

---

# EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO EN EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE PUENTELARRÁ

---



DICIEMBRE 2012  
SERVICIO CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

## EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



**PROMOTOR:**

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

**SERVICIO:**

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO:**

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

**EMPRESA CONSULTORA:**

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de Valencia  
Estudi General

**EQUIPO DE TRABAJO**

Área de Limnología, dirigida por Dr. Eduardo Vicente Pedrós, Catedrático de Ecología.  
Director del Estudio.

**PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:**

68.857,47 €

**CONTENIDO:**

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE PUENTELARRÁ.

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2012

**FECHA ENTREGA:**

DICIEMBRE 2012

**FOTO PORTADA:**

Vista de la presa del embalse de Puentelarrá desde la margen izquierda aguas arriba.

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2012). Explotación de la red de seguimiento en embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 210 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>5</b>
<b><u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u></b>	<b>5</b>
<b>2.1.  Ámbito geológico y geográfico.</b>	<b>5</b>
<b>2.2.  Características morfométricas e hidrológicas</b>	<b>5</b>
<b>2.3.  Usos del agua</b>	<b>6</b>
<b>2.4.  Registro de zonas protegidas</b>	<b>6</b>
<b><u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u></b>	<b>7</b>
<b><u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u></b>	<b>8</b>
<b>4.1.  Características físico-químicas de las aguas</b>	<b>8</b>
<b>4.2.  Hidroquímica del embalse</b>	<b>8</b>
<b>4.3.  Fitoplancton y concentración de clorofila</b>	<b>10</b>
<b>4.4.  Zooplancton</b>	<b>12</b>
<b><u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u></b>	<b>14</b>
<b><u>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u></b>	<b>15</b>
<b>ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

---

### ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

<b>Figura 1.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	8
<b>Figura 2.</b> Fotografía de la presa del embalse.....	26
<b>Figura 3.</b> Fotografía desde la presa hacia aguas arriba del embalse.....	26

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Puentelarrá.....	6
<b>Tabla 2.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	10
<b>Tabla 3.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	12
<b>Tabla 4.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.....	14
<b>Tabla 5.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Puentelarrá.....	14
<b>Tabla 6.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.....	15
<b>Tabla 7.</b> Combinación de los indicadores.....	16
<b>Tabla 8.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Puentelarrá.....	16
<b>Tabla 9.</b> Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008). .....	17
<b>Tabla 10.</b> Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.....	18
<b>Tabla 11.</b> Combinación de los indicadores.....	18
<b>Tabla 12.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Puentelarrá.....	19

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Puentelarrá durante los muestreos del verano de 2012 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano 2012, que corresponde al año hidrológico 2011-2012).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del “Potencial Ecológico”, tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

### 2.1. Ámbito geológico y geográfico.

En sentido amplio, la cuenca del embalse de Puentelarrá, se enclava entre los materiales del Cuaternario, como las gravas, cantos, arenas y arcillas.

El embalse de Puentelarrá se sitúa dentro del término municipal de Lantarón, en la provincia de Álava. Regula las aguas del río Ebro.

### 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones de geometría alargada y regular.

La cuenca vertiente al embalse de Puentelarrá tiene una superficie de cuenca de drenaje de 5038 km<sup>2</sup>.

El embalse tiene una capacidad total de 1,50 Hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 6 m. y una profundidad máxima de 13,50 m.

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

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

Superficie de la cuenca	5038 Km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	1,50 Hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	1,41 Hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	40 ha
Cota máximo embalse normal	478 msnm

Tipo de clasificación: 9. Monomítico, calcáreo, de zonas húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal. A pesar de esta clasificación, es un embalse polimítico, que no estratifica dado el pequeño volumen y profundidad.

El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 5 metros de profundidad determinado mediante el Disco de Secchi.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Puentelarrá para el año hidrológico 2011-2012 no pudo ser calculado debido a la ausencia de datos de salidas de caudal en la CHE. Sin embargo, dada su capacidad de tan sólo 1,4 hm<sup>3</sup>, se han utilizado los datos de salida del embalse del Sobrón para el cálculo. Por tanto, se puede afirmar categóricamente que el tiempo de residencia hidráulica es inferior a 0,04 meses, o lo que es lo mismo, a 1,1 días.

