



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 LA TRANQUERA

---



**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 LA TRANQUERA

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2017

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse de La Tranquera desde el punto de muestreo.

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>8</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>21</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 desde el punto de acceso a la lámina de agua.....	28

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de La Tranquera .....	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 La Tranquera.....	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 La Tranquera. ....	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 La Tranquera.....	26



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los muestreos realizados en el embalse de La Tranquera en el verano 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 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 La Tranquera está situado en el extremo oriental de la cuenca de Almazán, sobre materiales del basamento paleozoico y mesozoico en la rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

El embalse de La Tranquera se sitúa dentro del término municipal de Carenas, en la provincia de Zaragoza. Regula las aguas del río Piedra.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, de geometría muy irregular, con dos brazos bien definidos.

La cuenca vertiente al embalse de La Tranquera tiene una superficie total de 146069,84 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 84,26 hm<sup>3</sup>. Destacar que el valor de la capacidad útil es muy parecido, siendo de 84,17 hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 15,8 m y una profundidad máxima de 41 m.

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

**Tabla 1.** Características morfométricas del embalse de La Tranquera.

Superficie de la cuenca	1461 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	84,26 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	84,17 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	110 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	530 ha
Cota máximo embalse normal	685,50 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 y situado en zona no húmeda. No existe termoclina en el periodo de muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra en torno a los 12 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, mientras que la estimación mediante el disco de Secchi fue solo de 6,8 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Tranquera para el año hidrológico 2016-2017 fue de 5,83 meses.

En la figura 1 se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2016-2017.

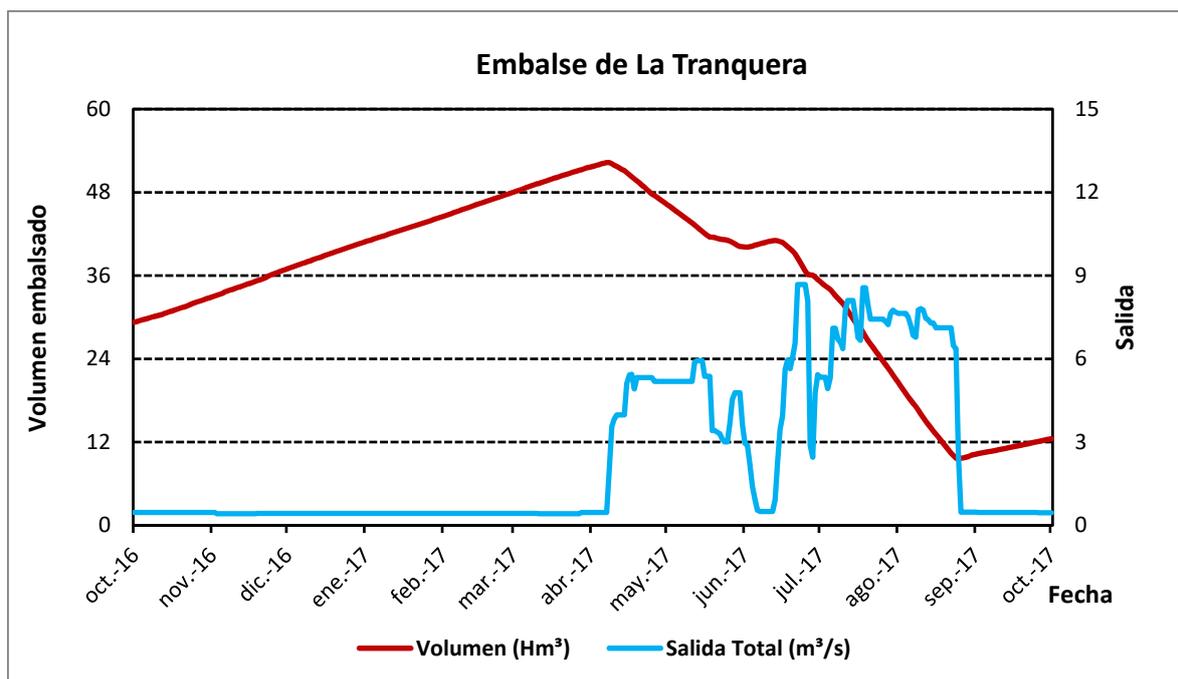


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente a regadío, al abastecimiento de la población y al aprovechamiento hidroeléctrico.

