



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

2016

---

# **ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO VS. ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO**

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE ULLÍVARRI-GAMBOA

---



**ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**





---

## ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO VS. ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

---

### PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



### SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

### DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Vicente Sancho Tello Valls 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:

89.000,00 €

### CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE ULLÍVARRI-GAMBOA

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2016

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2016



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse de Ullívarri-Gamboa desde el punto de muestreo.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2016). Establecimiento de una metodología para el seguimiento del potencial ecológico vs. estado trófico de los embalses de la cuenca del Ebro. 212 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.    Ámbito geológico y geográfico	7
2.2.    Características morfométricas e hidrológicas	8
2.3.    Usos del agua	9
2.4.    Registro de zonas protegidas	9
<b>3. TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>11</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>12</b>
4.1.    Características fisicoquímicas de las aguas	12
4.2.    Hidroquímica del embalse	15
4.3.    Fitoplancton y concentración de clorofila	16
4.4.    Zooplancton	22
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>25</b>
<b>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....</b>	<b>26</b>
<b>7. COMPARATIVA VERANO-OTOÑO .....</b>	<b>31</b>

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 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 2015-2016. ....	9
<b>Figura 2.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse. ....	10
<b>Figura 3.</b> Perfiles verticales de la temperatura y pH. ....	11
<b>Figura 4.</b> Perfiles verticales de la extinción luminosa y oxígeno disuelto. ....	12
<b>Figura 5.</b> Perfiles verticales de conductividad .....	13
<b>Figura 6.</b> Perfiles verticales de clorofila <i>a</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> Vista de la presa del embalse .....	32
<b>Figura 8.</b> Vista del punto de acceso al embalse .....	32

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Ullívarri-Gamboa .....	8
<b>Tabla 2.</b> Concentración de los diferentes nutrientes analizados en las muestras integradas. ....	14
<b>Tabla 3.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton. ....	15
<b>Tabla 4.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en verano. ....	16
<b>Tabla 5.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en otoño. ....	18
<b>Tabla 6.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton. ....	21
<b>Tabla 7.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton en verano. ....	22
<b>Tabla 8.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton en otoño. ....	23
<b>Tabla 9.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	24
<b>Tabla 10.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ullívarri-Gamboa. ....	24
<b>Tabla 11.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	25
<b>Tabla 12.</b> Combinación de los indicadores. ....	26
<b>Tabla 13.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Ullívarri-Gamboa. ....	26
<b>Tabla 14.</b> Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clases de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015). ....	27
<b>Tabla 15.</b> Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	28
<b>Tabla 16.</b> Combinación de los indicadores. ....	28
<b>Tabla 17.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Ullívarri-Gamboa en verano. ....	29
<b>Tabla 18.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Ullívarri-Gamboa en otoño. ....	29



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Ullívarri-Gamboa durante los muestreos de 2016 tanto en verano como en otoño 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 2016, correspondiente al año hidrológico 2015-2016).

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 experimental”, tras la aplicación de los indicadores biológicos, propuestos en la MEMORIA DEL ESTUDIO, y fisicoquímicos, propuestos en la Directiva Marco del Agua.
- Clasificación del “Potencial Ecológico experimental”, tras la aplicación de los indicadores biológicos, propuestos en la MEMORIA DEL ESTUDIO, y fisicoquímicos, propuestos en la Directiva Marco del Agua.
- Clasificación del “Potencial Ecológico normativo”, 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 Ullívarri-Gamboa se ubica en el Sector Oriental de la Cuenca Cantábrica. Dentro de las unidades geológicas presentes en la cuenca, la totalidad del embalse se localiza en la unidad fracturada y replegada en el sinclinorio de Urbasa, cuyo

eje atraviesa la ciudad de Vitoria. Los materiales de la unidad geológica son lutitas, areniscas, limonitas, margas y margocalizas.

El embalse de Ullívarri-Gamboa se sitúa dentro del término municipal de Ullívarri-Gamboa, en la provincia de Álava. Regula las aguas del río Zadorra.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, de geometría muy sinuosa. Existiendo dos pequeñas islas en su interior.

La cuenca vertiente al embalse de Ullívarri-Gamboa tiene una superficie total de 26698,17 ha.

El embalse tiene una extensión capacidad total de 147,2 hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 8,6 m, mientras que la profundidad máxima es de 30,5 m.

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

**Tabla 3.** Características morfométricas del embalse de Ullívarri Gamboa.

Capacidad total N.M.N.	147,2 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	128,1 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	1695 ha
Cota máximo embalse normal	546,50 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, de geología calcárea y situado en zona húmeda. Existe termoclina en el muestreo de verano, entre los 5 y los 12 metros de profundidad, en otoño ya no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra a 10 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 8,8 m. Mientras que en otoño el límite inferior



de la capa fótica según el medidor fotoeléctrico es de 12,5 m y de 19,4 según el Disco de Secchi.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Ullívarri-Gamboa para el año hidrológico 2015-2016 fue de 9,38 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2015-2016.

