



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE CALANDA
AÑO 2011



VNIVERSITAT Æ 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 2011

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	2
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
<u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u>	5
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	6
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	14
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	17
<u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	18

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 2011 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 2011, que corresponde al año hidrológico 2010-2011).

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.

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 hm³, 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 ²
Capacidad total N.M.N.	54,32 hm ³
Capacidad útil	54,32 hm ³
Aportación media anual	140 hm ³
Superficie inundada	312 ha
Cota máximo embalse normal	440 msnm

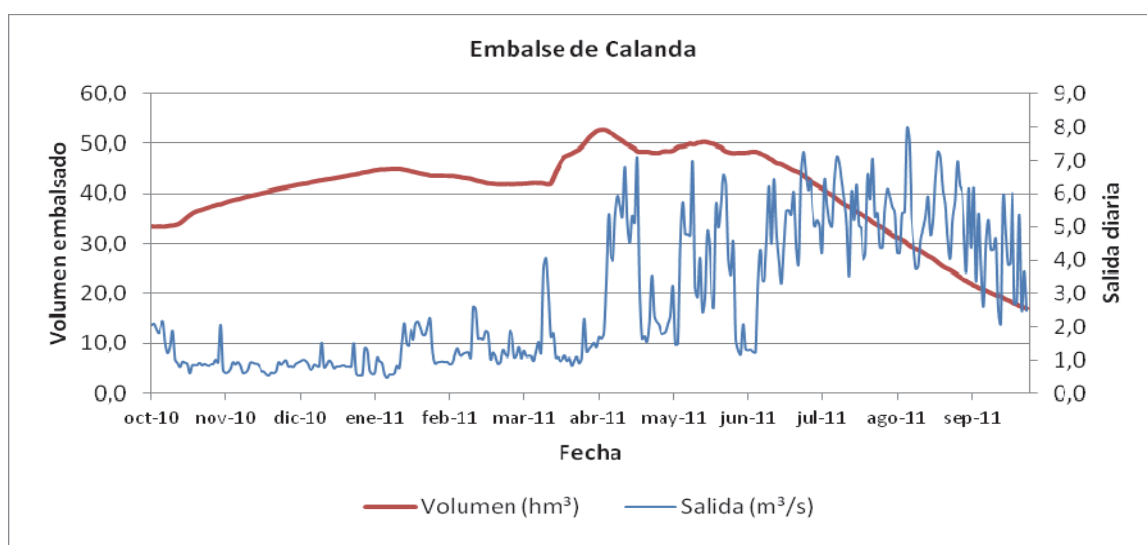
Tipo de clasificación: 11. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal.

Se trata de un embalse monomítico, aunque durante la época del muestreo, a principios de septiembre ya no presentaba termoclina. El límite inferior de la capa fótica en ese momento se encuentra alrededor de los 15 metros de profundidad, medida con medidor fotoeléctrico; sin embargo, estimada por la visión del Disco de Secchi es de 9,3 m.

El tiempo de permanencia hidráulica media en el embalse de Calanda para el año hidrológico 2010-2011 fue de 5,5 meses.

En el GRÁFICO 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2010-2011.

GRÁFICO 1
VOLUMEN EMBALSADO Y SALIDA DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2010-2011



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 2011, 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.

