



---

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE CALANDA  
AÑO 2010

---



VNIVERSITAT D VALÈNCIA

CONSULTOR:

**UNIVERSITAT DE VALÈNCIA ESTUDI GENERAL**

**Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Área de Limnología**

Departamento de Microbiología y Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas

46100 – Burjassot (Valencia)

DICIEMBRE 2010

## ÍNDICE

	Página
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b><u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u></b>	<b>2</b>
2.1.  Ámbito geológico y geográfico	2
2.2.  Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3.  Usos del agua	4
2.4.  Registro de zonas protegidas	4
<b><u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u></b>	<b>5</b>
<b><u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u></b>	<b>6</b>
4.1.  Características fisicoquímicas de las aguas	6
4.2.  Hidroquímica del embalse	9
4.3.  Fitoplancton y concentración de clorofila	10
4.4.  Zooplancton	12
<b><u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u></b>	<b>14</b>
<b><u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u></b>	<b>15</b>

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Calanda durante la campaña de muestreo del verano de 2010 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 2010, que corresponde al año hidrológico 2009-2010).

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

La cuenca vertiente al embalse de Calanda está situada en el dominio Ibérico Maestrazgo Catalánides. El área engloba los macizos mesozoicos de la terminación oriental de la Cordillera Ibérica y su enlace con la Cordillera Costero-Catalana. Orográficamente comprende los macizos montañosos del Maestrazgo, Sierra de San Just, puertos de Beceite y Sierra del Boix.

Destacar que los materiales donde se sitúa el embalse de Calanda pertenecen al Triásico, facies Keuper como el Grupo Renales (brechas; calizas dolomíticas y calizas) y el Grupo Ablanquejo (margas y margocalizas). Pertenecientes al Jurásico son la Formación carbonatada de Chelva (con calizas; dolomías; calizas oolíticas y con nódulos de sílex) y la Formación Higuieruelas (calizas con oncolitos).

El embalse de Calanda se sitúa dentro del término municipal de Calanda, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Guadalope.

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

### 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de geometría alargada y sinuosa.

La cuenca vertiente al embalse de Calanda tiene una superficie total de 266269,73 ha.

Este embalse tiene una capacidad total de 54,32 hm<sup>3</sup>, que coincide con la capacidad útil. Tiene una profundidad media de 17,4 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 53 m.

En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

**CUADRO 1**  
**CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE CALANDA**

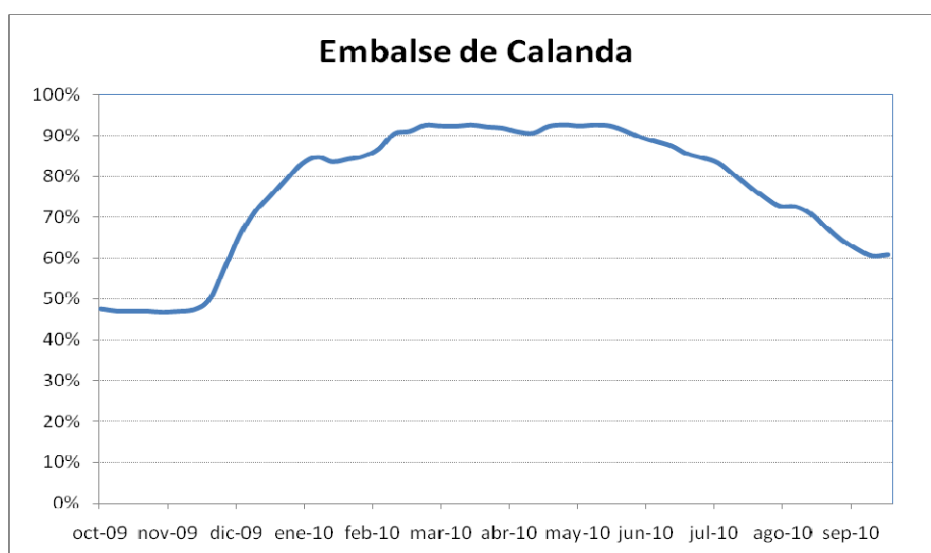
Superficie de la cuenca	2740 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	54,32 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	54,32 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	140 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	312 ha
Cota máximo embalse normal	440 m

Se trata de un embalse monomítico, aunque durante la época del muestreo, a mediados de septiembre ya no presentaba termoclina. El límite inferior de la capa fótica en ese momento se encuentra alrededor de los 17,5 metros de profundidad.

