



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

2017

---

# 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 BARASONA

---



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



### 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 BARASONA

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2017

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



#### REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del punto de acceso al embalse de Barasona desde el punto de toma de muestras.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2017). 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. <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 fisicoquímicas 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>19</i>
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>20</b>
<b>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....</b>	<b>22</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 2016-2017 .....	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 y de la materia orgánica disuelta cromofórica .....	13
<b>Figura 6.</b> Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> Vista de la presa del embalse .....	28
<b>Figura 8.</b> Vista del punto de acceso .....	28

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Barasona .....	8
<b>Tabla 1.</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.....	16
<b>Tabla 5.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	19
<b>Tabla 6.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	20
<b>Tabla 7.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	21
<b>Tabla 8.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Barasona.....	21
<b>Tabla 9.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	22
<b>Tabla 10.</b> Combinación de los indicadores.....	23
<b>Tabla 11.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Barasona.....	23
<b>Tabla 12.</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 (RD 817/2015).....	24
<b>Tabla 13.</b> Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	25
<b>Tabla 14.</b> Combinación de los indicadores.....	25
<b>Tabla 15.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Barasona. ....	26



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Barasona durante los muestreos de 2017 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 de 2017, correspondiente al año hidrológico 2016-2017).

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 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 Barasona se encuentra encajado en la formación geológica denominada “Depresión media”, al sur de la cuenca del río Ésera. Está constituida por materiales terciarios relativamente blandos que dan lugar a una monótona serie de conglomerados, areniscas y margas.

El embalse de Barasona se sitúa dentro del término municipal de Graus, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Ésera.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de gran superficie y de geometría alargada.

La cuenca vertiente al embalse de Barasona tiene una superficie total de 151.459,69 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 92,20 hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 13,3 m, mientras que la profundidad máxima es de 59,50 m.

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

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

Superficie de la cuenca	1515 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	92,20 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	91,70 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	845 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	692,70 ha
Cota máximo embalse normal	448,37 msnm

Tipo de clasificación: 11. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal.

Se trata de un embalse monomítico de geología calcárea, situado en zona no húmeda de la red principal. No existe termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra alrededor de los 11,0 metros de profundidad cuando se determina mediante el medidor fotoeléctrico, mientras que el valor estimado mediante el Disco de Secchi fue de 7,5 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Barasona para el año hidrológico 2016-2017 fue de 1,17 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2016-2017.

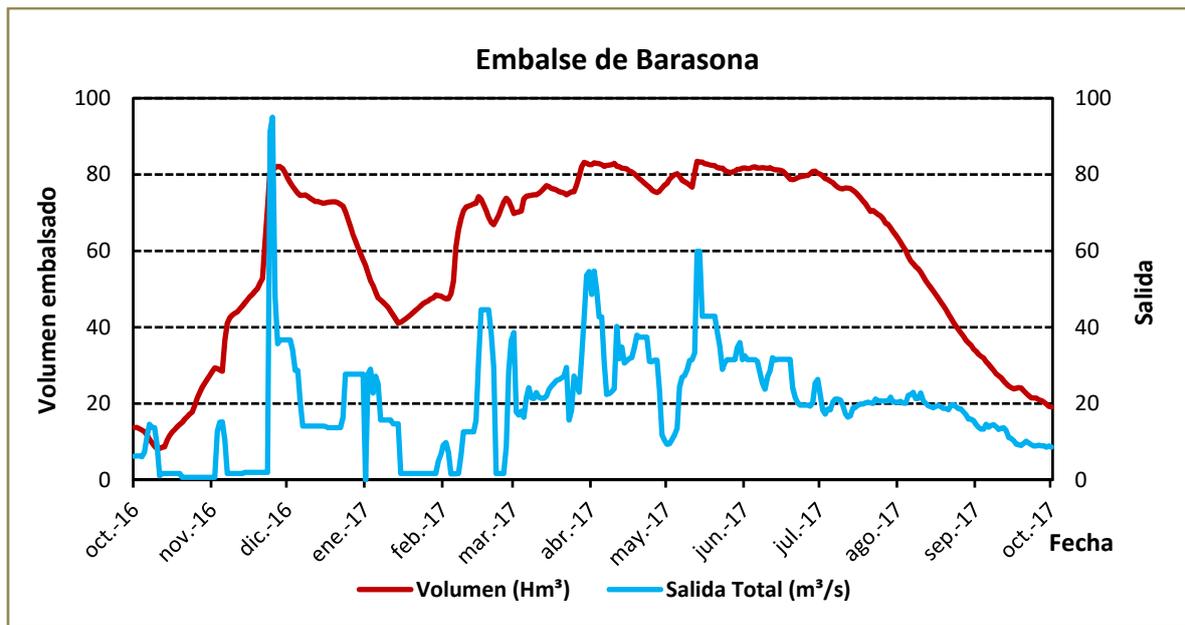


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento de la población, a los regadíos y al aprovechamiento hidroeléctrico. Los usos recreativo y deportivo también son significativos, permitiéndose la navegación en este embalse (sin restricciones para remo, vela y motor).