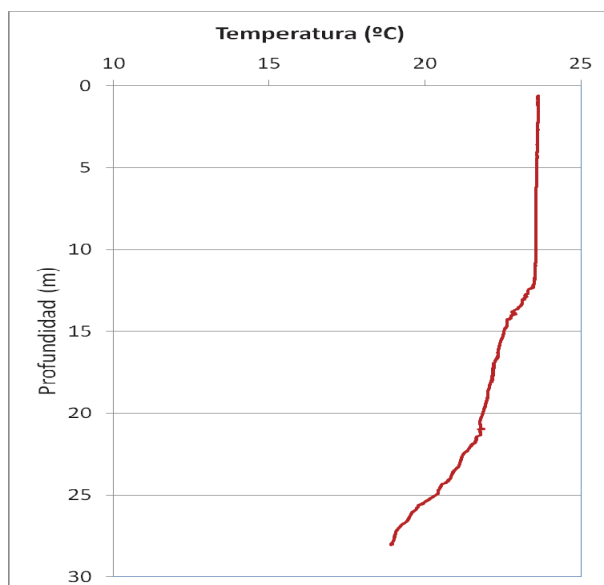


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse

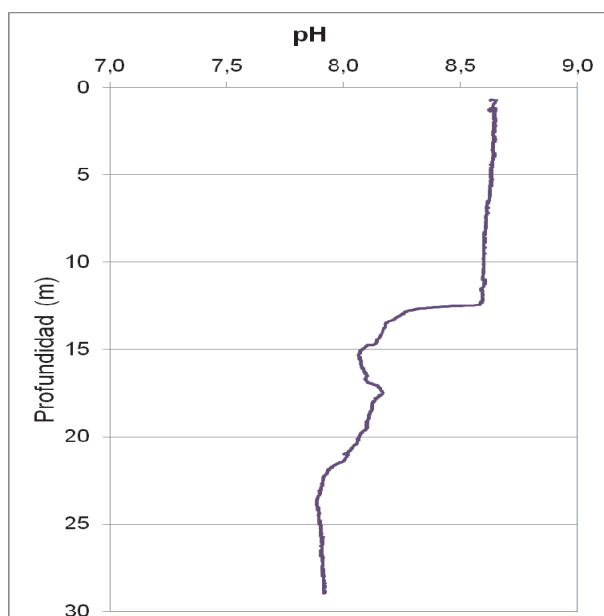
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

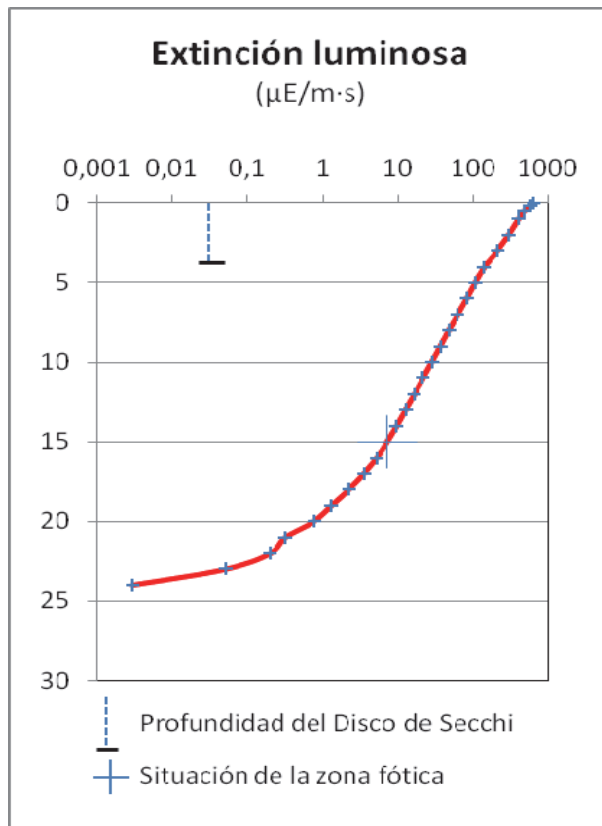
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



La temperatura del agua oscila entre los 18,9 °C – en el fondo- y los 23,6 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Septiembre 2011) la termoclina ya había desaparecido. A pesar de no estar estratificado, se observa una zona hipolimnética por debajo de 12 m donde cambian las propiedades de la columna de agua como vemos en las variables siguientes.

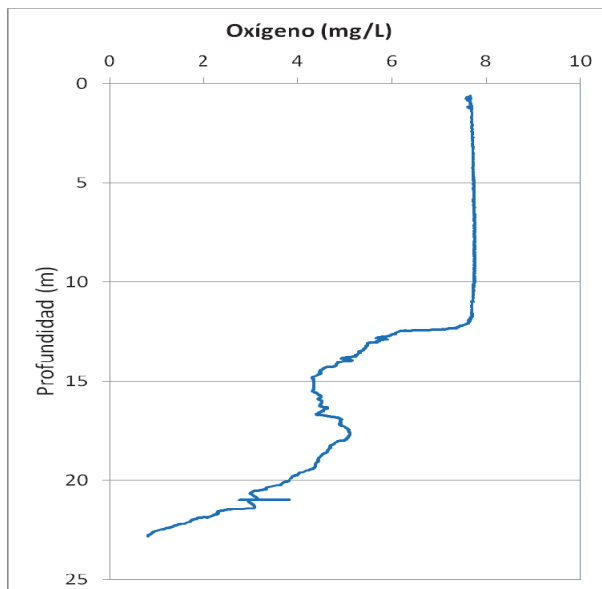


El pH del agua en superficie es de 8,62. En el fondo el pH es 7,91 coincidiendo con los valores más bajos.