El tiempo de permanencia hidráulica media en el embalse de Calanda para el año hidrológico 2009-2010 fue de 3,95 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores semanales del porcentaje de volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2009-2010 en Hm<sup>3</sup>.

**GRÁFICO 1**  
**VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2009-2010**



### **2.3. Usos del agua**

Las aguas del embalse se destinan principalmente a los regadíos. Dentro de los usos recreativos destacan la pesca, ya que sus aguas están declaradas como “trucheras en régimen especial” siendo el embalse coto deportivo de pesca y la navegación (a remo y vela sin restricciones, con limitaciones para la navegación a motor).

### **2.4. Registro de zonas protegidas**

El embalse de Calanda 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 sensibles a nutrientes (zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE).

### 3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver **Figura 1**). Se ha completado una campaña de muestreo el 13 de Septiembre de 2010, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

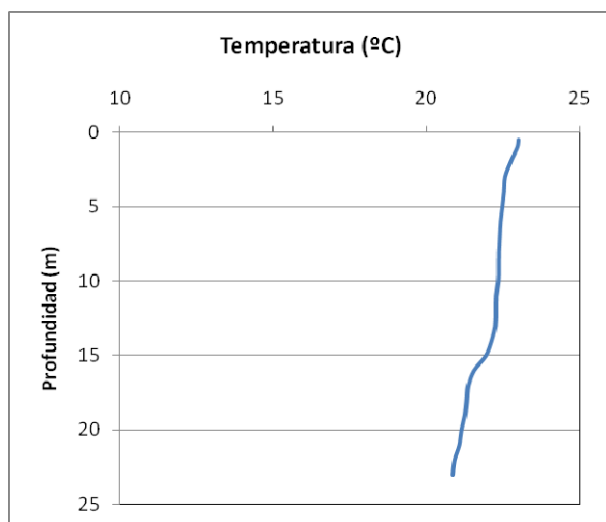


**Figura 1.** Localización de la estación de muestreo en el embalse

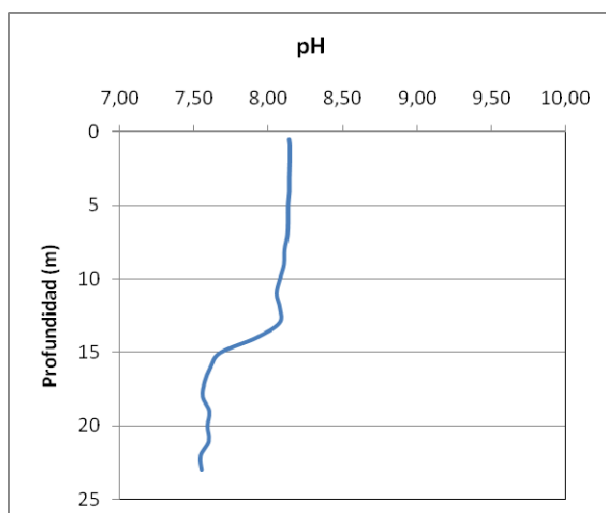
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

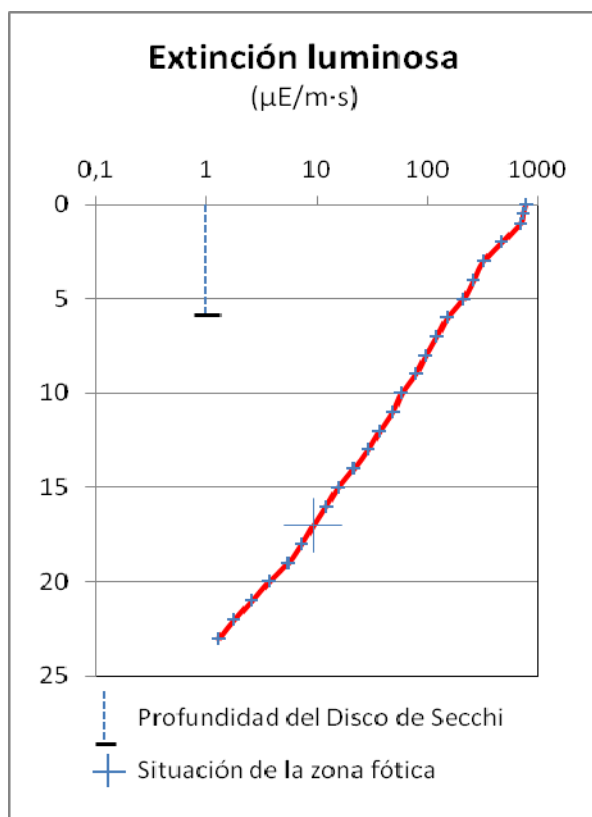


La temperatura del agua oscila entre los 20,9 °C – en el fondo- y los 23,0 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Septiembre 2010) la termoclina ya había desaparecido. A pesar de no estar estratificado, se observa una zona hipolimnética por debajo de 15 m donde cambian las propiedades de la columna de agua como vemos en las variables siguientes.