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Barasona 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: Puebla de Castro), zonas de extracción de agua para consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: LIC ES2410071 "Congosto de Olvena").

### 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 8 de Agosto de 2017, 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.

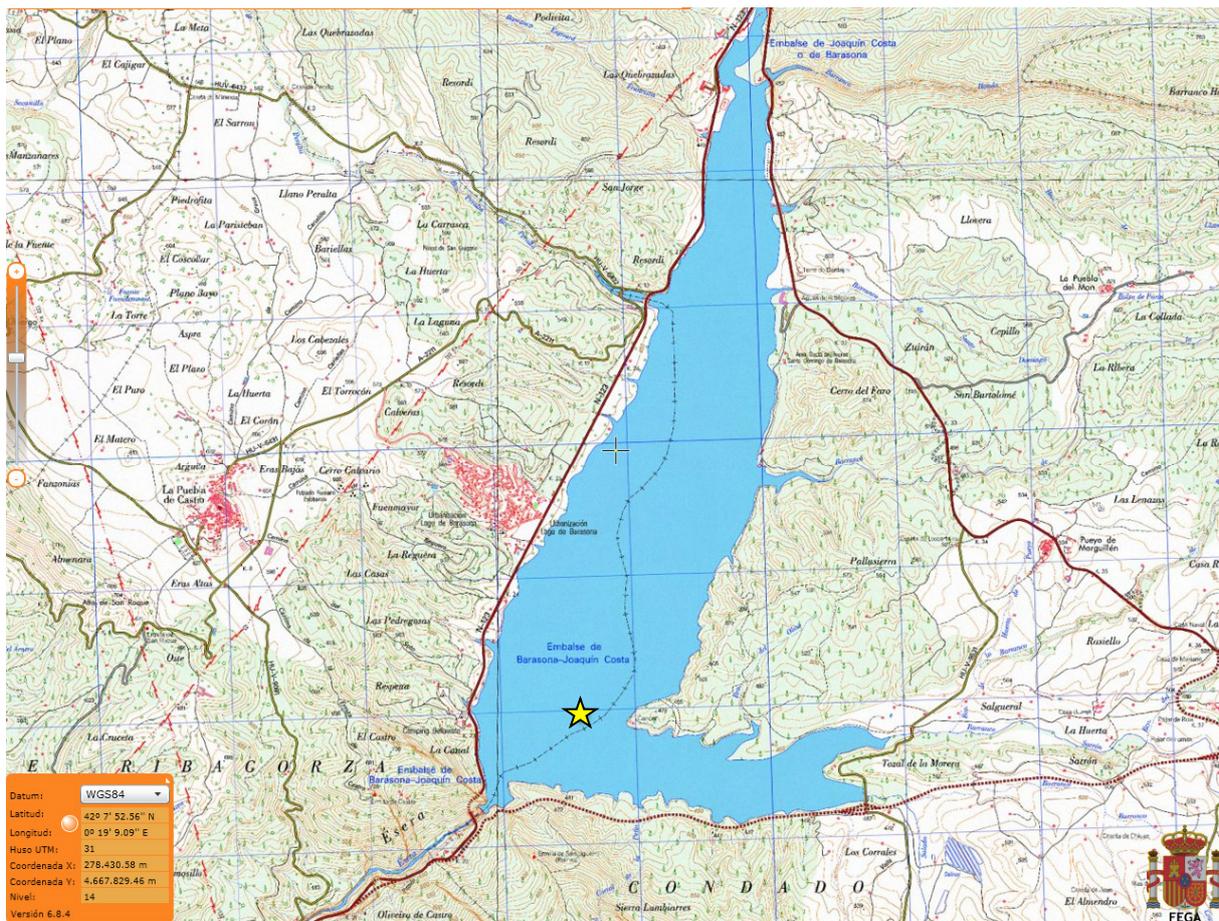
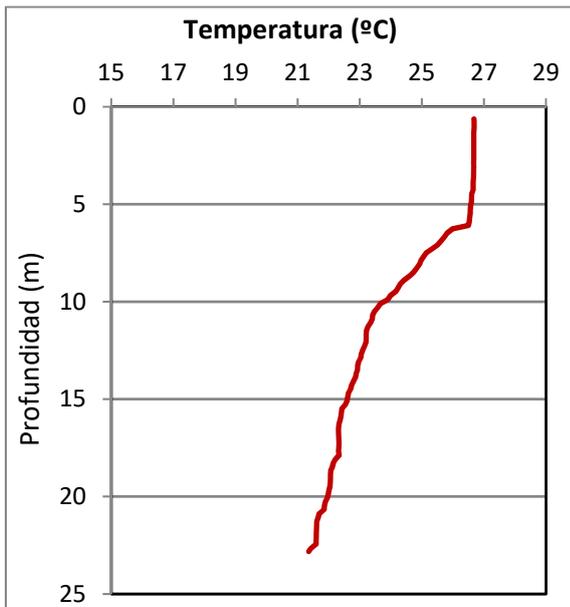