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de La Tranquera 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 y zonas sensibles a nutrientes 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 26 de Julio 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.

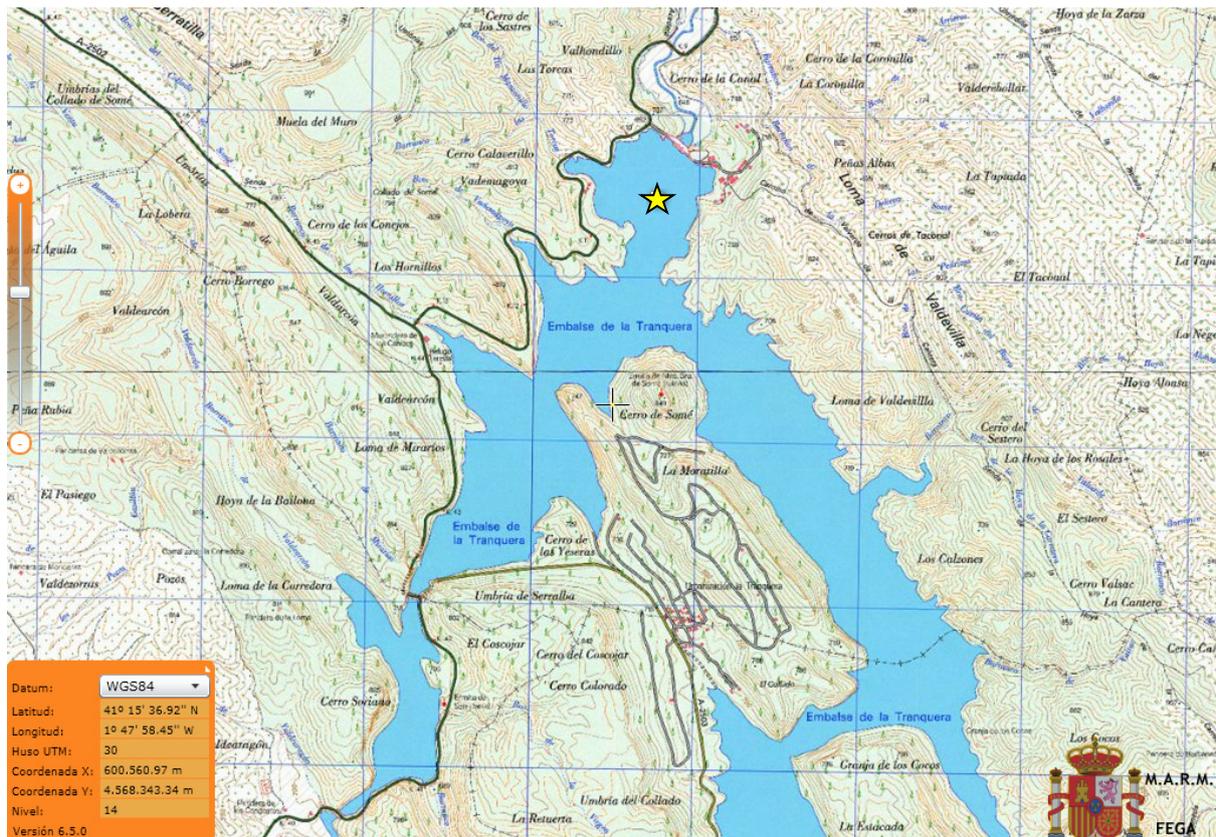
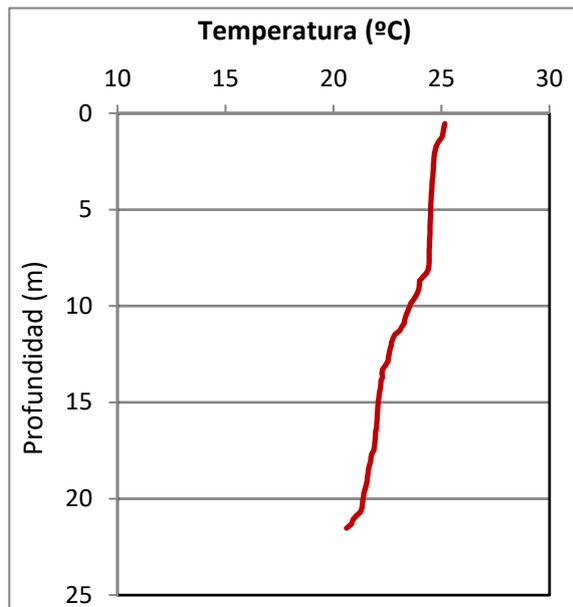