### 2.3. Usos del agua

El uso de las aguas del embalse es principalmente abastecimiento humano. También el uso recreativo del embalse es significativo, existiendo una zona libre de pesca, permitiéndose la pesca de ciprínidos.

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Puentelarrá 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 extracción de agua para consumo humano y zonas de protección de hábitat o especie (Punto Red Natura 2000: LIC ES2110008 "Ebro ibaia/río ebro).

### 3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 1). Se ha completado una campaña de muestreo el 26 de Junio de 2012, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

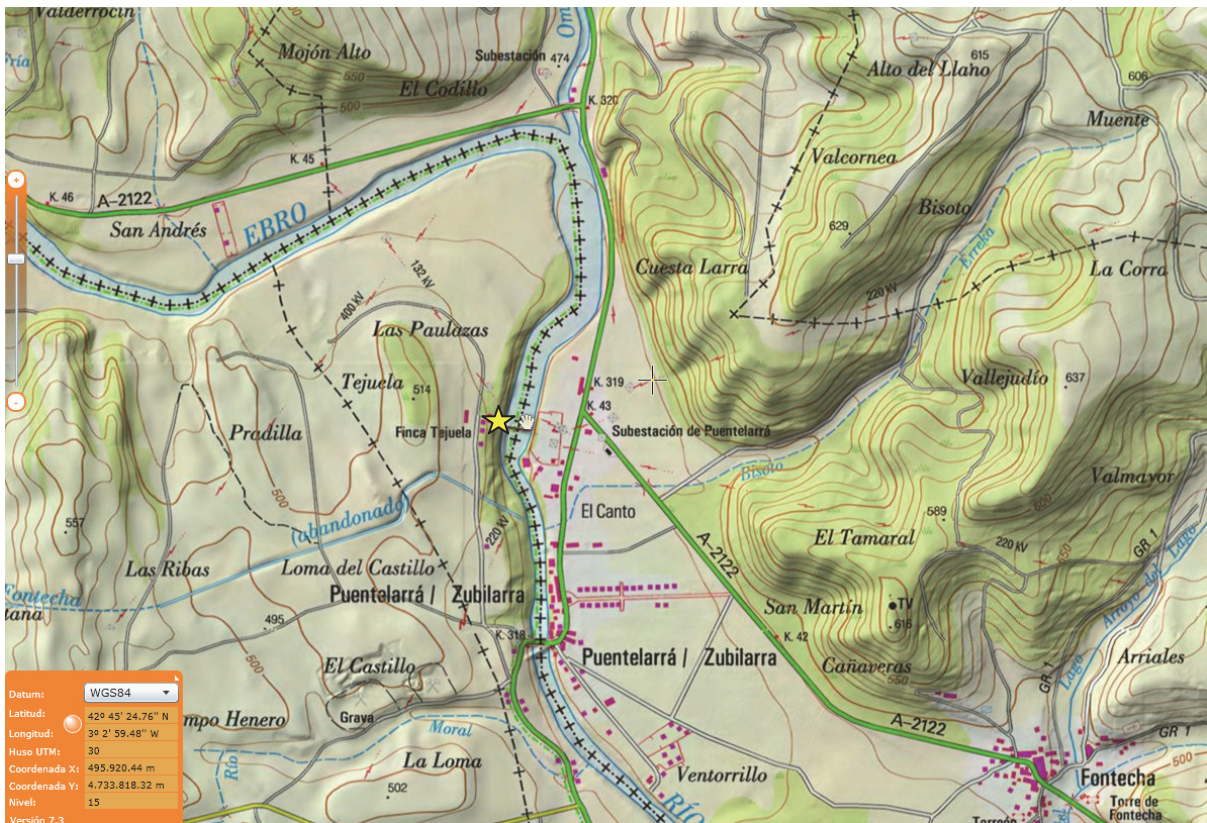


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua es de 24,0 °C en superficie, y solo desciende poco más de medio grado hasta los 23,5 °C del fondo. En el momento del muestreo (Junio 2012) no existe termoclina en el embalse.
- El pH del agua es de 8,31 a lo largo de toda la columna de agua.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 2,55 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 5 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 4 metros de profundidad) fue de 3,86 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,63 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O<sub>2</sub>/L).
- La conductividad del agua es de 294 µS/cm a lo largo de toda la columna de agua.