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

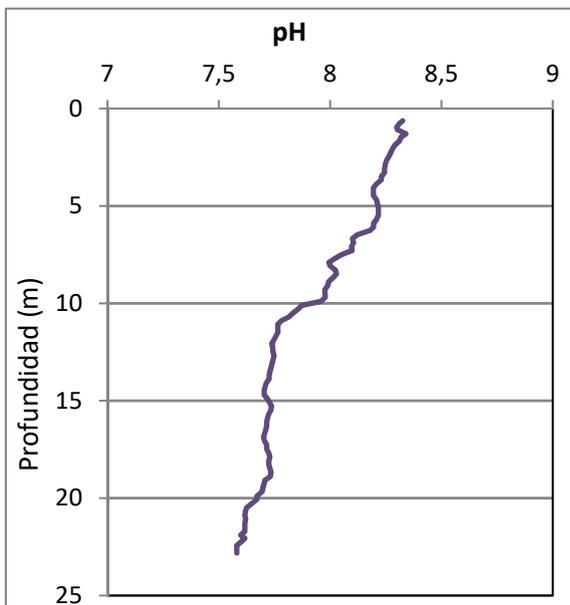
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

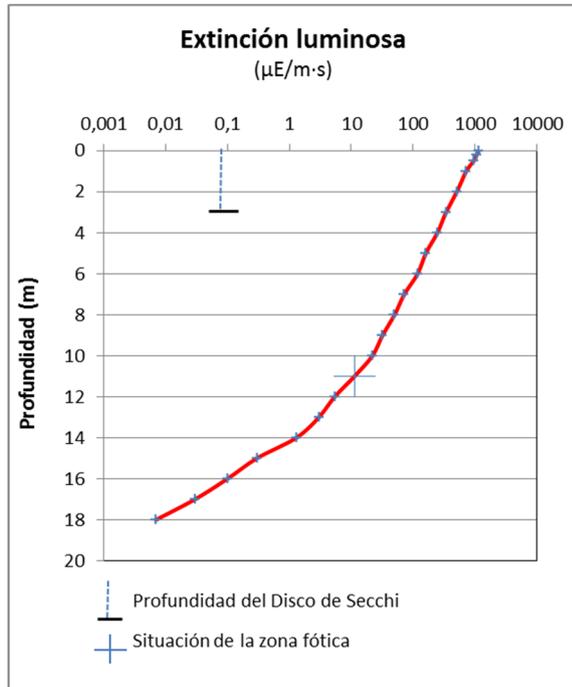


La temperatura del agua oscila entre los 21,36 °C – en el fondo- y los 26,68 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestro (Agosto 2017) no existe termoclina.



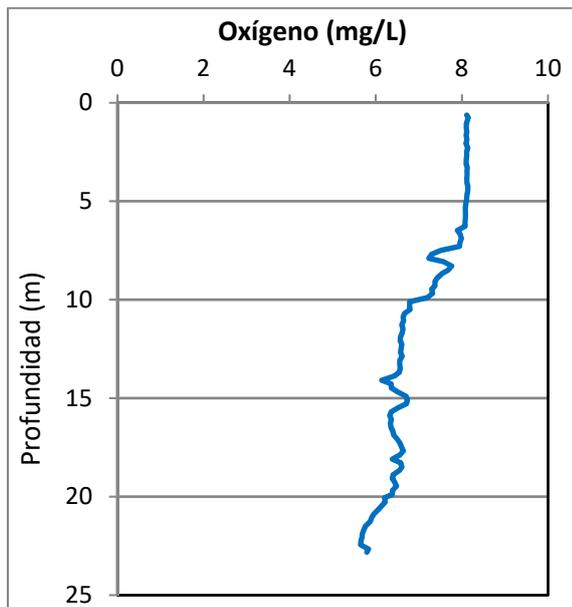
El pH del agua en la superficie es de 8,33. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,58.