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

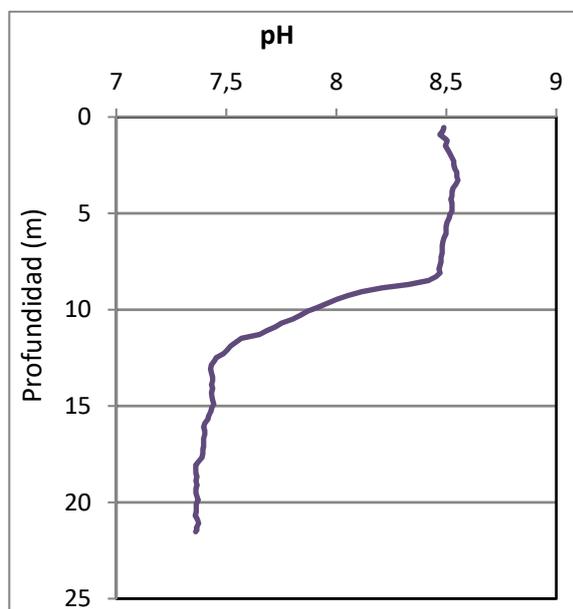
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

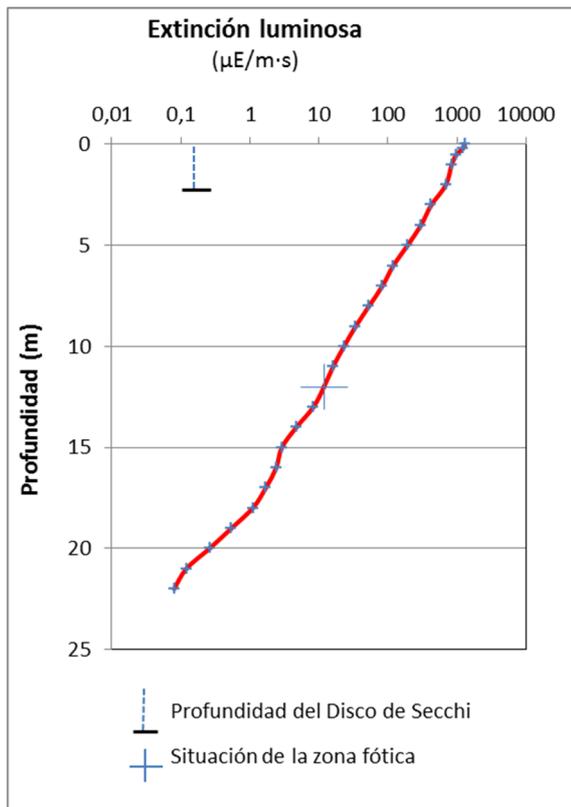


La temperatura del agua oscila entre los 20,61 °C – en el fondo- y los 25,16 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2017) no existe termoclina.



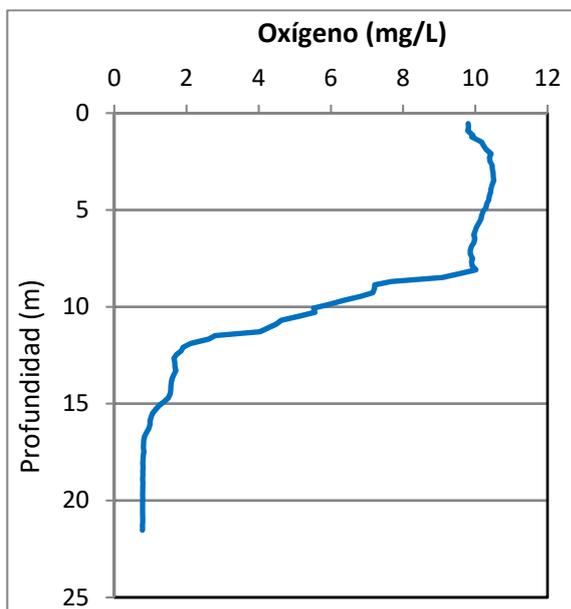
El pH del agua en superficie de 8,49. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,36.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