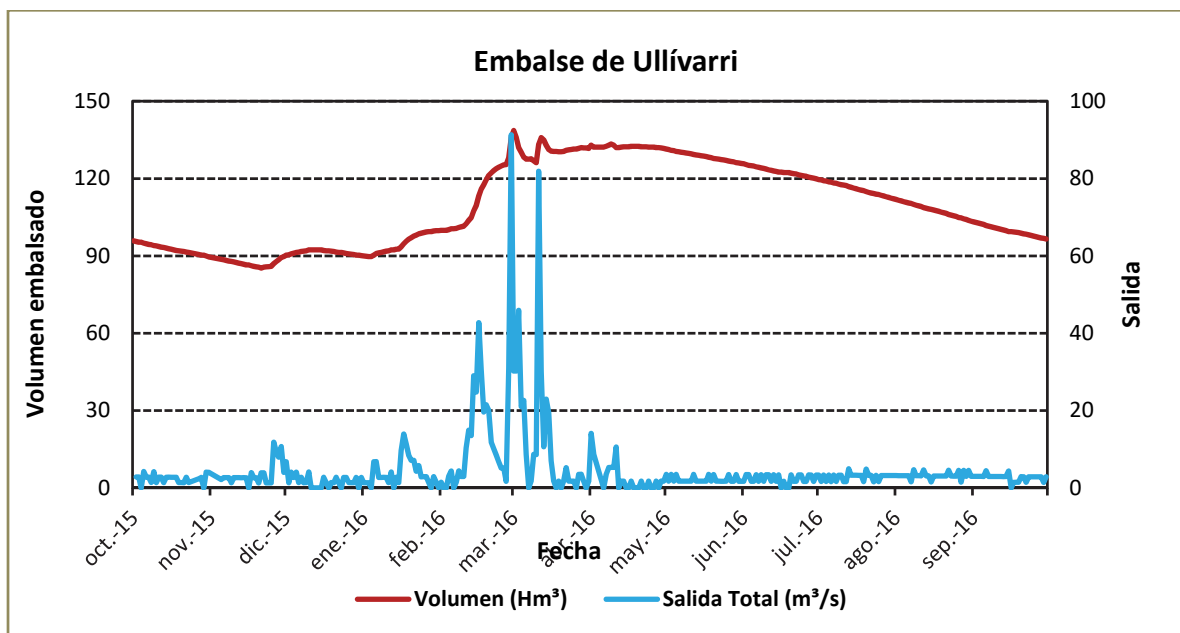


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento de la población, al aprovechamiento hidroeléctrico y al uso recreativo (existen varios club náuticos a lo largo del perímetro del embalse, pero con limitaciones de navegación, ya que el embalse está protegido).

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Ullívarri-Gamboa 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, dentro de las categorías de zonas de extracción de agua para



consumo humano, zonas de uso recreativo (cinco zonas de baño: “E. ULLÍVARRI (Landa)” (dos zonas), “E. ULLÍVARRI (Isla Zuaza)”, “E. Ullívarri (Garaio)” (dos zonas)) y Zonas sensibles a nutrientes bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zona de protección de hábitats y especies (Punto Red Natura 2000: LIC ES2110011 “Zadorra sistemako urtegiak / embalses del sistema del Zadorra”).

### 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 han completado dos campañas de muestreo, una en verano el 12 de Julio de 2016 y otra en otoño el 21 de Septiembre de 2016, en las 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.

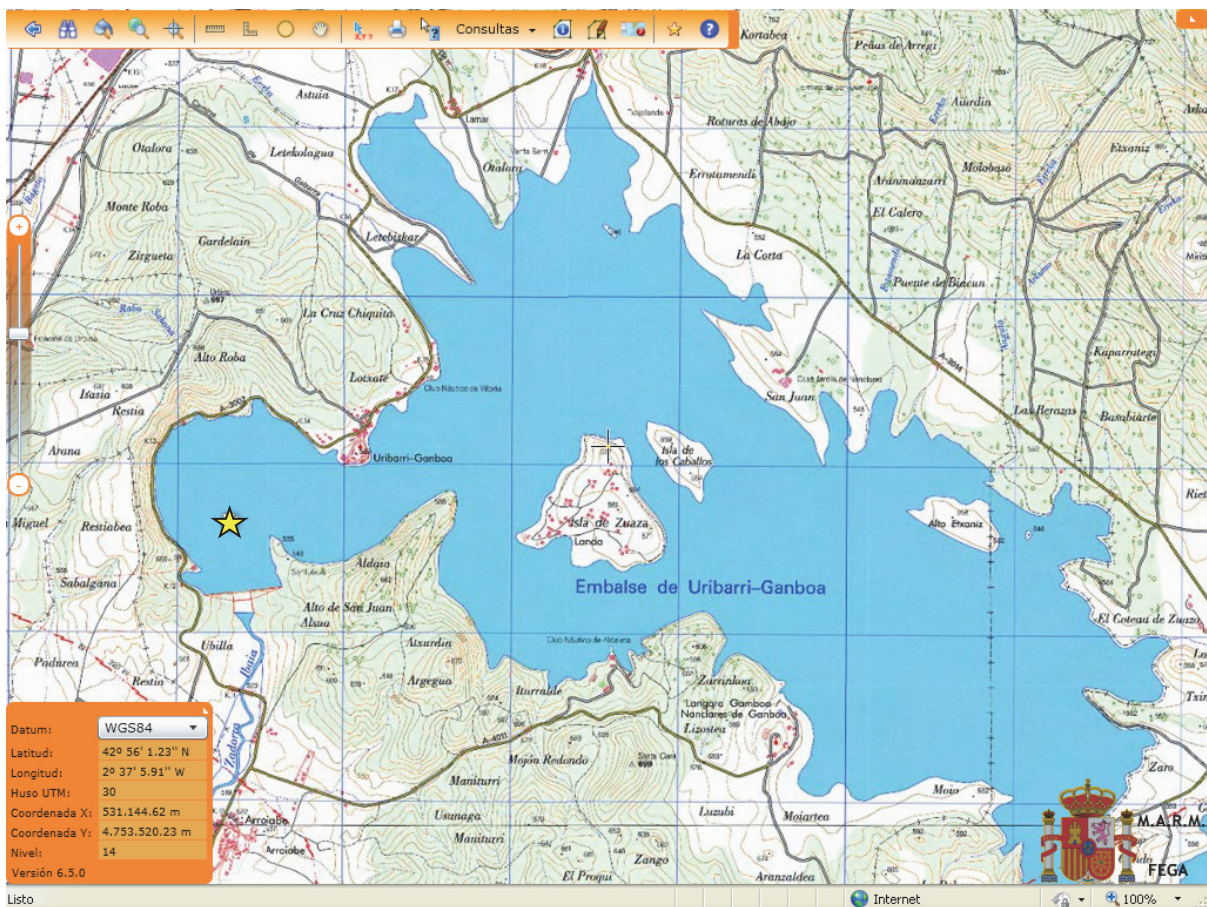
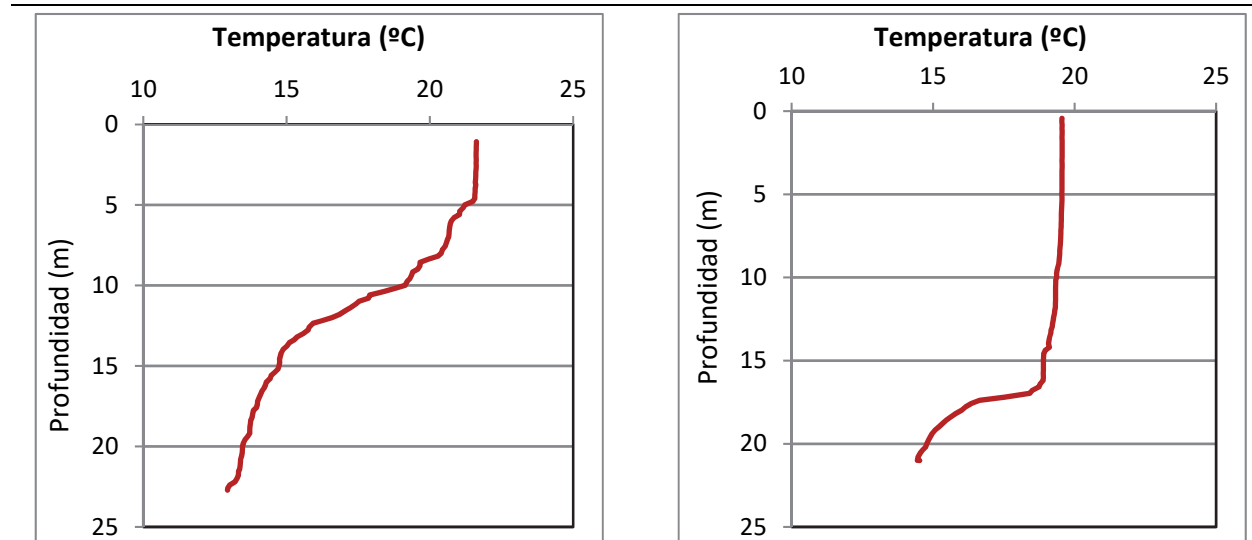