**Figura 3.** Perfil vertical de la temperatura y pH.



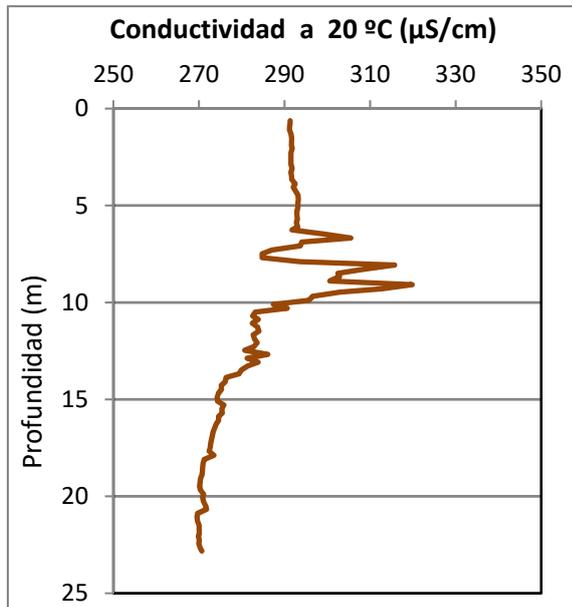
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 3,0 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 7,5 metros. En cambio la medición mediante célula fotoeléctrica, indica una profundidad de la capa fótica de 11,0 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 11 m de profundidad) fue de 1,79 UAF.

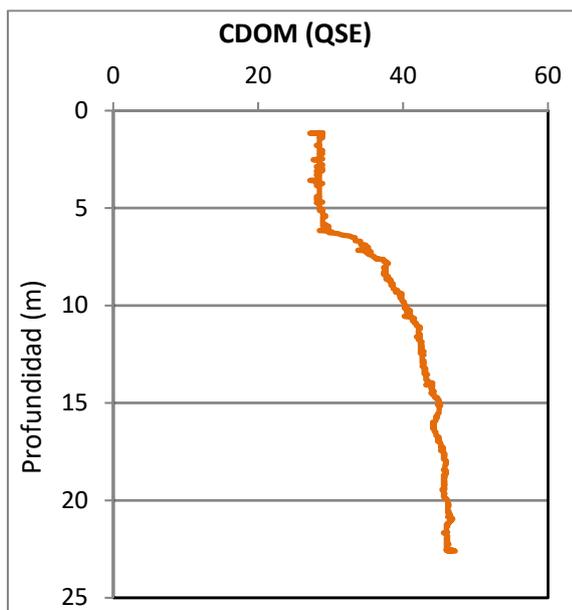


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,03 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ( $<2$  mg  $\text{O}_2/\text{L}$ ).

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



La conductividad del agua es de 291  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 270  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo del embalse. El máximo de toda la columna se encuentra a 9 m de profundidad con un valor de 319  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



El CDOM del agua es de 28 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 46 QSE en el fondo, valor máximo de CDOM registrado.

**Figura 5.** Perfil vertical de la conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica.

## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2017 en la muestra integrada, se desprenden los resultados de la tabla 2.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	11,0
AMONIO	mg NH <sub>4</sub> /L	0,023
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	7,96
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	<0,1
NIO (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg N/L	0,48
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,56
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /L	3,18
ALCALINIDAD	meq/L	1,66

#### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 31 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	4
CHRYSOPHYCEAE	5
SYNUROPHYCEAE	1
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	6
CYANOBACTERIA	3
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	3
EUGLENOPHYCEAE	4

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	nº cel./ml	2756
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	1449611
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		3,33
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Cyanobacteria
<b>Nº células/ml</b>		1116
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Chrysochloris minor</i>
<b>Nº células/ml</b>		772
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Bacillariophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		662185
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Ulnaria acus</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		576389

La concentración de clorofila fue de 2,84 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura 6 con una línea roja.