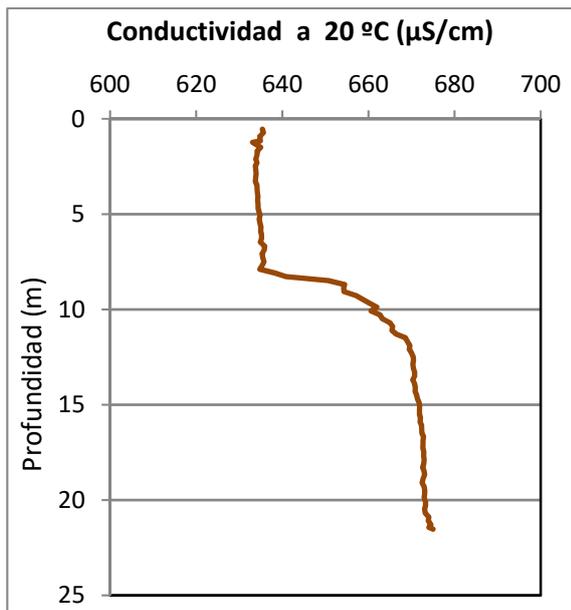
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 2,7 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a los 6,8 metros de profundidad. Inferior a la capa fótica de 12,0 m determinada mediante medidor fotoeléctrico.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 12 m de profundidad) fue de 1,79 UAF.

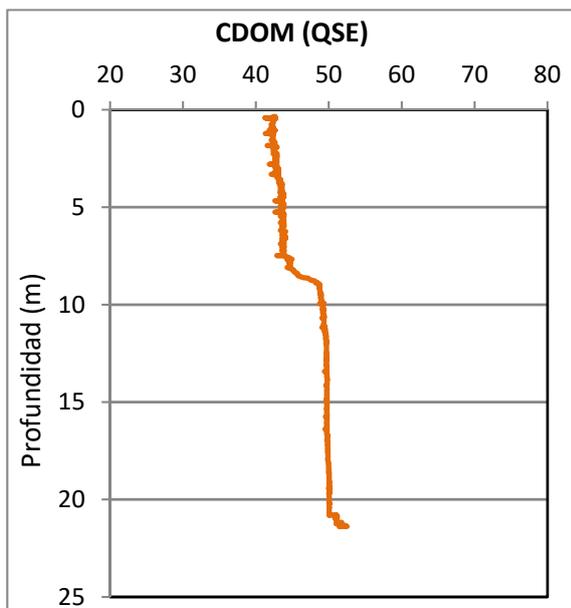


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 5,21 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ) a partir de los 12 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 635  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 674  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo del embalse, coincidiendo con el valor máximo.



El valor de concentración de CDOM del agua es de 42 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 52 QSE en el fondo.

**Figura 5.** Perfil vertical de la conductividad y de la materia orgánica 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	12,0
AMONIO	mg NH <sub>4</sub> /L	0,053
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	19,95
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	0,66
NIO (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg N/L	1,14
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	1,72
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /L	5,28
ALCALINIDAD	meq/L	2,57

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 39 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

CHRYSOPHYCEAE	1
CHRYSOPHYCEAE	2
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	18
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	4
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	4
EUGLENOPHYCEAE	3

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 cél./ml	5462
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	1774969
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		3,05
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Chrysophyceae
<b>Nº células/ml</b>		2491
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Chrysochromulina</i> sp.
<b>Nº células/ml</b>		2484
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Cryptophyceae
<b>Nº células/ml</b>		1150404
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Cryptomonas erosa</i>
<b>Nº células/ml</b>		1011637

La concentración de clorofila fue de 8,45 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado con una línea roja en la figura 6. El perfil vertical realizado mediante fluorimetría muestra un máximo a los 5,5 m de profundidad, con un valor de 13,0 µg/L.