### 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2012 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 16,80 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 5,29 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,89 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,51 mg N /L.



- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) resultó ser de 0,077 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,21 mg  $\text{SiO}_2$ /L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,41 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	5
CHLOROPHYTA	5
CRYPTOPHYCEAE	3

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

**Tabla 2.** Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	1231,88
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	221349
Diversidad Shannon-Wiener		1,07
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cryptophyceae
Nº células/ml		1014
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Plagioselmis (=Rhodomonas)* lacustris</i>
Nº células/ml		1002,83
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cryptophyceae
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		164043
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Plagioselmis (=Rhodomonas)* lacustris</i>
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		132319

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

La concentración de clorofila fue de 2,03  $\mu\text{g}/\text{L}$ . en la muestra integrada.

Los resultados de la composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen se muestran en la lista siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml
<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>		
<i>Aulacoseira granulata</i>	30,73	4826,63
<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>		
<i>Achnantheidium minutissimum (=Achnanthes minutissima)</i>	2,79	526,54
<i>Amphora pediculus</i>	2,79	236,94
<i>Encyonema minutum (=Cymbella minuta)</i>	2,79	1447,99
<i>Fragilaria crotonensis</i>	13,97	3159,25
<b>CHLOROPHYTA</b>		
<i>Acutodesmus obliquus (=Scenedesmus obliquus=Scenedesmus acutus)</i>	11,17	2808,22
<i>Monoraphidium contortum</i>	2,79	105,31
<i>Oocystis borgei</i>	2,79	279,34
<i>Pandorina morum</i>	142,46	42965,77
<i>Scenedesmus subspicatus (=Scenedesmus gutwinskii)</i>	5,59	949,75
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>		
<i>Cryptomonas erosa var. reflexa</i>	8,38	29486,31
<i>Cryptomonas phaseolus</i>	2,79	2237,80
<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	1002,83	132319,83
<b>TOTAL BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>53,07</b>	<b>10197,35</b>
<b>TOTAL CHLOROPHYTA</b>	<b>164,81</b>	<b>47108,39</b>
<b>TOTAL CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>1014,00</b>	<b>164043,95</b>
<b>TOTAL ALGAS</b>	<b>1231,88</b>	<b>221349,69</b>

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

#### 4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Puentelarrá se han identificado un total de 17 especies distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 10 Rotifera
- 1 Copepoda
- 4 Cladocera
- 1 Diptero
- 1 Mollusca

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	4,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	106,2
BIOMASA TOTAL	µg/L	22,71
Diversidad Shannon-Wiener		2,29
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		92,88
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Synchaeta oblonga</i>
individuos/L		52,31
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		14,76
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Moina micrura</i>
µg/L		11,54

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, se muestran en la tabla siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L
<b>CLADÓCEROS</b>		
<i>Bosmina longirostris</i>	0,19	0,25
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	0,38	0,46
<i>Daphnia parvula</i>	0,77	2,31
<i>Moina micrura</i>	1,92	11,54
<b>COPÉPODOS</b>		
<i>Acanthocyclops americanus</i>	4,62	0,69
<b>ROTÍFEROS</b>		
<i>Asplanchna</i> sp.	0,19	0,13
<i>Brachionus quadridentatus</i>	2,31	0,76
<i>Keratella cochlearis</i>	0,38	0,02
<i>Keratella quadrata</i>	0,38	0,05
<i>Lecane cornuta</i>	0,38	0,02
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	6,15	0,31
<i>Synchaeta kitina</i>	27,69	1,38
<i>Synchaeta oblonga</i>	52,31	2,62
<i>Synchaeta stylata</i>	1,92	0,20
<i>Trichocerca gracilis</i>	1,15	0,03
<b>OTROS</b>		
<i>Dreissena polymorpha</i>	4,62	1,94
Chironómido	0,77	-
<b>Total Cladóceros</b>	3,27	14,56
<b>Total Copépodos</b>	4,62	0,69
<b>Total Rotíferos</b>	92,88	5,53
<b>Total Otros</b>	5,38	1,94
<b>Total</b>	106,15	22,71