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

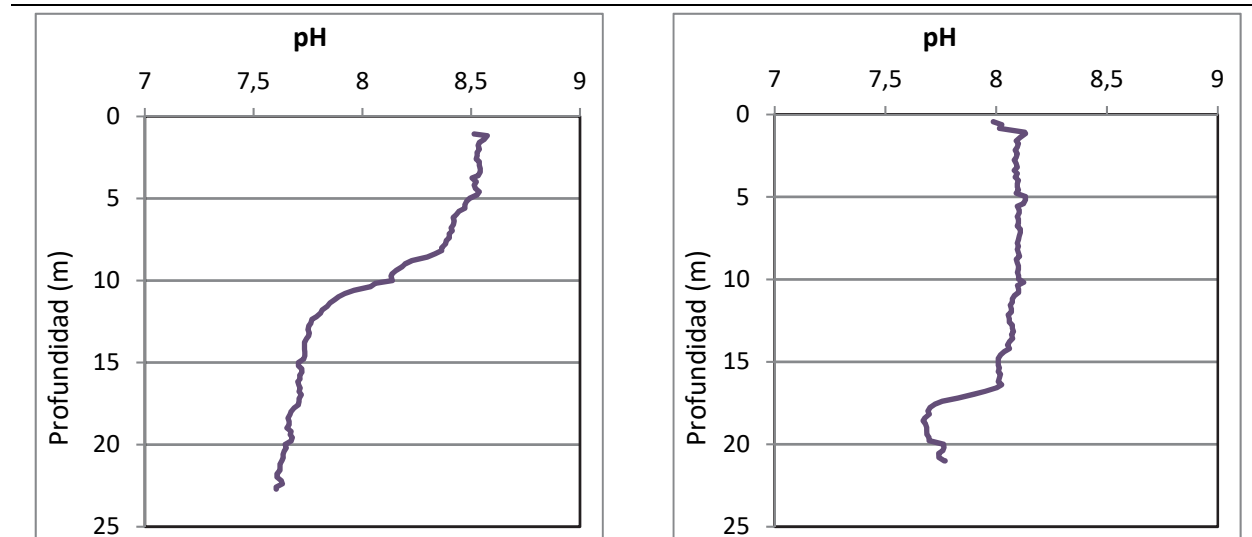
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