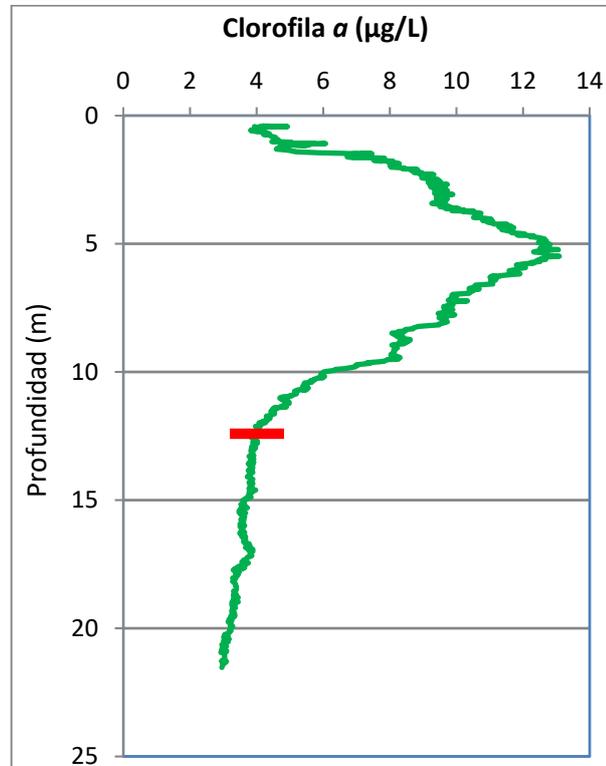


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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>			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	13,78	14.320,17	1
CYCLOCELO0	<i>Cyclotella ocellata (=Lindavia ocellata)</i>			1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	2.484,59	155.286,90	1
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	7,22	1.257,73	2
SPINIGEN0	<i>Spiniferomonas</i> sp.			1
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	7,56	4.309,39	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	22,67	58.325,13	1
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	120,92	21.717,10	1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	0,33	107,38	
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>	2,63	171,81	1
COELPSEU0	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>			1
SCENHYST0	<i>Desmodesmus hystrix</i> (=Scenedesmus hystrix)	60,46	2.279,35	1
DIDYBICE0	<i>Didymocystis bicellularis</i>	75,58	1.236,62	
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	2,63	111,33	
GOLEKGEN0	<i>Golenkinia</i> sp.	3,78	1.978,60	
HAEMPLUV0	<i>Haematococcus pluvialis</i>			1
KIRCOBES0	<i>Kirchneriella obesa</i>			1
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	22,67	587,64	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	26,45	5.983,28	1
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>	5,25	2.625,06	1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>	5,25	1.312,53	1
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i>	10,50	1.312,53	1
PEDSIECH2	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>echinulatum</i>			1
PHACLENT0	<i>Phacotus lenticularis</i>			1
SCENMAGN0	<i>Scenedesmus magnus</i> (=Desmodesmus magnus)	1,31	109,96	
SCENDISC0	<i>Scenedesmus verrucosus</i> (=Scenedesmus disciformis)	15,75	1.319,50	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	60,46	6.838,04	2
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	11,34	708,53	1
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	483,69	34.825,83	1
	<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
CLOSACIC0	<i>Closterium aciculare</i>			1
STAUPARA0	<i>Staurastrum paradoxum</i>	0,33	473,55	1
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>	168,00	10.995,82	3
OSCILGEN0	<i>Oscillatoria</i> sp.			2
PLANAGAR0	<i>Planktothrix agardhii</i>	240,36	12.081,66	3
PSEUCATE0	<i>Pseudanabaena catenata</i>	279,92	3.435,16	
WORONAEG0	<i>Woronichinia naegeliana</i>	371,77	18.687,40	3
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	423,23	1.011.637,35	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	83,13	70.517,25	
CRYPVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	11,34	41.170,68	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	298,53	22.795,10	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	109,59	4.284,33	1
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	2,30	114.200,87	1
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	3,94	52.120,21	1
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawrikan</i>	0,66	1.088,59	
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i> (=Parvodinium umbonatum)	22,67	53.849,54	2
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLAGIL0	<i>Euglena agilis</i>			1
EUGLOXYU0	<i>Euglena oxyuris</i>	0,33	12.713,92	
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.			3
LEPOTEXT0	<i>Lepocinclis texta</i>	0,33	1.391,66	1
PHACLONG0	<i>Phacus longicauda</i>	1,31	26.802,32	1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>13,78</b>	<b>14.320,17</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>2.491,81</b>	<b>156.544,64</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>7,56</b>	<b>4.309,39</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>931,67</b>	<b>141.550,22</b>	
	<b>TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE</b>	<b>0,33</b>	<b>473,55</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>1.060,06</b>	<b>45.200,05</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>925,82</b>	<b>1.150.404,71</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>29,56</b>	<b>221.259,20</b>	
	<b>TOTALES EUGLENOPHYCEAE</b>	<b>1,97</b>	<b>40.907,90</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>5.462,55</b>	<b>1.774.969,82</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 La Tranquera se han identificado un total de 9 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 3 Copepoda
- 4 Rotifera