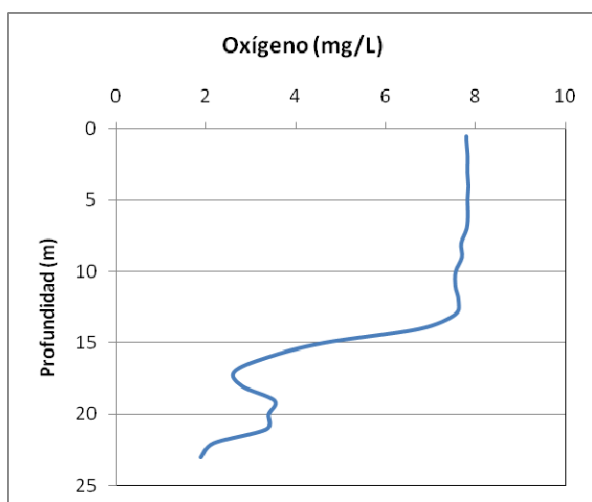
El pH del agua en superficie es de 8,15. En el fondo el pH es 7,55 coincidiendo con los valores más bajos.



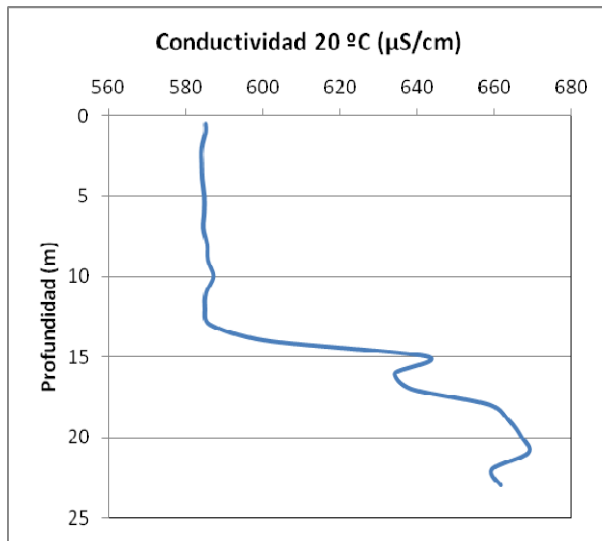


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 5,80 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 14,50 metros. Sin embargo, la medición mediante célula fotoeléctrica de la extinción luminosa proporciona un valor de 17,5 m por lo que se ha considerado una profundidad de 15 m para la muestra integrada.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 15 m) fue de 1,70 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua hasta 10 m de profundidad alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,78 mg/L. La concentración media alcanzada en el resto de la columna es de 4,40 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ) tan sólo en el último metro próximo al fondo, con un valor de 1,89 mg/L.



La conductividad del agua es de 585  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 662  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo, aunque el valor máximo se sitúa a 21 m. Al igual que en el oxígeno, se observa un cambio en las condiciones hipolimnéticas, por debajo de 15 m, menos oxigenadas y ligeramente más mineralizadas.

#### 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2010 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 14,81  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de P soluble fue de 0,3  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,05 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,84 mg N /L.
- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) resultó ser de 0,003 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 5,24 mg  $\text{SiO}_2/\text{L}$ .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,67 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 36 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	11
CHRYSOPHYCEAE	6
CHLOROPHYCEAE	10
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYTA	5
DINOPHYTA	1
EUGLENOPHYTA	1
XANTHOPHYTA	1