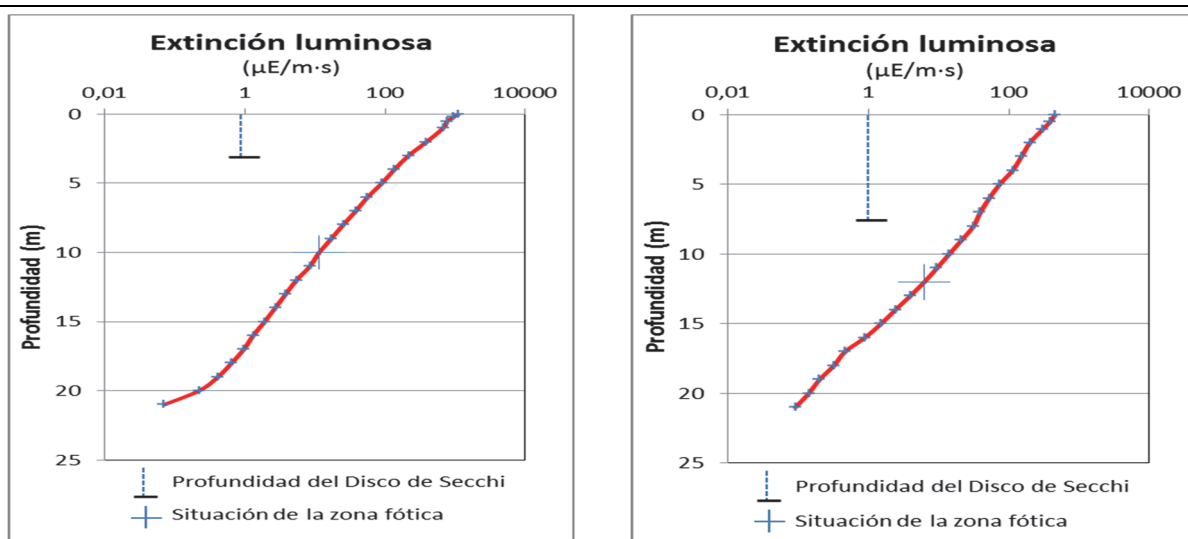


La temperatura del agua en verano oscila entre los 12,94 °C en el fondo y los 21,60 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (12 Junio 2016) la termoclina se sitúa entre los 5 y los 12 m de profundidad. En otoño ya se ha producido la mezcla, no existe termoclina y la temperatura es mucho más homogénea a lo largo del perfil, siendo de 19,55 °C en superficie y de 14,52 °C en el fondo.



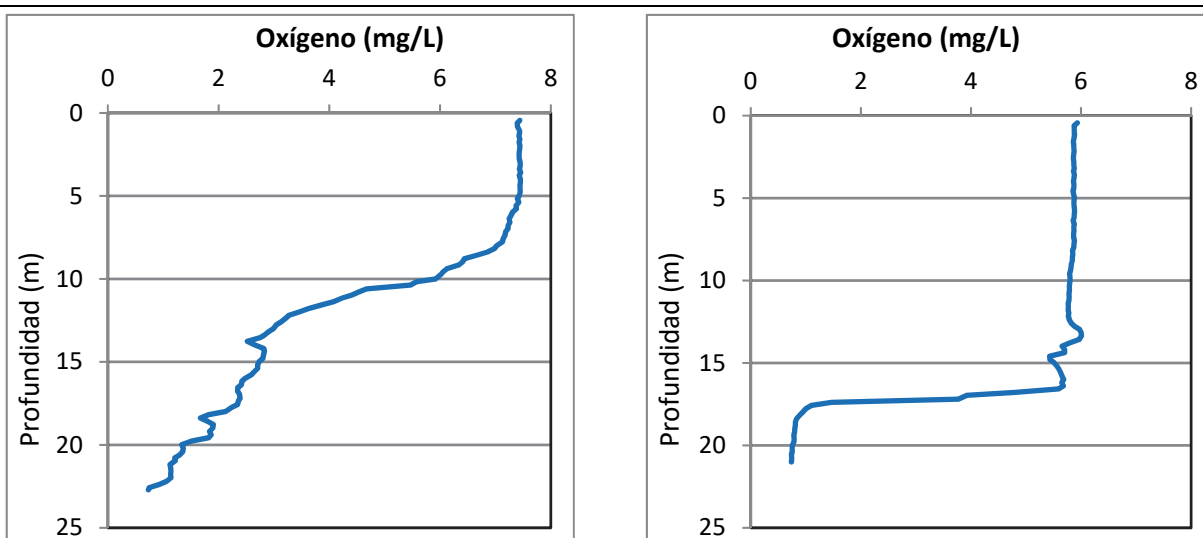
En verano el pH del agua en superficie es de 8,51 y, en el fondo de 7,60. En otoño el pH varía entre los 8,0 en superficie y los 7,77 del fondo, presentando un valor mínimo de 7,67 a 18,5 m de profundidad.

