



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE TERRADETS
AÑO 2009



CONSULTOR:
UTE RED BIOLÓGICA EBRO

Oficinas UTE Madrid: c/ Miguel Menéndez Boneta 2-4, puerta 8
28460 Los Molinos, Madrid TF y FAX 91 855 00 29 E-mail: consultoria@ica1.e.telefonica.net

DICIEMBRE 2009

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 físico-químicas de las aguas	6
4.2. Hidroquímica del embalse	8
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	9
4.4. Zooplancton	10
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	11
<u>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	12

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Terradets durante los muestreos de 2009 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 2009, correspondiente al año hidrológico 2008-2009).

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 del embalse de Terradets se sitúa sobre el Prepirineo, concretamente en las Sierras Exteriores de dicha cordillera (Sierras del Montsech, Sant Mamet y Carbonera). Al sur de la divisoria de esta cuenca se extiende la gran Depresión Terciaria del Ebro. El embalse se sitúa dentro del término municipal de Limiana, en la provincia de Lérida. Regula las aguas del río Noguera Pallaresa.

Los materiales que se encuentran en la zona, desde un punto de vista geológico, pertenecen al Cretácico superior como conglomerado, areniscas y arcillas, y al Cuaternario como conos de deyección; coluviales y depósitos fluvio-glaciares, gravas; arenas; limos y arcillas.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

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

La cuenca vertiente al embalse de Terradets tiene una superficie total de 252420,27 ha. El embalse tiene una capacidad total de 23 hm³. Tiene una profundidad media de 7 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 9,5 m.

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

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE TERRADETS

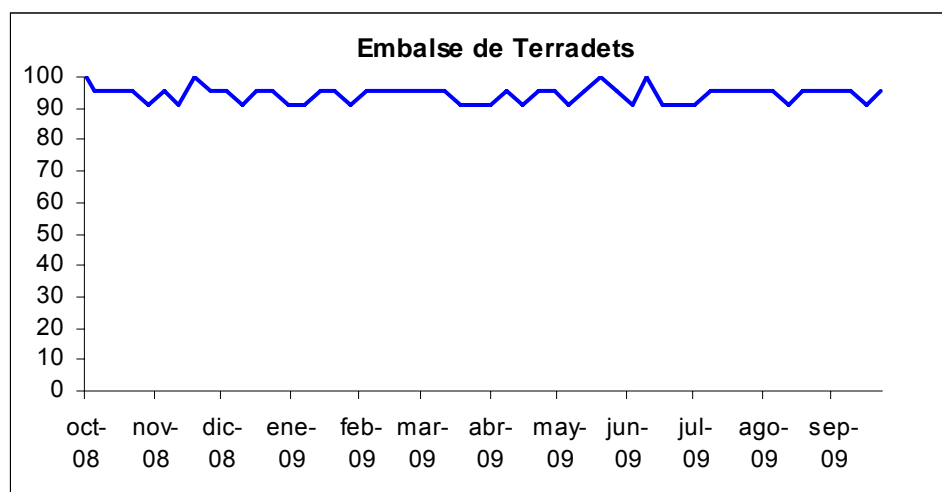
Capacidad total N.M.N.	23 hm ³
Capacidad útil	22 hm ³
Superficie inundada	330 ha
Cota máximo embalse normal	372 msnm

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona húmeda. En la fecha de la realización del muestreo no existe termoclina y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 2,75 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Terradets para el año hidrológico 2008-2009 fue de 0,4 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2008-2009.

GRÁFICO 1
VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2008-2009



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al aprovechamiento hidroeléctrico. Asimismo se realizan actividades de recreo, estando la navegación permitida (sin restricciones para el remo y motor, con condiciones poco favorables para la vela).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Terradets 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 la categoría de zonas de extracción de agua para consumo humano.

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 2 de Julio de 2009, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos 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.

