

---

# 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 VADIELLO

---



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:

70.862,60 €

### CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE VADIELLO

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2014

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del embalse de Vadiello desde el punto de toma de muestras.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua 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
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....</b>	<b>7</b>
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>9</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>9</i>
<b>3. TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>11</b>
4.1. <i>Características físico-químicas de las aguas.....</i>	<i>11</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>14</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila .....</i>	<i>15</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>18</i>
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>20</b>
<b>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....</b>	<b>21</b>
<b>ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

---

### ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

<b>Figura 1.</b> Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014 .....	9
<b>Figura 2.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	10
<b>Figura 3.</b> Perfil vertical de la temperatura y pH .....	11
<b>Figura 4.</b> Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto .....	12
<b>Figura 5.</b> Perfil vertical de la conductividad .....	13
<b>Figura 6.</b> Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> Fotografía de la presa del embalse.....	27
<b>Figura 8.</b> Fotografía del punto de acceso al embalse .....	27

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Vadiello.....	8
<b>Tabla 2.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
<b>Tabla 3.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
<b>Tabla 4.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	18
<b>Tabla 5.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	19
<b>Tabla 6.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	20
<b>Tabla 7.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Vadiello. ....	20
<b>Tabla 8.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	21
<b>Tabla 9.</b> Combinación de los indicadores.....	22
<b>Tabla 10.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Vadiello. ....	22
<b>Tabla 11.</b> 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 (Orden ARM/2656/2008). ....	23
<b>Tabla 12.</b> Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	24
<b>Tabla 13.</b> Combinación de los indicadores.....	24
<b>Tabla 14.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Vadiello.....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Vadiello durante los muestreos de 2014 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 2014, correspondiente al año hidrológico 2013-2014).

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 Vadiello se sitúa dentro del término municipal de Loporzano, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Guatizalema, afluente del Alcanadre, en la cuenca del río Cinca. La cubeta del embalse de Vadiello se enclava en las litologías que se resumen en la siguiente tabla:

<b>TIPO LITOLOGÍA</b>	<b>ORIGEN</b>
Calizas, calcarenitas, dolomías y margas	CARBONATADAS
Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo	DETRÍTICAS
Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas	DETRÍTICAS
Sales potásicas	EVAPORÍTICAS

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

La cuenca vertiente al embalse de Vadiello tiene una superficie total de 13450,71 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 65,32 hm<sup>3</sup>. Tiene una profundidad media de 28,5 m, mientras que la profundidad máxima es de 59,80 m.

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

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

Superficie de la cuenca	135 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	65,32 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	65 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	120 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	347 ha
Cota máximo embalse normal	467,69 m

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. En el periodo estival existe termoclina entre los 8 y 14 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 16 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 15 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Peña para el año hidrológico 2013-2014 fue de 5,30 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2013-2014.