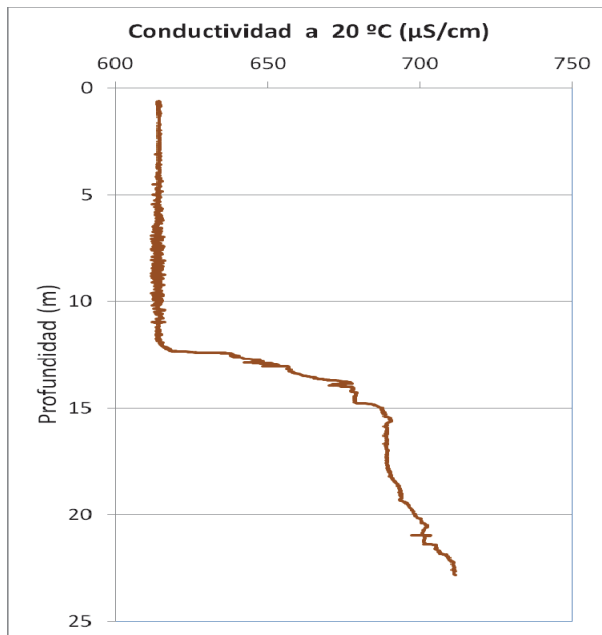


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 3,70 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 9,3 metros. Sin embargo, la medición mediante célula fotoeléctrica de la extinción luminosa proporciona un valor de 15 m por lo que se ha considerado una profundidad de 15 m para la muestra integrada.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 15 m) fue de 2,13 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua hasta 12 m de profundidad alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,70 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$) a partir de los 22 m, con un valor medio de 0,47 mg/L.



La conductividad del agua es de 614 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ coincidiendo con los valores mínimo y máximo respectivamente.. 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 2011 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 3,37 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 0,51 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,01 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,80 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,028 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,53 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,48 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 24 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	7
CHRYSOPHYCEAE	3
CHLOROPHYTA	8
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	1

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

CUADRO 2

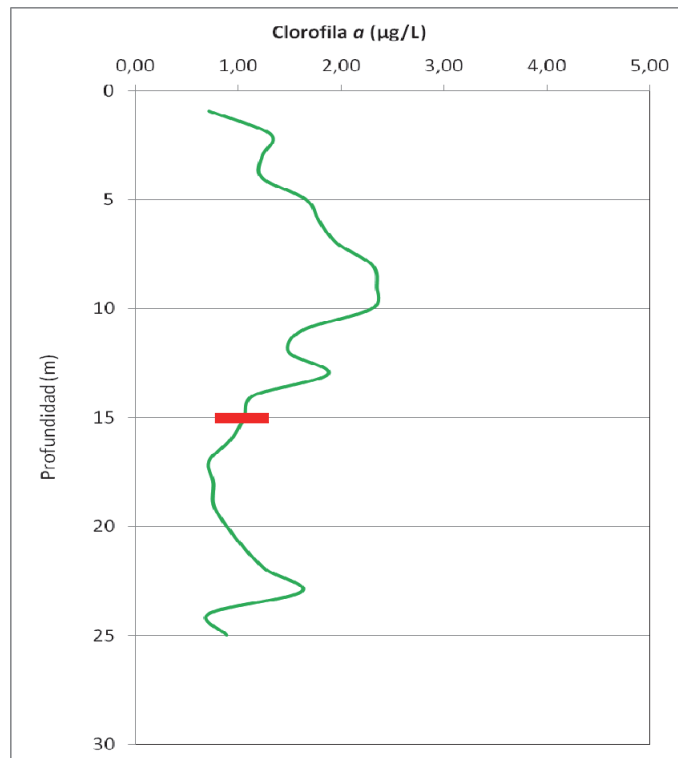
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	575,44
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm ³ /ml	238764
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cryptophyceae
Nº células/ml		231,85
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Plagioselmis lacustris</i>
Nº células/ml		181,57
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cryptophyceae
µm ³ /ml		122183

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
	µm ³ /ml	122183

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 3,09.

La concentración de clorofila a fue de 1,45 µg/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 10 m de profundidad.