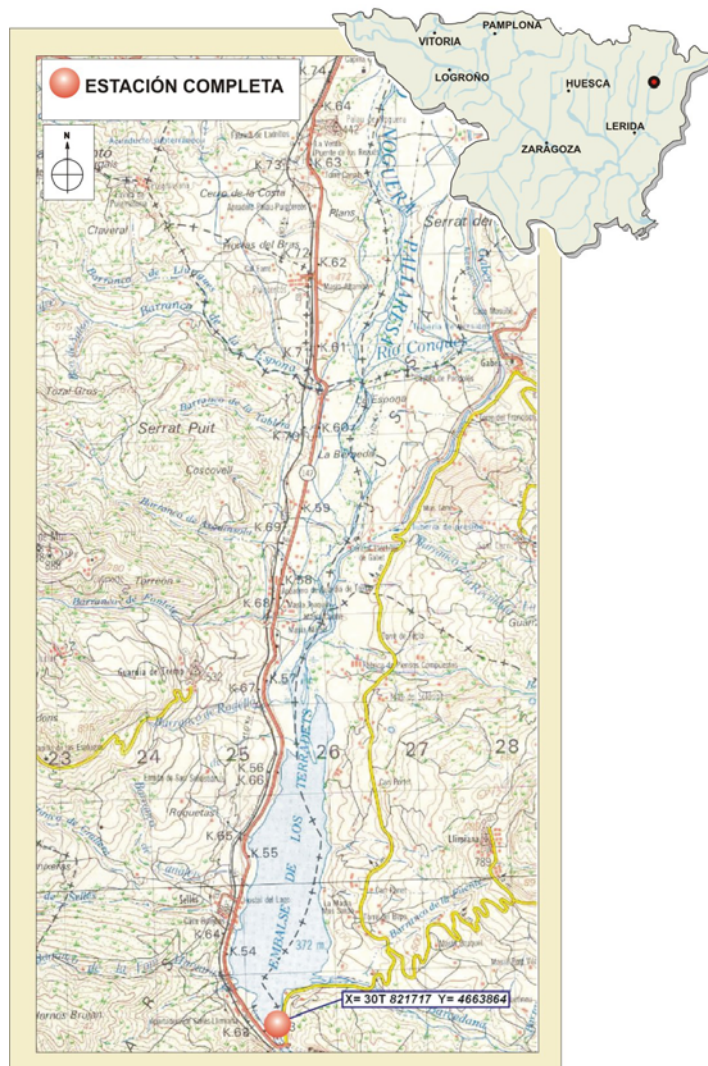


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

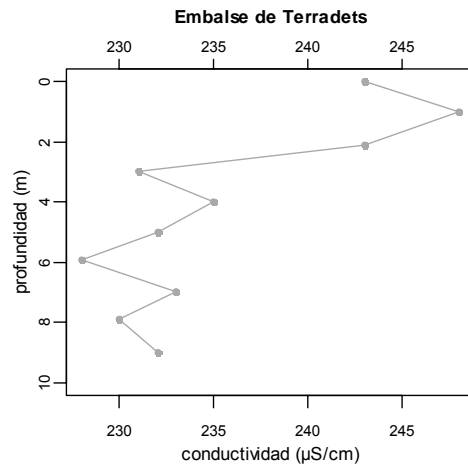
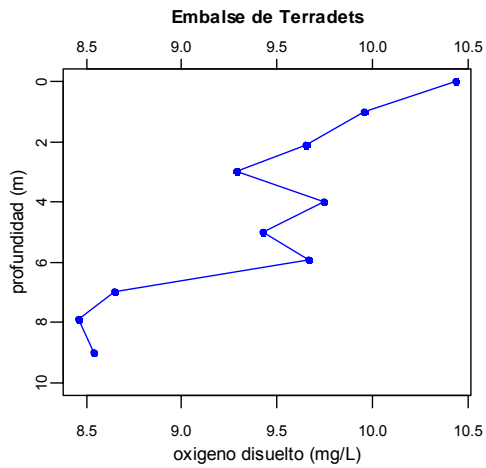
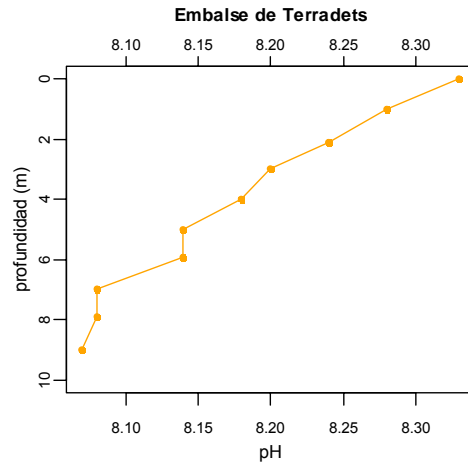
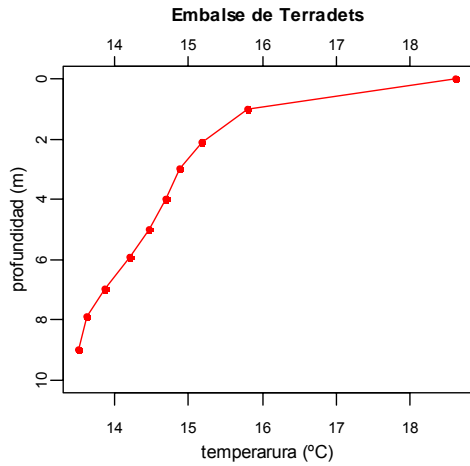
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 13,51 °C – en el fondo- y los 18,62 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2009) no existe termoclina.
- El pH del agua en la superficie toma un valor de 8,33. En el fondo del embalse el valor del pH es de 8,07. Ambos valores coinciden con el máximo epilimnético y el mínimo hipolimnético estival.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 1,10 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 2,75 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 9,34 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el muestreo alcanza una concentración media de 9,38 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).
- La conductividad es de 243 µS/cm en la superficie y de 232 µS/cm en el fondo del embalse, donde el valor registrado es máximo.