**Figura 3.** Perfiles verticales de la temperatura y el pH.



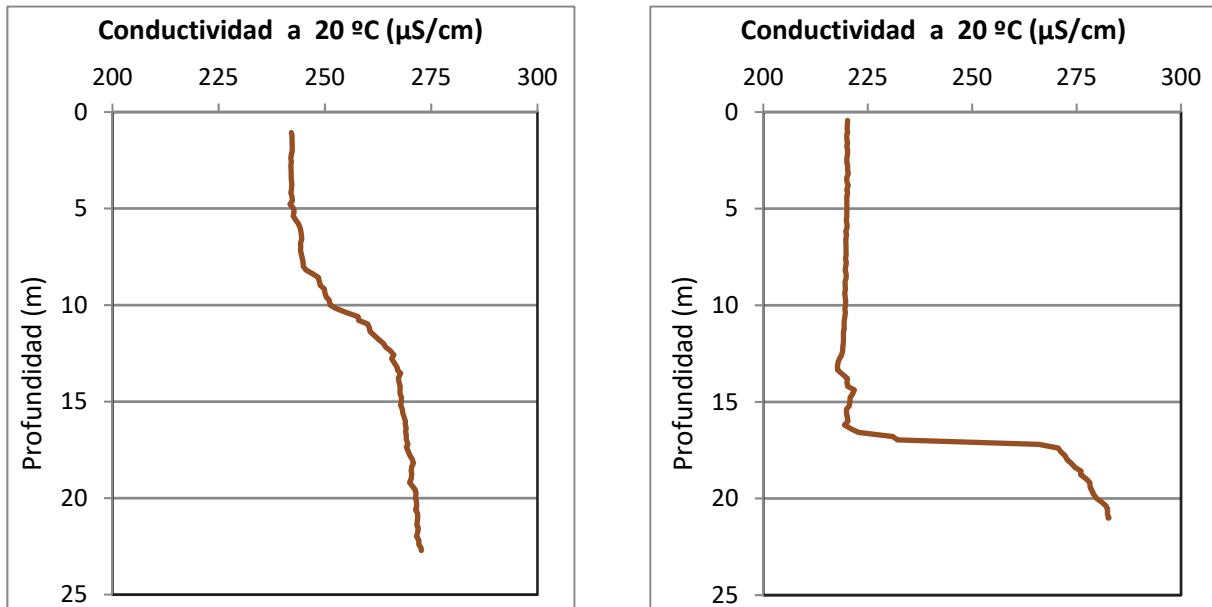
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 3,5 m en verano y de 7,8 m en otoño, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 8,8 m en verano y de 19,4 m en otoño. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico en verano es de 10 m y en otoño de 12,5 m, por lo que a efectos de muestreo se consideran estos espesores de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica fue de 1,88 UAF en verano y de 1,55 UAF en otoño.



En verano las condiciones de oxigenación de la columna de agua en la zona epilimnética alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,36 mg/L, mientras que en el hipolimnion solo se alcanzan los 2,11 mg/L. Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en otoño alcanzan en el muestreo una concentración media de 4,82 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ( $<2$  mg  $\text{O}_2/\text{L}$ ) en los dos muestreos aproximadamente a partir de los 17,5 m de profundidad.

**Figura 4.** Perfiles verticales de la extinción luminosa y el oxígeno disuelto.



En verano la conductividad del agua es de 242  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 272  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo. En otoño el perfil de conductividad es muy constante hasta los 16 m de profundidad donde empieza a subir, los valores registrados en superficie y fondo son 220  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 282  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente.

**Figura 5.** Perfiles verticales de conductividad.



## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en las campañas de 2016 en las muestras integradas, se desprenden los resultados de la tabla 2.

**Tabla 2.** Concentración de los diferentes nutrientes -analizados en las muestras integradas.

PARÁMETRO	UNIDAD	VERANO	OTOÑO
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	10,0	12,0
AMONIO	mg NH <sub>4</sub> /L	0,017	0,123
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	9,41	22,44
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	0,99	11,31
NIO (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg N/L	0,37	0,02
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,66	0,32
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /L	3,14	4,04
ALCALINIDAD	meq/L	2,28	2,00



#### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 27 especies en verano y 37 en otoño, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

	VERANO	OTOÑO
BACILLARIOPHYCEAE	3	9
CHRYSOPHYCEAE	12	3
SYNUROPHYCEAE	-	1
XANTHOPHYCEAE	-	1
CHLOROPHYTA	14	14
CYANOBACTERIA	1	2
CRYPTOPHYCEAE	5	4
DINOPHYCEAE	1	1
EUGLENOPHYCEAE	1	2

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 3 y la composición detallada en las tablas 4 y 5.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES VERANO	VALORES OTOÑO
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	nº cél./ml	1233	703
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	199410	178041
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		3,11	3,54
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Cryptophyceae	Bacillariophyceae
<b>Nº células/ml</b>		592	297
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Plagioselmis lacustris</i>	<i>Fragilaria crotonensis</i>
<b>Nº células/ml</b>		538	143
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Cryptophyceae	Bacillariophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		110329	99873
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Fragilaria crotonensis</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		52689	70955



La concentración de clorofila fue en la muestra integrada de verano fue de 2,26  $\mu\text{g/L}$ , mientras que en otoño fue de 1,37  $\mu\text{g/L}$ . Las profundidades de las muestras integradas se han indicado en la figura con una línea roja.