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 muestran los resultados del cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
<i>Aulacoseira granulata</i>	5,59	878	1
<i>Cyclotella ocellata</i>	22,35	2527	1
<i>Cyclotella radiosa</i>	5,59	1229	1
<i>Cyclotella</i> sp. pequeña	170,40	20074	
BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)	2,79	527	1
<i>Amphora ovalis</i>			1
<i>Diploneis ovalis</i>	2,79	5331	1
<i>Encyonema minutum</i> (=Cymbella minuta)			1
<i>Nitzschia palea</i>	2,79	1486	1
<i>Ulnaria ulna</i> (=Fragilaria ulna)			1
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Dinobryon crenulatum</i>	2,79	1137	1
<i>Kephyrion planktonicum</i>	2,79	92	
<i>Pseudokephyrion pseudospirale</i>	2,79	92	
CHLOROPHYTA			
<i>Coelastrum microporum</i>	11,17	2293	1
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	11,17	2235	1
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	5,59	184	1
<i>Planctonema lauterbornii</i>	22,35	983	1
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (=Didymocystis planctonica)	33,52	632	
<i>Schroederia setigera</i>	2,79	184	
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	22,35	4423	2
<i>Tetrastrum komarekii</i>	11,17	1609	1
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas erosa</i>	11,17	34401	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
<i>Cryptomonas marssonii</i>			1
<i>Cryptomonas ovata</i>	5,59	8846	1
<i>Cryptomonas pusilla</i>	2,79	645	1
<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	181,57	23958	2
<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i>	30,73	2816	1
DINOPHYCEAE			
<i>Ceratium hirundinella</i>	2,79	122183	1
TOTAL BACILLARIOPHYCEAE	212,30	32052	
TOTAL CHRYSOPHYCEAE	8,38	1322	
TOTAL CHLOROPHYTA	120,12	12543	
TOTAL CRYPTOPHYCEAE	231,85	70665	
TOTAL DINOPHYCEAE	2,79	122183	
TOTAL ALGAS	575,44	238764	

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 Calanda se han identificado un total de 9 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 1 Cladocera
- 2 Copepoda
- 4 Rotifera
- 1 Larvas de Mejillón
- 1 Ácaros de agua

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD ZOOPLANCTON	m	14,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	337,88
BIOMASA TOTAL	µg/L	155,48
Diversidad Shannon-Wiener		2,35
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
	individuos/L	158,85
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
	individuos/L	103,08
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Cladóceros</i>

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	
	µg/L	53,85	
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	
	µg/L	53,85	
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 27 m	
CLADÓCEROS: 14,62 %		COPÉPODOS: 34,23 %	ROTÍFEROS: 8,85 %

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 el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	
CLADÓCEROS			
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	2,31	3,69	3,91
<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	16,15	40,38	33,24
COPÉPODOS			
<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	17,31	71,12	11,05
<i>Thermocyclops dybowskii</i>	0,19	0,52	0,10
Orden Cyclopoida	60,77	23,65	45,94
ROTÍFEROS			
<i>Ascomorpha ecaudis</i>			0,10
<i>Hexarthra fennica</i>			0,49
<i>Keratella tropica</i>			0,49
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	3,08	0,16	0,29
<i>Polyarthra major</i>	20,00	2,60	3,91
OTROS			
<i>Dreissena polymorpha</i>	0,77	0,32	0,49
Total Cladóceros	18,46	44,08	37,15

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	
Total Copépodos	78,27	95,29	57,09
Total Rotíferos	23,08	2,76	5,28
Total Otros	0,77	0,32	0,49
Total	120,58	142,45	100

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
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

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	3,37	Ultraoligotrófico
CLOROFILA a	1,45	Oligotrófico
DISCO SECCHI	3,70	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	575	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	4,25	ULTRAOLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de clorofila a, la transparencia (DS) y la densidad algal indican un estado de oligotrofia. Mientras que el resultado obtenido según el fósforo total (PT) clasifica al embalse como ultraoligotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de CALANDA ha resultado ser **ULTRAOLIGOTRÓFICO**.

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
EXPERIMENTAL

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /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	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			> 4, 2	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /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
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(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 el **Cuadro 7**:

CUADRO 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 el **Cuadro 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.

CUADRO 8

DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE CALANDA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	575	Bueno
		Clorofila a (µg/L)	1,45	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,24	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,01	Máximo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,03	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,25	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,98	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,70	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	7,14	Bueno
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	3,37	MPE
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,3	MPE
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{Exp}			MODERADO	

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 los **Cuadros 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.

CUADRO 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 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

CUADRO 10
PARÁMETROS, RANGOS DEL RCET 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 ³ /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		
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
			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 ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de P (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

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

CUADRO 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 el **Cuadro 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_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

CUADRO 12

DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE_{norm}*) DEL EMBALSE DE CALANDA.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,45	1,79	1,56	Máximo
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,24	3,18	2,36	Máximo
			Media			1,96	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,07	1,001	1,03	Máximo
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Máximo
			Media			1,02	
Media global						1,49	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,49		MÁXIMO	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,70			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,14			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de P (µg P/L)	3,37			Máximo	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				4,3		MPE	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MÁXIMO			

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Presa del embalse de Calanda



Foto 2: Panorámica del embalse de Calanda