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

**Tabla 5.** Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	12,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	679,42
BIOMASA TOTAL	µg/L	304,94
Diversidad Shannon-Wiener		1,63
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Copéodos
individuos/L		541,92
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Fam. Cyclopidae
individuos/L		490,77
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Copéodos
µg/L		273,57
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Acanthocyclops americanus</i>
µg/L		117,96
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 20 m
CLADÓCEROS: 11,63 %	COPÉPODOS: 62,39 %	ROTÍFEROS: 25,98 %

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>			1
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	20,00	24,00	2
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	0,58	1,44	1
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	26,92	117,96	1
CYCLLACU0	<i>Cyclops cf lacustris</i>			1
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>	19,23	58,46	
NEOLALLU0	<i>Neolovenula alluaudi</i>	5,00	13,15	1
CYCLOPFAM	Fam. Cyclopidae	490,77	84,00	3
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ASCOECAU0	<i>Ascomorpha ecaudis</i>			1
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	29,23	1,46	1
KERCOTEC1	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	9,23	0,46	1
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	35,38	1,80	2
POLYEURY0	<i>Polyarthra euriptera</i>			1
POLYLUMI0	<i>Polyarthra luminosa</i>	43,08	2,20	1
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>			1
	<b>Total Cladóceros</b>	20,58	25,44	11,63
	<b>Total Copépodos</b>	541,92	273,57	62,39
	<b>Total Rotíferos</b>	116,92	5,92	25,98
	<b>Total</b>	679,42	304,94	100

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

## 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 La Tranquera.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	19,95	Mesotrófico
CLOROFILA a	8,45	Eutrófico
DISCO SECCHI	2,70	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	5463	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>3,25</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

El resultado obtenido según la concentración de clorofila a clasifica al embalse como eutrófico. Mientras que los parámetros fósforo total (PT), transparencia (DS) y densidad algal otorgan al embalse un estado de mesotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de LA TRANQUERA 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 La Tranquera.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	5463	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	8,45	Deficiente
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	1,77	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,03	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,03	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,88	Moderado
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,66	Moderado	
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,47	Deficiente
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>4</b>	<b>DEFICIENTE</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,70	Moderado
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,21	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	19,95	Moderado
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PE<sub>exp</sub></b>			<b>DEFICIENTE</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 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 ( $VR_t$ ) 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 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 La Tranquera.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	8,45	0,31	0,43	Moderado
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	1,77	0,43	0,64	Bueno o superior
		<b>Media</b>				<b>0,54</b>	
	Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,79	1,000	0,99	Bueno o superior	
		<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	1,49	0,99	0,98	Bueno o superior	
		<b>Media</b>				<b>0,98</b>	
<b>Media global</b>						<b>0,76</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>2</b>			<b>BUENO O SUPERIOR</b>
<hr/>							
Indicador	Elementos	Indicador	Valor				<i>PE<sub>norm</sub></i>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,70				Moderado
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,21				Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	19,95				Moderado
<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 desde el punto de acceso a la lámina de agua