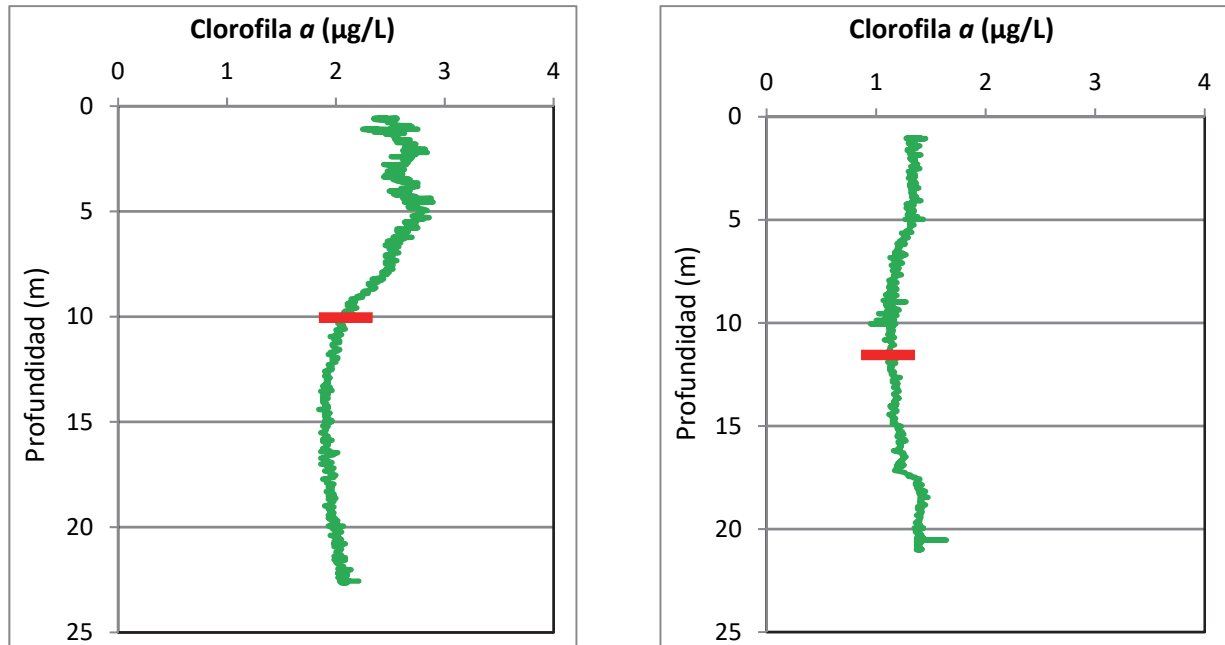


Figura 6. Perfiles verticales de clorofila a.

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, se muestran en la tabla 3 con los datos del muestreo de verano y en la tabla 4 con los datos del muestreo de otoño:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en verano.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>			2
CYCLATOM0	<i>Cyclotella atomus</i>	12,60	1202,00	
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			2
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	3,15	1023,44	
NAVIRADIO	<i>Navicula radiosa</i>			1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	6,30	2486,95	
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	12,60	787,26	
KEPHLITTO	<i>Kephyrion littorale</i>	6,30	316,58	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>			2
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>			2
	<i>Coelastrum reticulatum</i> var. <i>cubanum</i>			3
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>			2
DICTPULC0	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			2
GOLEKGEN0	<i>Golenkinia</i> sp.			1
COELRETI0	<i>Hariotina reticulata</i> (= <i>Coelastrum reticulatum</i> )	25,19	4524,40	
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	3,15	81,62	
NEPHSUBS0	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	107,07	3153,39	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	4,72	277,00	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	10,63	2404,00	2
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>	50,38	25192,30	1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>			1
PHACLENT0	<i>Phacotus lenticularis</i>	53,53	13454,47	
DIDYPLAN0	<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i> )	94,47	989,30	
PTEROGEN0	<i>Pteromonas</i> sp.			1
SCENBICA0	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	12,60	474,86	
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (= <i>Scenedesmus linearis</i> )	4,72	395,72	
SCENMAGN0	<i>Scenedesmus magnus</i>			1
SCENDISC0	<i>Scenedesmus verrucosus</i> (= <i>Scenedesmus disciformis</i> )	28,34	2374,32	1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	62,98	7122,95	4
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	3,15	196,81	
WESTBOTR0	<i>Westella botryoides</i>	12,60	989,30	
	<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
COSMLAEV0	<i>Cosmarium laeve</i>			1
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>			1
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.	124,39	2442,33	
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	22,04	52689,45	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	3,15	2671,11	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	3,54	12865,84	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i> ) <i>lacustris</i>	538,49	41117,75	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i> )	25,19	984,90	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
DIPLACUT0	<i>Diplopsalis acuta</i>			1
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>	1,18	14184,08	
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>			2



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
LEPOTEXT0	<i>Lepocinclis texta</i>	1,18	5008,33	
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>22,04</b>	<b>4712,39</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>18,89</b>	<b>1103,84</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>473,54</b>	<b>61630,44</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>124,39</b>	<b>2442,33</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>592,41</b>	<b>110329,04</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>1,18</b>	<b>14184,08</b>	
	<b>TOTALES EUGLENOPHYCEAE</b>	<b>1,18</b>	<b>5008,33</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>1233,64</b>	<b>199410,45</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

**Tabla 5.** Composición detallada de la comunidad de fitoplancton en otoño.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	0,66	681,91	1
CYCLDUBIO	<i>Cyclostephanos dubius</i>	1,35	2756,97	
CYCLATOM0	<i>Cyclotella atomus</i>	140,36	13393,70	
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (=Lindavia ocellata)	5,40	1356,75	1
STEPNEOA0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	1,35	5609,33	1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	143,06	70955,91	2
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	2,70	877,23	
GYROACUM0	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	0,33	3175,80	
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	2,70	1065,84	
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus)			1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	1,35	706,64	
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	58,03	2937,88	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
TREUTRIA0	<i>Treubaria triappendiculata</i>	2,70	484,76	
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis oviformis)	5,40	13991,52	1
MALLTONS0	<i>Mallomonas tonsurata</i>			1
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	2,70	801,33	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
ANKYJUDA0	<i>Ankyra judayi</i>	2,70	152,63	1
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	0,33	107,38	
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>	10,80	706,64	
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	59,38	1989,90	
DIDYCOMA0	<i>Didymocystis comasii</i>	45,89	1729,86	
MONOARCU0	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	4,05	119,25	
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	2,70	69,96	
NEPHSUBS0	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	10,80	317,99	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	2,70	610,54	
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>	2,63	656,26	1
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i> (=Monactinus simplex)	21,00	2625,06	2
SCENACUM0	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	1,31	131,95	
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)	3,28	123,70	
SCENMAGN0	<i>Scenedesmus magnus</i>			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>			1
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	5,40	337,40	
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
APHAGRAC0	<i>Aphanizomenon gracile</i>	119,44	14071,22	1
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>			5
WORONAEG1	<i>Woronichinia naegeliana</i>	5,40	271,35	
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>			1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	9,45	8013,32	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	5,40	19605,08	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	13,50	1030,52	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	4,05	158,29	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>	4,05	4579,04	
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>			1
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.	1,35	994,95	1
TRACVOLV0	<i>Trachelomonas volvocina</i>	0,33	844,10	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>297,89</b>	<b>99873,43</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>62,08</b>	<b>4129,28</b>	
	<b>TOTALES SYNUROPHYCEAE</b>	<b>5,40</b>	<b>13991,52</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>2,70</b>	<b>801,33</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>172,95</b>	<b>9678,53</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>124,84</b>	<b>14342,57</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>32,39</b>	<b>28807,22</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>4,05</b>	<b>4579,04</b>	
	<b>TOTALES EUGLENOPHYCEAE</b>	<b>1,68</b>	<b>1839,05</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>703,98</b>	<b>178041,97</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 Ullívarri-Gamboa se han identificado un total de 10 especies en el muestreo de verano y 11 en el muestreo de otoño, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