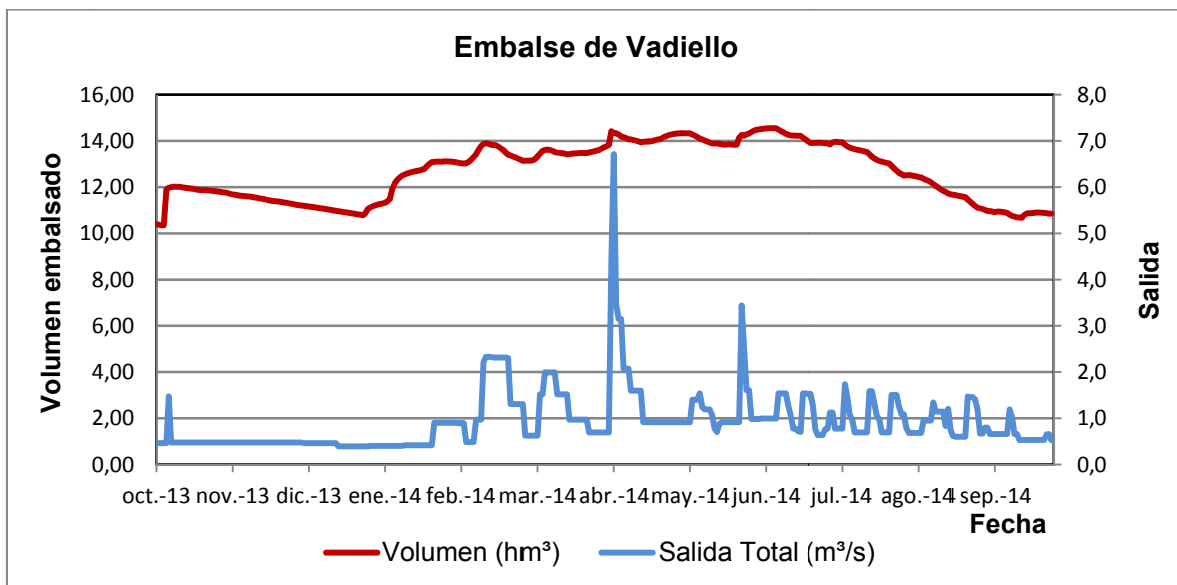


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente a los regadíos y al aprovechamiento hidroeléctrico. Los usos recreativo y deportivo también son significativos, permitiéndose el baño, la navegación (a remo y a vela sin restricciones, no es apto para motor) y la pesca en este embalse.

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Vadiello 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 las categorías de zonas de uso recreativo (zona de baño: Guesalaz) y zonas sensibles a nutrientes (zonas sensibles bajo el marco de la Directiva 91/271/CEE).

### 3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 29 de Julio de 2014, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos 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.

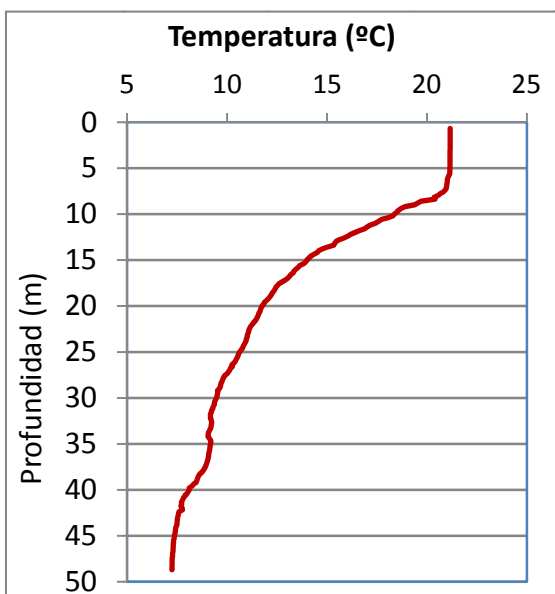


**Figura 2.** Localización de la estación de muestreo en el embalse.

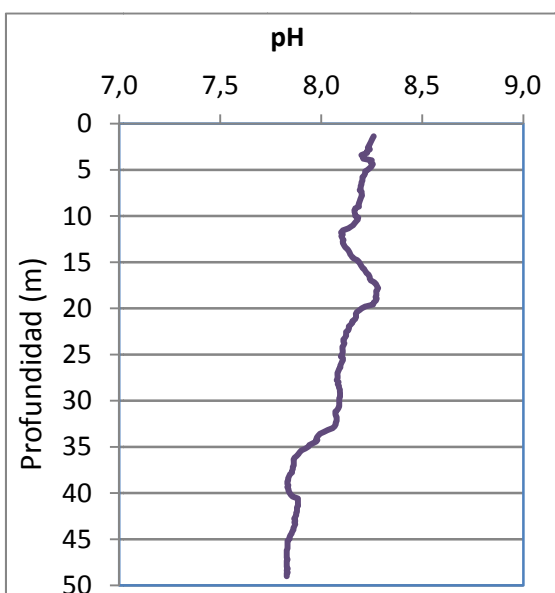
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos en las variables fisicoquímicas se desprenden las siguientes apreciaciones:

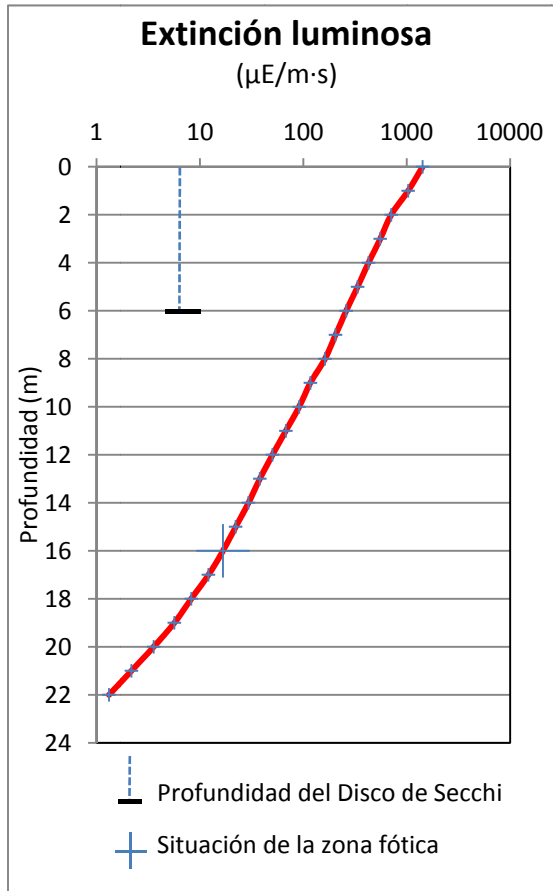


La temperatura del agua oscila entre los 7,24 °C – en el fondo- y los 21,16 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2014) la termoclina se sitúa entre los 8 – 14 metros de profundidad.



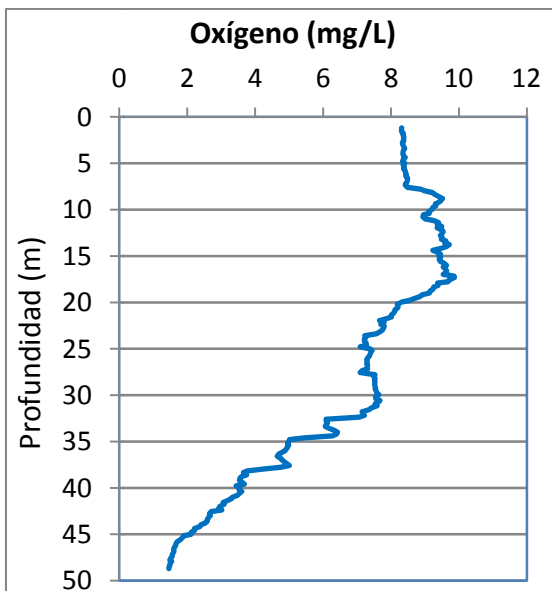
El pH del agua en la superficie es de 8,26, máximo epilimnético. En el fondo del embalse de Vadiello el pH es de 7,83, mínimo hipolimnético.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



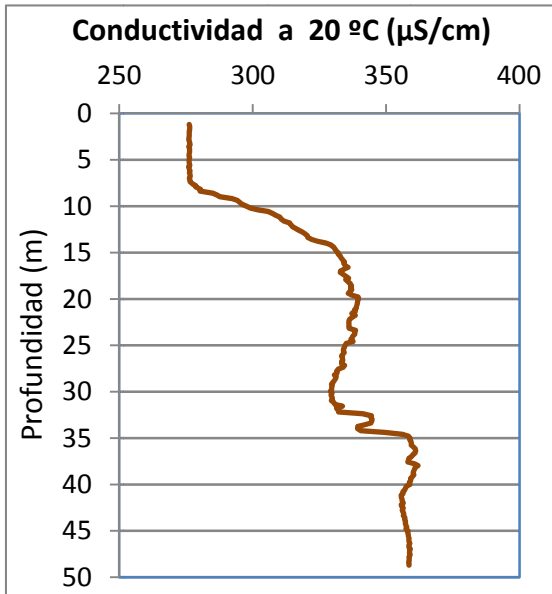
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 2,70 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 6,8 metros. Valor muy similar al registrado con medidor fotoeléctrico de 7 m de profundidad.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 7 m de profundidad) fue de 1,94 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan una concentración media de 8,41 mg/L. En el hipolimnion las condiciones de oxigenación obtenidas son 5,96 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ( $<2$  mg/L  $\text{O}_2$ ) a partir de los 45 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua registrada es de 276  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 358  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo. La conductividad más alta se registra a los 38 m de profundidad, 362  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2014 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 3,44 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 0,97 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,14 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor <0,01 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH<sub>4</sub>) resultó ser <0,01 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,51 mg SiO<sub>2</sub>/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,19 meq/L.

#### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 27 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

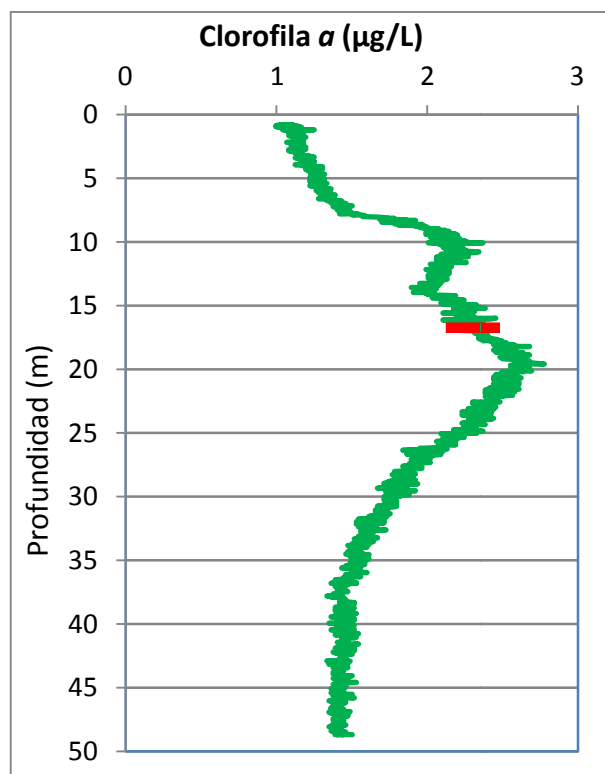
BACILLARIOPHYCEAE	6
CHRYSOPHYCEAE	6
SYNUROPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	4
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	3

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
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	nº cel./ml	1983,50
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	773589
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		2,25
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Bacillariophyceae
<b>Nº células/ml</b>		1391,91
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Cyclotella cyclopuncta</i>
<b>Nº células/ml</b>		1086,74
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Bacillariophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		547954
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Cyclotella cyclopuncta</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		327754

La concentración de clorofila fue de 1,34  $\mu\text{g/L}$  en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura 6 con una línea roja). Se observa en el perfil medido por fluorimetría que el valor máximo de concentración de clorofila se sitúa en los 19 m de profundidad.



**Figura 6.** Perfil vertical de la clorofila a

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton, muestran los resultados de la tabla 3:

**Tabla 3.** Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	2,83	3599	1
CYCLCYCLO0	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	1086,74	327754	2
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>			1
ASTIFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	294,75	212220	5
CYMBMINU0	<i>Encyonema minutum (=Cymbella minuta)</i>	0,94	490	1



	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>	0,94	1068	1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	5,69	2823	1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
BITRCHOD0	<i>Bitrichia chodatii</i>	0,94	124	
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina sp.</i>	125,17	5007	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	3,78	658	1
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>	0,94	135	1
OCHROGEN0	<i>Ochromonas sp.</i>	182,07	142999	
PSEKEGEN0	<i>Pseudokephyrion sp.</i>	11,38	1043	
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i>	0,94	1445	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
CARTEGEN0	<i>Carteria sp.</i>	0,94	1604	
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	11,38	745	
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	5,69	83	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	3,78	855	
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
PLANRUBE0	<i>Oscillatoria rubescens</i>	153,61	16296	2
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	6,61	15807	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	3,78	4155	1
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	0,94	1839	
CRYPPHAS0	<i>Cryptomonas phaseolus</i>	4,72	979	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	39,83	5678	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica (=R. lacustris var. nannoplanctica)</i>	28,45	1668	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>	4,72	5342	
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>			1
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>	0,94	16929	1
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i>	0,94	2244	1