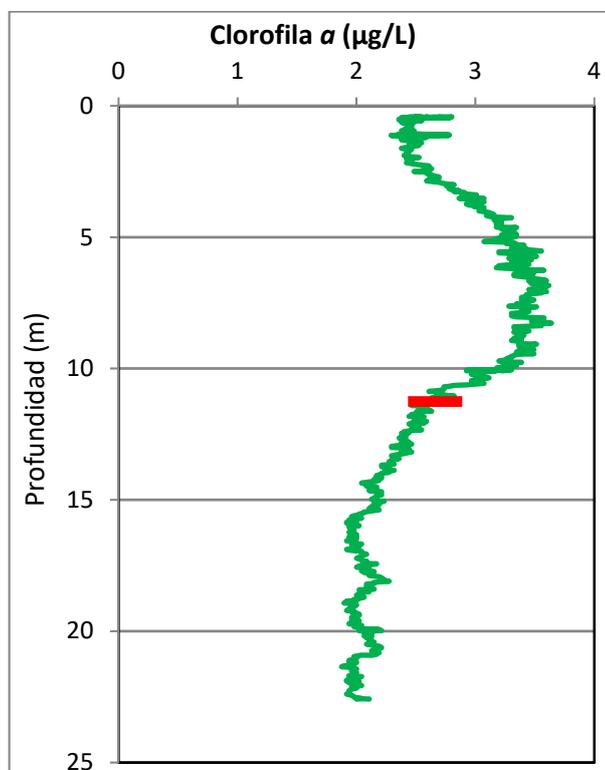


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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, se muestran en la tabla 4:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
CYCLCYCL0	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	551,71	84.929,36	1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ACHNMINU0	<i>Achnantheidium minutissimum (=Achnanthes minutissima)</i>	18,89	472,36	1
GYROACUM0	<i>Gyrosigma acuminatum</i>			1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
NITZINTE0	<i>Nitzschia intermedia</i>	0,57	394,78	
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1
NITZSIGO0	<i>Nitzschia sigmoidea</i>			1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus (=Fragilaria ulna var. acus)</i>	181,38	576.389,49	2
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	79,36	2.539,38	
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	3,78	1.978,60	
DINOBAVA0	<i>Dinobryon bavaricum</i>	71,80	12.509,19	1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>			1
KEPHOVAL0	<i>Kephyrion ovale</i>	3,78	189,95	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	7,56	5.267,03	
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLMINU0	<i>Mallomonas minuta</i>	139,82	124.014,60	
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	3,78	356,15	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
SCENACUT0	<i>Acutodesmus obliquus</i> (=Scenedesmus obliquus=Scenedesmus acutus)	30,23	2.026,08	
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.			1
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	30,23	783,53	
PEDINGEN0	<i>Pedinomonas</i> sp.	7,56	94,97	
SCENACUM0	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	15,12	823,10	1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	26,45	7.091,30	2
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>			1
WESTBOTR0	<i>Westella botryoides</i>	6,89	541,20	1
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>	22,67	1.483,95	1
CHRYMINO0	<i>Chrysochloris minor</i> (=Anabaena bergii-minor)	772,46	29.363,60	4
PSEUCATE0	<i>Pseudanabaena catenata</i>			1
SYNCOGEN0	<i>Synechococcus</i> sp.	321,20	1.135,22	
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	56,68	135.487,14	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	11,34	6.458,15	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	211,62	17.585,14	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	143,60	5.212,95	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	1,72	75.350,70	1
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	6,32	83.609,50	2
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>			2
PERIPENA0	<i>Peridiniopsis penardii</i>	26,45	255.951,50	
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i> (Parvodinium umbonatum)			2
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLAGIL0	<i>Euglena agilis</i>	0,57	423,34	1
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.			1
STROFLUV0	<i>Strombomonas fluviatilis</i>	1,72	12.628,02	2
TRACHISP0	<i>Trachelomonas hispida</i>	1,15	3.044,25	
TRACVOLV0	<i>Traquelomonas volvocina</i>	0,57	1.477,18	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>752,56</b>	<b>662.185,99</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>166,27</b>	<b>22.484,15</b>	
	<b>TOTALES SYNUROPHYCEAE</b>	<b>139,82</b>	<b>124.014,60</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>3,78</b>	<b>356,15</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>116,48</b>	<b>11.360,18</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>1.116,33</b>	<b>31.982,77</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>423,23</b>	<b>164.743,38</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>34,49</b>	<b>414.911,70</b>	
	<b>TOTALES EUGLENOPHYCEAE</b>	<b>4,02</b>	<b>17.572,79</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>2.756,98</b>	<b>1.449.611,70</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 Barasona se han identificado un total de 17 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 5 Cladocera
- 2 Copepoda
- 10 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 5:

**Tabla 5.** Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR			
PROFUNDIDAD	m	11,0			
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	701,54			
BIOMASA TOTAL	µg/L	48,98			
Diversidad Shannon-Wiener		0,79			
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos			
individuos/L		689,62			
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>			
individuos/L		627,69			
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Rotíferos			
µg/L		38,85			
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>			
µg/L		32,01			
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 22 m			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"><b>CLADÓCEROS:</b> 4,86 %</td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><b>COPÉPODOS:</b> 10,41 %</td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><b>ROTÍFEROS:</b> 84,73 %</td> </tr> </table>			<b>CLADÓCEROS:</b> 4,86 %	<b>COPÉPODOS:</b> 10,41 %	<b>ROTÍFEROS:</b> 84,73 %
<b>CLADÓCEROS:</b> 4,86 %	<b>COPÉPODOS:</b> 10,41 %	<b>ROTÍFEROS:</b> 84,73 %			

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 6:

**Tabla 6.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	( 1 al 5)
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	0,19	0,25	1
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	1,73	2,08	1
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	0,19	0,58	1
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	0,19	0,73	1
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	0,19	0,48	1
	<b>COPEÓDOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>			1
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>	0,19	0,48	
CYCLOPFAM	Fam. Cyclopidae	9,23	5,54	2
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ASCOECAU0	<i>Ascomorpha ecaudis</i>			1
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>			1
ASCOSALT0	<i>Ascomorpha saltans</i>			1
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	3,08	2,31	1
CONONATA0	<i>Conochilus natans</i>	0,19	0,02	
GASTSTYL0	<i>Gastropus stylifer</i>	3,08	0,62	1
KERACCOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	12,31	0,62	1
PLOELENTO	<i>Ploesoma lenticulae</i>			1
PLOETRUN0	<i>Ploesoma truncatum</i>	0,19	0,12	1
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	627,69	32,01	4
POLYEURY0	<i>Polyarthra euriptera</i>	1,54	0,20	
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	15,38	2,00	
POMPCOMP0	<i>Pompholyx complanata</i>			1
SYNCKITI0	<i>Synchaeta kitina</i>	12,31	0,62	1
TRICPUSI0	<i>Trichocerca pusilla</i>	13,85	0,35	1
	<b>Total Cladóceros</b>	2,50	4,12	4,86
	<b>Total Copépodos</b>	9,42	6,02	10,41
	<b>Total Rotíferos</b>	689,62	38,85	84,73
	<b>Total</b>	701,54	48,98	100

Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

Clases de abundancia	% de presencia	Clases de abundancia	% de presencia
1	<9	4	61-99
2	10-24	5	>99
3	25-60		

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 7, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 7.** 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 8 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 8.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de Barasona.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	7,96	Oligotrófico
CLOROFILA a	2,84	Mesotrófico
DISCO SECCHI (DS)	3,00	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	2757	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>2,75</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) clasifica el embalse como oligotrófico. Mientras que la transparencia (DS), la concentración de clorofila a y la densidad algal determinan un estado mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de BARASONA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 9, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 9.** 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 a (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 10:

**Tabla 10.** 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 11 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 11.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Barasona.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	2757	Moderado
		Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	2,84	Moderado
		Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	1,45	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,05	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,73	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,30	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	4,73	Bueno o superior
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,30	Bueno o superior
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>2</b>	<b>BUENO O SUPERIOR</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,00	Moderado
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	7,03	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	7,96	Bueno
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PE<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 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 12 y 13, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 12.** 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 (RD 817/2015).

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 13.** Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>&gt; 0,6</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O <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>			<b>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 – 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</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 14:

**Tabla 14.** Combinación de los indicadores.

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

En la tabla 15 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 15.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PE<sub>norm</sub>*) del embalse de Barasona.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,84	0,91	0,94	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	1,45	0,52	0,70	Bueno o superior
			<b>Media</b>			<b>0,82</b>	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,12	1,001	1,03	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	2,21	0,98	0,97	Bueno o superior
			<b>Media</b>			<b>1,00</b>	
<b>Media global</b>						<b>0,91</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>2</b>			<b>BUENO O SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,00			Moderado	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	7,03			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	7,96			Bueno	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3</b>		<b>MODERADO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



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



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