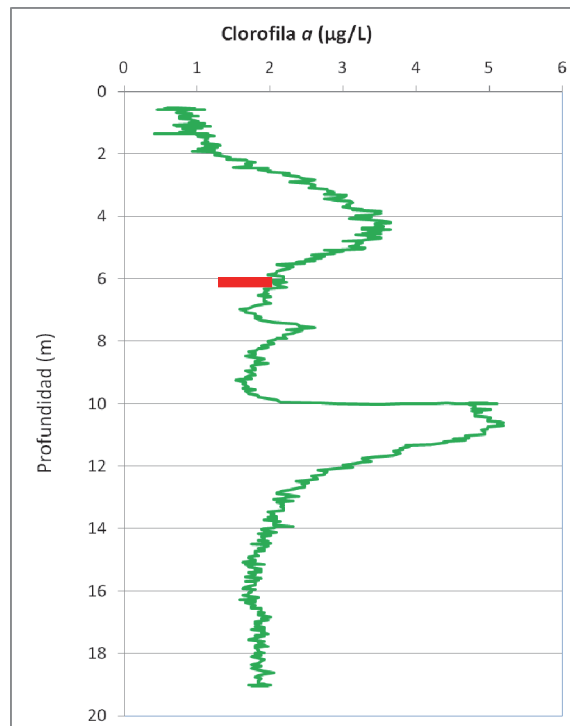
BACILLARIOPHYCEAE	7
CHRYSOPHYCEAE	4
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	7
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	1

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	1145,29
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm <sup>3</sup> /ml	507422
Diversidad Shannon-Wiener		3,65
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Chlorophyceae
Nº células/ml		307,27
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Dinobryon bavaricum</i>
Nº células/ml		226,26
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cryptophyceae
Nº células/ml		248824
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Cryptomonas erosa</i>
Nº células/ml		223604

La concentración de clorofila fue de 2,15 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se indica en la figura con una línea roja. Se observa en el perfil vertical realizado con el fluorímetro un valor máximo en la zona metalimnética, sobre los 10-11 m de profundidad.



**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 del cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	198,33	18692,22	-
<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i> )	2,79	526,54	-
<i>Encyonema minutum</i> (= <i>Cymbella minuta</i> )	-	-	1
<i>Eucocconeis flexella</i> (= <i>Achnanthes flexella</i> )	2,79	2106,17	-
<i>Fragilaria crotonensis</i>	2,79	631,85	1
<i>Navicula cryptocephala</i>	2,79	1619,11	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
<i>Nitzschia palea</i>	2,79	1486,08	1
<i>Stausira construens</i> (=Fragilaria construens)	5,59	789,81	1
<i>Synedra ulna</i>	-	-	1
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
<i>Chrysococcus</i> sp.	2,79	117,01	-
<i>Dinobryon bavaricum</i>	226,26	89564,68	2
<i>Dinobryon sertularia</i>	36,31	14759,61	1
<i>Kephyrion ovale</i>	33,52	1105,74	-
<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
<i>Mallomonas akrokomos</i>	-	-	1
<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
<i>Trachydiscus lenticularis</i>	106,15	10004,28	-
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Coelastrum microporum</i>	-	-	1
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	11,17	2212,36	-
<i>Didymocystis comasii</i>	97,77	2764,34	-
<i>Kirchneriella arcuata</i>	5,59	234,02	-
<i>Monoraphidium dybowski</i>	5,59	184,29	-
<i>Pediastrum boryanum</i>	-	-	1
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (=Didymocystis planctonica)	106,15	2000,86	-
<i>Saturnella cortiola</i>	58,66	17200,35	1
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	-	-	1
<i>Tetrastrum komarekii</i>	22,35	3217,98	-
<b>CYANOBACTERIA</b>			
<i>Anabaena circularis</i>	-	-	1
<i>Aphanocapsa</i> sp.	55,87	526,54	-
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
<i>Cryptomonas erosa</i>	72,63	223604,54	1
<i>Cryptomonas marsonii</i>	27,93	15913,25	-
<i>Cryptomonas pusilla</i>	19,55	4515,09	-
<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	36,31	4791,53	-
<b>DINOPHYCEAE</b>			
<i>Peridinium cinctum</i>	2,79	88853,85	1
<i>Peridinium umbonatum</i>	-	-	2





COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
<i>Lepocinclis acus (=Euglena acus)</i>	-	-	1
<i>Strombomonas fluviatilis</i>	-	-	1
<b>TOTAL BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>217,88</b>	<b>25851,78</b>	
<b>TOTAL CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>298,89</b>	<b>105547,03</b>	
<b>TOTAL XANTHOPHYCEAE</b>	<b>106,15</b>	<b>10004,28</b>	
<b>TOTAL CHLOROPHYTA</b>	<b>307,27</b>	<b>27814,20</b>	
<b>TOTAL CYANOBACTERIA</b>	<b>55,87</b>	<b>526,54</b>	
<b>TOTAL CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>156,43</b>	<b>248824,41</b>	
<b>TOTAL DINOPHYCEAE</b>	<b>2,79</b>	<b>88853,85</b>	
<b>TOTAL ALGAS</b>	<b>1145,29</b>	<b>507422,10</b>	

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

- 5 Rotifera
- 2 Cladocera
- 4 Copepoda

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

**Tabla 3.** Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	8,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	127,31
BIOMASA TOTAL	µg/L	51,37
Diversidad Shannon-Wiener		2,22
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		Copépodos
individuos/L		65,00
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		Ciclópido
individuos/L		63,08
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		30,31
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
µg/L		15,69
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 18 m
CLADÓCEROS: 6,67 %	COPÉPODOS: 30,75 %	ROTÍFEROS: 62,58 %

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

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	%
<b>CLADÓCEROS</b>			
<i>Bosmina longirostris</i>	-	-	0,07
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	13,08	15,69	1,20
<i>Daphnia longispina</i>	3,85	14,62	5,40
<b>COPEPODOS</b>			
<i>Acanthocyclops americanus</i>	1,54	3,78	0,75
<i>Cyclops vicinus</i>	-	-	0,90
<i>Thermocyclops dybowskii</i>	0,19	0,52	0,45
<i>Tropocyclops prasinus</i>	0,19	0,19	0,45
Ciclópido	63,08	13,62	28,20
<b>ROTÍFEROS</b>			
<i>Ascomorpha ovalis</i>	-	-	14,40
<i>Asplanchna priodonta</i>	0,77	0,58	4,20
<i>Hexarthra fennica</i>	-	-	1,20
<i>Hexathra mira</i>	0,77	0,16	0,03
<i>Keratella cochlearis</i>	20,77	1,04	14,40
<i>Polyarthra aptera</i>	15,38	0,78	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	7,69	0,39	28,20
<i>Synchaeta pectinata</i>	-	-	0,15
<b>Total Cladóceros</b>	16,92	30,31	6,67
<b>Total Copépodos</b>	65,00	18,11	30,75
<b>Total Rotíferos</b>	45,38	2,95	62,58
<b>Total</b>	127,31	51,37	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 ( $\mu\text{g/L}$ ) 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
<b>VALOR PROMEDIO FINAL</b>	<b>&gt; 4,2</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>&lt; 1,8</b>

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 Montearagón.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	11,92	Mesotrófico
CLOROFILA a	2,96	Mesotrófico
DISCO SECCHI	2,05	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	1145	Mesotrófico
<b>ESTADO TROFICO FINAL</b>	<b>3,00</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, tanto el fósforo total (PT), la transparencia según el Disco de Secchi, la Clorofila a y la densidad algal indican un estado de mesotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de MONTEARAGÓN ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

## 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 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /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
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&gt; 4, 2</b>	<b>3, 4 -4, 2</b>	<b>2,6-3,4</b>	<b>1, 8 -2, 6</b>	<b>&lt; 1, 8</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /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
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)</b>			<b>MPE</b>	<b>AS FUN</b>	<b>NO AS FUN</b>		
			<b>&gt;4,2</b>	<b>3,4-4,2</b>	<b>&lt;3,4</b>		

(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 estado 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 Montearagón.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	1145	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	2,96	Moderado
		Biovolumen algal(mm <sup>3</sup> /L)	0,51	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,57	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,08	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,51	Bueno
		Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)	6,6	Bueno
	Zooplancton	Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)	7,73	Moderado
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,0</b>	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,05	Moderado
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/LO <sub>2</sub> )	0,57	Malo
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/LP)	11,92	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>2,3</b>	<b>NO AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO P<sub>Exp</sub></b>				<b>MODERADO</b>



## b) Aproximación normativa (*PE<sub>norm</sub>*)

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.

**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 <sup>3</sup> /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
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			> 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 <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /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		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			>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<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

**Tabla 12.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PE<sub>norm</sub>*) del embalse de Montearagón.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	2,96	0,88	0,92	Bueno
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,51	1,50	1,31	Máximo
			<b>Media</b>				<b>1,11</b>
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,70	1,000	1,00	Bueno
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	4,88	0,95	0,93	Bueno
			<b>Media</b>				<b>0,96</b>
<b>Media global</b>						<b>1,04</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,04</b>		<b>MÁXIMO</b>	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,05			Moderado	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	0,57			Malo	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	11,92			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>2,3</b>	<b>NO AS FUN</b>		
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 6:** Punto de acceso al embalse



**Figura 7:** Vista general del embalse