No se ha tomado muestra de red por imposibilitarlo el muestreo desde la presa.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 4 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 4.** Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros   Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ( $\mu\text{g P/L}$ )	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel/ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
<b>VALOR PROMEDIO FINAL</b>	<b>&gt; 4,2</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>&lt; 1,8</b>

En la tabla 5 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

**Tabla 5.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de Puentelarrá.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	16,80	Mesotrófico
CLOROFILA a	2,03	Oligotrófico
DISCO SECCHI	2,55	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	1232	Mesotrófico
<b>ESTADO TROFICO FINAL</b>	<b>3,25</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT), la densidad algal y la transparencia (DS) indican un estado de mesotrofia. Mientras la concentración de clorofila a clasifican al embalse como oligotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de PUENTELARRÁ ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 6.** Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
		Biomasa algal, Clorofila a (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		<i>Trophic Index (TI)</i>	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&gt; 4, 2</b>	<b>3, 4 -4, 2</b>	<b>2,6-3,4</b>	<b>1, 8 -2, 6</b>	<b>&lt; 1, 8</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P /L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)</b>			<b>MPE</b>	<b>AS FUN</b>	<b>NO AS FUN</b>		
			<b>&gt;4,2</b>	<b>3,4-4,2</b>	<b>&lt;3,4</b>		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2, se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del

ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 7:

**Tabla 7.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 8 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

**Tabla 8.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Puentelarrá.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(ce/ml)	1232	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	2,03	Bueno
		Biovolumen algal(mm <sup>3</sup> /L)	0,22	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,78	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,01	Deficiente
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,63	Bueno
		Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)	8,4	Moderado
	Zooplancton	Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)	5,81	Bueno
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,3</b>	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	2,55	Moderado
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/LO <sub>2</sub> )	7,50	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/LP)	16,80	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>3,3</b>	<b>NO AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>MODERADO</b>



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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 9 y 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 9.** Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	$VR_t$	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2	9,5	0,21
			Biovolumen $mm^3/L$	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

**Tabla 10.** Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

Indicador	Elementos	Parámetros	RANGOS DEL RCET				
			Máximo	Bueno	No alcanza		
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	> 1	1-0,43	< 0,43		
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	> 1	1-0,36	< 0,36		
		Índice de Catalán (IGA)	> 1	1-0,9822	< 0,9822		
		Porcentaje de cianobacterias	> 1	1-0,72	< 0,72		
			<b>Máximo</b>	<b>Bueno</b>	<b>Moderado</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Malo</b>
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>&gt; 0,8</b>	<b>0,6-0,8</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			<b>MPE</b>	<b>AS FUN</b>	<b>NO AS FUN</b>		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>&gt;4,2</b>	<b>3,4-4,2</b>	<b>&lt;3,4</b>		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 11:

**Tabla 11.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Normativo
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 12 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

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

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,03	1,28	1,20	Máximo
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,22	3,43	2,52	Máximo
			<b>Media</b>				<b>1,86</b>
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	64,99	0,839	0,51	No alcanza
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	1,00	1,00	Máximo
			<b>Media</b>				<b>0,76</b>
<b>Media global</b>						<b>1,31</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,31</b>		<b>MÁXIMO</b>	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,55			Moderado	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	7,50			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	16,80			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3,3</b>		<b>NO AS FUN</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 2:** Vista de la presa del embalse



**Figura 3:** Vista desde la presa hacia aguas arriba