	VERANO	OTOÑO
Cladocera	2	4
Copepoda	1	1
Rotifera	6	5
Otros	1	1

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 6:

**Tabla 6.** Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES VERANO	VALORES OTOÑO
PROFUNDIDAD	m	11,0	12,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	162,88	94,62
BIOMASA TOTAL	µg/L	66,09	129,18
Diversidad Shannon-Wiener		2,60	1,79
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos	Cladóceros
individuos/L		107,69	47,12
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Synchaeta pectinata</i>	<i>Acanthocyclops americanus</i>
individuos/L		54,62	38,85
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros	Cladóceros
µg/L		31,15	95,06
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
µg/L		30,00	35,25
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 22 m	0 - 20 m
VERANO	CLADÓCEROS: 18,01 %	COPÉPODOS: 0,67 %	ROTÍFEROS: 73,57 %
OTOÑO	CLADÓCEROS: 27,14 %	COPÉPODOS: 40,56 %	ROTÍFEROS: 31,51 %



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 7 los datos de verano y en la tabla 8 los datos de otoño:

**Tabla 7.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton en verano.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	<b>CLADÓCEROS</b>			
ALONQUAD0	<i>Alona cf quadrangula</i>			0,01
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	23,08	30,00	17,86
CHYDSPHA0	<i>Chydorus sphaericus</i>			0,02
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	0,38	1,15	
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>			0,09
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>			0,02
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	2,31	0,35	0,67
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ANURFISS0	<i>Anuraeopsis fissa</i>	1,92	0,10	0,16
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>			0,13
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>			0,01
BRACANGU0	<i>Brachionus angularis</i>	7,69	0,39	4,52
COLPELA0	<i>Collotheca pelagica</i>			0,11
CONOUNIC0	<i>Conochilus unicornis</i>	28,08	2,81	23,90
FILILONG0	<i>Filinia longiseta</i>			0,37
HEXAMIRA0	<i>Hexathra mira</i>			0,18
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	11,54	0,58	3,96
PLOEHUDS0	<i>Ploesoma hudsoni</i>			0,07
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	3,85	0,20	6,15
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	54,62	18,16	34,02
	<b>OTROS</b>			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i>	29,42	12,36	7,76
	<b>Total Cladóceros</b>	<b>23,46</b>	<b>31,15</b>	<b>18,01</b>
	<b>Total Copépodos</b>	<b>2,31</b>	<b>0,35</b>	<b>0,67</b>
	<b>Total Rotíferos</b>	<b>107,69</b>	<b>22,23</b>	<b>73,57</b>
	<b>Total Otros</b>	<b>29,42</b>	<b>12,36</b>	<b>7,76</b>
	<b>Total</b>	<b>162,88</b>	<b>66,09</b>	<b>100</b>



**Tabla 8.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton en otoño.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	27,12	35,25	19,33
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	4,04	4,85	1,68
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	7,12	21,35	
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	8,85	33,62	6,13
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	38,85	32,87	40,56
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ANURFISS0	<i>Anuraeopsis fissa</i>			0,13
ASCOECAU0	<i>Ascomorpha ecaudis</i>			0,04
HEXAOXYU0	<i>Hexarthra oxyuris</i>	0,19	0,04	
KERACOC0	<i>Keratella cochlearis</i>	0,77	0,04	1,19
KERCOTEC1	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	1,35	0,07	1,02
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	5,77	0,29	28,99
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	0,19	0,03	
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>			0,13
	<b>OTROS</b>			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i>	0,38	0,16	0,79
	<b>Total Cladóceros</b>	<b>47,12</b>	<b>95,06</b>	<b>27,14</b>
	<b>Total Copépodos</b>	<b>38,85</b>	<b>32,87</b>	<b>40,56</b>
	<b>Total Rotíferos</b>	<b>8,27</b>	<b>0,47</b>	<b>31,51</b>
	<b>Total Otros</b>	<b>0,38</b>	<b>0,79</b>	<b>0,79</b>
	<b>Total</b>	<b>94,62</b>	<b>129,18</b>	<b>100</b>

En los siguientes apartados se procederá al diagnóstico del estado trófico y potencial ecológico tanto normativo como experimental. Aunque la Directiva Marco del Agua exige que si solo se realiza un muestreo anual este se haga en el período más desfavorable, es decir, durante los meses de verano cuando en los embalses en estado deficiente se pueden producir floraciones persistentes, aquí calcularemos el estado trófico y potencial ecológico para los dos muestreos realizados. Sin embargo en la memoria general se han utilizado solo los resultados del promedio de los dos muestreos.



## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8 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 8.** 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>&lt; 1,8</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</b>

En la tabla 9 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 para cada campaña de muestreo.