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 Vadiello se han identificado un total de 12 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 3 Copepoda
- 5 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.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	15,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	73,46
BIOMASA TOTAL	µg/L	16,45
Diversidad Shannon-Wiener		2,28
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		65,38
TAXÓN PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Ascomorpha ovalis</i>
individuos/L		41,73
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		10,60
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>
µg/L		6,25
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m
CLADÓCEROS: 8,64 %	COPÉPODOS: 2,36 %	ROTÍFEROS: 89,01 %

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 tabla 5:

**Tabla 5.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	4,81	6,25	6,54
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	0,58	0,69	0,79
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	0,96	3,65	1,31
	<b>COPEÓDOS</b>			
CYCLOGEN0	<i>Cyclops</i> sp.	0,19	0,15	0,26
MACRALBIO	<i>Macrocyclops albidus</i>	0,19	1,15	0,26
CYCLOPFAM	Ciclópido	1,35	0,55	1,83
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	41,73	2,61	56,81
COLLOGEN0	<i>Collotheca</i> sp.	5,96	0,18	8,12
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	15,38	0,77	20,94
PLOELEN0	<i>Ploesoma hudsoni</i>	0,38	0,35	0,52
POLYDOLIO	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	1,92	0,10	2,62
	<b>Total Cladóceros</b>	6,35	10,60	8,64
	<b>Total Copépodos</b>	1,73	1,86	2,36
	<b>Total Rotíferos</b>	65,38	4,00	89,01
	<b>Total</b>	73,46	16,45	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
<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 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 Vadiello.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	3,44	Ultraoligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,34	Oligotrófico
DISCO SECCHI	6,00	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1983	Mesotrófico
<b>ESTADO TROFICO FINAL</b>	<b>4,0</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

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

## 6. DIAGNOSTICO 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 <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 a (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 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
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 Vadiello.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	1983	Moderado
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	1,34	Bueno
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,77	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,55	Máximo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,98	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,39	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,97	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,20	Bueno
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,7</b>	<b>BUENO</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	6,00	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,96	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	3,44	Máximo
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>4,0</b>	<b>AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>BUENO</b>

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B<sup>+</sup>/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<sub>t</sub>) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR <sub>t</sub>	B <sup>+</sup> /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m <sup>3</sup>	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 a mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 a mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 a mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 a mg/m <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 a mg/m <sup>3</sup>	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 a mg/m <sup>3</sup>	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	≥ 1	0,99 – 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	≥ 1	0,99 – 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 1	0,99 – 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 1	0,99 – 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
			<b>Máximo</b>	<b>Bueno</b>	<b>Moderado</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Malo</b>
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>&gt; 0,8</b>	<b>0,6-0,8</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>
			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
			<b>MPE</b>	<b>AS FUN</b>	<b>NO AS FUN</b>		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>&gt;4,2</b>	<b>3,4-4,2</b>	<b>&lt;3,4</b>		

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
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<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

**Tabla 14.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PE<sub>norm</sub>*) del embalse de Vadiello.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,34	1,94	1,66	Máximo
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,77	0,98	0,99	Bueno
			<b>Media</b>				<b>1,32</b>
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,74	1,000	0,99	Bueno
			Porcentaje de cianobacterias	2,11	0,98	0,97	Bueno
			<b>Media</b>				<b>0,98</b>
<b>Media global</b>						<b>1,15</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,15</b>		<b>MÁXIMO</b>	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	6,00			Bueno	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,96			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	3,44			Máximo	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>4,0</b>		<b>AS FUN</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>BUENO</b>			

## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 7.** Vista de la presa del embalse.



**Figura 8.** Vista del punto de acceso.