GRÁFICO 2
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE TERRADETS



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2009 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 12,46 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 8,40 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,41 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,27 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) resultó inferior al límite de detección (0,1 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 4,34 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,5 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 17 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 7 Bacillariophyceae
- 4 Chrysophyceae
- 3 Chlorophyta
- 3 Cryptophyta

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de Bacilariofíceas (57%), crisofíceas (18%) y criptofíceas (17%). Entre las especies más abundantes, encontramos la bacilariofícea *Achnanthes minutissima kütz* (18,9% de la densidad total). También destacan por su densidad en la muestra integrada las criptófitas *Rhodomonas (=Plagioselmis) lacustris Pascher & Rutter* y la bacilariofícea *Fragilaria crotonensis Kitton* (13,9% y 13,0% de la densidad total), *Rhodomonas (=Plagioselmis) lacustris Pascher & Rutter* y *Saturnella cortiola* (Skuja). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan las bacilariofíceas, con un 50%. Las criptófitas y crisófitas cuentan con un 28% y 19% de biovolumen total respectivamente. El criptófito *Cryptomonas erosa Ehr* proporciona gran parte del biovolumen total (21,4%).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de bacilariofíceas es el mejor representado, con 7 especies.

La concentración de clorofila fue de 1,66µg/L.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Terradets se han identificado un total de 9 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 7 Rotifera
- 2 Copepoda

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 2**).

CUADRO 2
 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

EMBALSE DE TERRADETS		FECHA DE MUESTREO	02/07/2009
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	TER	
PROFUNDIDAD	m	5	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	11,5	
BIOMASA TOTAL	µg/L	1,2	
CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		ROTÍFERA (83%)	
individuos/L		9,6	
ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i> (55%)	
individuos/L		6,3	
CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		COPÉPODA y ROTÍFERA (52%)	
µg/L		0,6	
ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		<i>Acanthocyclops americanus</i> (50%)	
µg/L		0,6	

La composición y estructura poblacional, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad del rotífero *Polyarthra dolichoptera* con un 55% de la densidad total de la muestra. La especie que presenta mayor biomasa es el copepodo *Acanthocyclops americanus* (50%). En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los rotíferos es el que tiene mayor representatividad, con 7 especies.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 3**, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 120).

CUADRO 3
 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 ($\mu\text{g/L}$) en	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 4** 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 4
 DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO DEL EMBALSE DE TERRADETS

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	12,46	Mesotrófico
CLOROFILA A	1,66	Oligotrófico
DISCO SECCHI	1,10	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	321	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	3,25	MESOTROFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el parámetro fósforo total (PT) sitúa el embalse en rangos de mesotrofia. La clorofila a y densidad algal, clasifican el embalse en rangos de oligotrofia. El parámetro de la transparencia (DS) presenta un resultado de eutrofia. El estado trófico final para el embalse de TERRADETS se ha propuesto como **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerando los indicadores especificados en el **Cuadro 5**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 157).

CUADRO 5
 PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Indicador	Elementos	Parámetros	Óptimo	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 a (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 -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 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)			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

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

(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 estado fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

En el **Cuadro 6** 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 6
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE TERRADETS.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	321	Bueno
		Clorofila a (µg/L)	1,66	Bueno
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,12	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,15	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,54	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,37	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,0	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			4,0	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	1,10	Deficiente
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂)	9,38	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	12,5	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,3	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{exp}				MODERADO

b) Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

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 el **Cuadro 7**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 163).

CUADRO 7

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*).

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

En el **Cuadro 8** 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 estado fisicoquímico.

CUADRO 8
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE_{norm}*) DEL EMBALSE DE
 TERRADETS.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	1,66	Óptimo
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,12	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	0,32	Óptimo
		Porcentaje de cianobacterias	0,00	Óptimo
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	ÓPTIMO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	1,10	Deficiente
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	9,38	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	12,5	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,3	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			MODERADO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista general del embalse



Foto 2: Equipo de filtración



Foto 3: Panorámica del embalse