**Tabla 9.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ullívarri-Gamboa.

MUESTREO	VERANO		OTOÑO	
INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	9,41	Oligotrófico	22,44	Mesotrófico
CLOROFILA a	2,26	Oligotrófico	1,37	Oligotrófico
DISCO SECCHI	3,50	Oligotrófico	7,80	Ultraoligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1234	Mesotrófico	703	Oligotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>2,25</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>	<b>2,00</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, en verano tanto el fósforo total (PT) como la transparencia y la concentración de clorofila a clasifican el embalse como oligotrófico, mientras que la densidad algal indica que estamos ante un embalse mesotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el muestreo de verano del embalse de Ullívarri-Gamboa ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

Atendiendo a los criterios seleccionados, en otoño el fósforo total (PT) determina para el embalse un estado de mesotrofia. La concentración de clorofila a y la densidad algal clasifican el embalse como oligotrófico, mientras que la transparencia establece para el embalse un estado de ultraoligotrofia. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el muestreo de otoño del embalse de Ullívarri-Gamboa ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### a) Aproximación experimental (*PE<sub>exp</sub>*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 10.** 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 <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)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /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		
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&lt; 2,6</b>	<b>2,6 - 3,4</b>	<b>3,4 - 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</b>	
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 <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>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Moderado</b>		
			<b>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 - 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</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 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 11:

**Tabla 11.** 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 12 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 12.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Ullívarri-Gamboa.

Indicador	Elementos	Parámetros	VERANO		OTOÑO	
			Valor	Potencial	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cél./ml)	1234	Moderado	703	Bueno o superior
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	2,26	Bueno o superior	1,37	Bueno o superior
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,20	Bueno o superior	0,18	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,63	Moderado	3,45	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,86	Moderado	3,81	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,88	Moderado	2,95	Moderado
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	9,87	Deficiente	7,34	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	7,34	Moderado	8,78	Moderado
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,00</b>	<b>MODERADO</b>	<b>3,00</b>	<b>MODERADO</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,50	Bueno	7,80	Muy bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/L O <sub>2</sub> )	2,12	Deficiente	4,82	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	9,41	Bueno	22,44	Moderado
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>3,0</b>	<b>MODERADO</b>	<b>3,0</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>			<b>MODERADO</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 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 13 y 14, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 13.** 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 <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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 14.** 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 <sup>a</sup> (µg/L)	☐ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	☐ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice <i>de</i> <i>Catalán (IGA)</i>	☐ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje <i>de</i> <i>cianobacterias</i>	☐ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			> 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	Transparenci a	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
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			< 1,6	1,6 – 2,4	> 2,4		

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 15.

**Tabla 15.** 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 las tabla 16 y 17 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 para los muestreos de verano y otoño.

**Tabla 16.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PEnorm*) del embalse de Ullívarri-Gamboa para el muestreo de verano.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PEnorm</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,26	1,15	1,11	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,20	3,81	2,76	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>1,93</b>
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	4,03	0,991	0,81	Moderado
			Porcentaje de cianobacterias	1,22	0,99	0,98	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>0,89</b>
<b>Media global</b>						<b>1,41</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,41</b>		<b>BUENO O SUPERIOR</b>	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PEnorm</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,50			Bueno	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	2,12			Deficiente	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	9,41			Bueno	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3,0</b>		<b>MODERADO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PEnorm</i></b>				<b>MODERADO</b>			

**Tabla 17.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PEnorm*) del embalse de Ullívarri-Gamboa para el muestreo de otoño.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PEnorm</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,37	1,90	1,63	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,18	4,22	3,01	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>2,32</b>
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	2,97	0,994	0,87	Moderado
			Porcentaje de cianobacterias	8,21	0,92	0,88	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>0,87</b>
<b>Media global</b>						<b>1,60</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,60</b>		<b>BUENO o SUPERIOR</b>	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PEnorm</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	7,80			Muy bueno	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	4,82			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	22,44			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3,0</b>		<b>MODERADO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PEnorm</i></b>				<b>MODERADO</b>			

## 7. COMPARATIVA VERANO-OTOÑO

En el muestreo de verano el embalse se encontraba prácticamente al 80 % de su capacidad, con buena transparencia y una baja concentración de PT. Con estas condiciones los resultados para el estado trófico daban un embalse oligotrófico, pero el potencial ecológico tanto normativo como experimental clasificaban el embalse como moderado debido al indicador fisicoquímico, ya que el embalse se encontraba estratificado y el oxígeno se reducía hacia el fondo.

En otoño la cantidad de agua embalsada se había reducido muy poco y se había producido la mezcla de la columna de agua, aumentando la concentración de PT. Esto puede estar producido por la mezcla de la columna de agua después de la estratificación estival, que rinde disponibles los nutrientes del hipolimnion. Si bien ahora ha disminuido la densidad de fitoplancton, ha aumentado la transparencia y ha mejorado levemente la concentración de oxígeno en el fondo, también se ha producido un aumento de la concentración de PT. Así, mientras que en verano los principales limitantes del buen potencial ecológico eran la composición del fitoplancton y el bajo oxígeno del fondo, ahora lo sigue siendo la concentración de oxígeno pero además se suma el aumento del PT, de modo que se mantiene el potencial ecológico normativo y experimental en un estado moderado. Respecto al estado trófico, la disminución de la densidad del fitoplancton y el aumento de la transparencia compensan el aumento de la concentración de PT.

El estado final obtenido para cada uno de los muestreos y para el valor promedio se muestra resumido en el cuadro siguiente:

	ESTADO TRÓFICO	INDICADOR FISICOQUÍMICO	POTENCIAL ECOLÓGICO ( <i>PE<sub>exp</sub></i> )	POTENCIAL ECOLÓGICO ( <i>PE<sub>norm</sub></i> )
Verano				
Otoño				
<b>Promedio</b>				

Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Bueno o superior		Moderado	Deficiente	Malo



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---





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



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