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

#### CUADRO 2

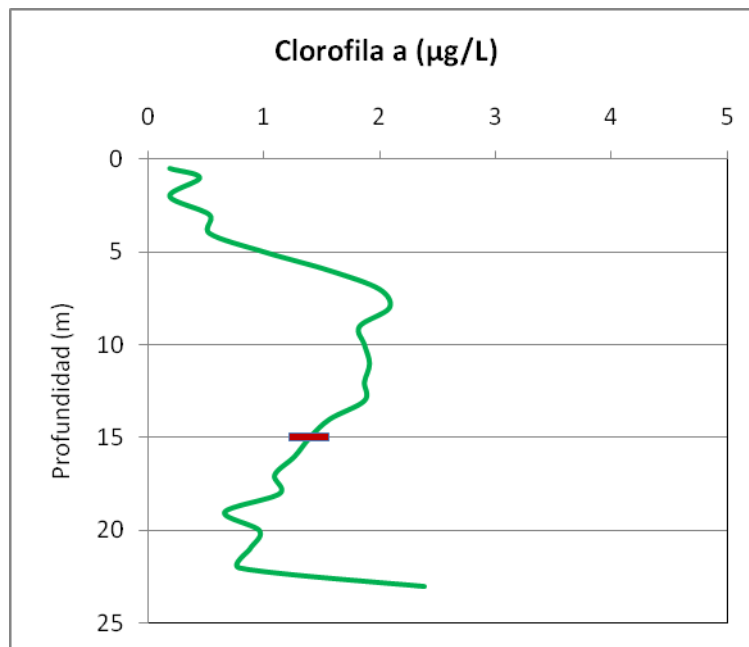
##### ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON

Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	1136,91
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm <sup>3</sup> /ml	378792
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cryptophyta
Nº células/ml		472,08
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Rhodomonas (=Plagioselmis) lacustris</i> Pascher & Rutter
Nº células/ml		416,21
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cryptophyta
µm <sup>3</sup> /ml		184170

ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller) Dujardin
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	122183

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 3,11.

La concentración de clorofila *a* fue de 1,30  $\mu\text{g}/\text{L}$  en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura con una línea roja. El perfil vertical realizado mediante fluorímetro muestra un valor máximo hacia los 8 m de profundidad.



#### 4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Calanda se han identificado un total de 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 2 Copepoda
- 9 Rotifera
- 1 Larvas de Mejillón

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 3**):

**CUADRO 3**  
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

PROFUNDIDAD ZOOPLANCTON	m	14,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	325,9
BIOMASA TOTAL	µg/L	36,86
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
	individuos/L	246,11
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
	individuos/L	120,7
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Rotíferos
	µg/L	17,44
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>

---

$\mu\text{g/L}$	6,16	
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)	0 - 22 m	
CLADÓCEROS: 5 %	COPÉPODOS: 22 %	ROTÍFEROS: 49 %

La densidad de las larvas de *Dreissena polymorpha* es de 36,7 individuos/L.  
Las larvas de *Dreissena polymorpha* suponen el 24 % del plancton de red.

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 2,28.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 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.

**CUADRO 4**  
PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

Parámetros   Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P (µg 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 (µg/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

En el **Cuadro 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.

**CUADRO 5**  
DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO DEL EMBALSE DE CALANDA

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	14,81	Mesotrófico
CLOROFILA A	1,30	Oligotrófico
DISCO SECCHI	5,80	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1137	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	3,5	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de clorofila a y la transparencia (DS) indican un estado de oligotrofia. Mientras que los resultados obtenidos según, el fósforo total (PT) y la densidad algal clasifican al embalse como mesotrófico. El estado trófico final para el embalse de CALANDA se ha propuesto como **OLIGOTRÓFICO**.



## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

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

**CUADRO 6**

PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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>			4, 2 -5	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	1-1, 8
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>			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento fitoplancton.

(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).

En el **Cuadro 7** 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.

**CUADRO 7**

**DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE CALANDA.**

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	1137	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	1,30	Bueno
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,38	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,45	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,67	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,41	Bueno
		Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)	8,7	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,44	Bueno
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			3,6	<b>BUENO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,80	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/L O <sub>2</sub> )	5,90	Moderado
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	14,81	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			3,3	<b>NO AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PE<sub>exp</sub></b>				<b>MODERADO</b>

**Aproximación normativa (*PEnorm*)**

Se han considerando 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 el **Cuadro 8**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**CUADRO 8**

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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

En el **Cuadro 9** 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.

**CUADRO 9**

DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE<sub>norm</sub>*) DEL EMBALSE DE CALANDA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	2,00	Máximo
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	2,01	Máximo
		Índice de Catalán (IGA)	1,001	Máximo
		Porcentaje de cianobacterias	0,75	No alcanza
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			5,0	<b>MÁXIMO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,80	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,90	Moderado
	Nutrientes	Concentración de P (µg P/L)	14,81	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			3,3	<b>NO AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>			<b>MODERADO</b>	

---

**ANEXO I**  
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Foto 1:** Presa del embalse de Calanda



**Foto 2:** Mejillón cebra en el embalse de Calanda