



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LECHAGO
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
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	2
2.1. Ámbito geográfico y geológico	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	12
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	14
<u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	15

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Lechago 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 1** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano de 2010, correspondiente al año hidrológico 2009-2010).

En los apartados sucesivos se tratan 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 geográfico y geológico

El embalse de Lechago 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 Lechago se sitúa en el término municipal de Calamocha, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Pancrudo.

Tipo de clasificación: 7. Monomítico, calcáreo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de reciente construcción, de unas 210 ha de superficie y de geometría regular y alargada. La cuenca de drenaje del embalse de Lechago tiene una superficie de 2957 km². El embalse tiene una capacidad total de 18,16 hm³. En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE LECHAGO

Superficie de la cuenca	2957 km ²
Capacidad total N.M.N.	18,16 hm ³
Capacidad útil	18 hm ³
Superficie inundada	210 ha
Cota máximo embalse normal	891 msnm

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona no húmeda. En el verano de 2010 la termoclina se encuentra entre 1,4 y 3 m, de profundidad y el límite inferior de la capa fótica alrededor de los 10 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Lechago para el año hidrológico 2009-2010 ha sido de 1,68 meses. El volumen se ha mantenido estable en 1 Hm3 durante todo el año, mientras culminan las obras de terminación del embalse y la puesta en carga.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan a abastecimiento humano y a paliar el déficit hídrico de los riegos del bajo Jiloca. También contribuye al mantenimiento de los caudales ecológicos mínimos del río Jiloca, permitiendo el desarrollo de usos recreativos y turísticos.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Lechago 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 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 17 de Junio 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.

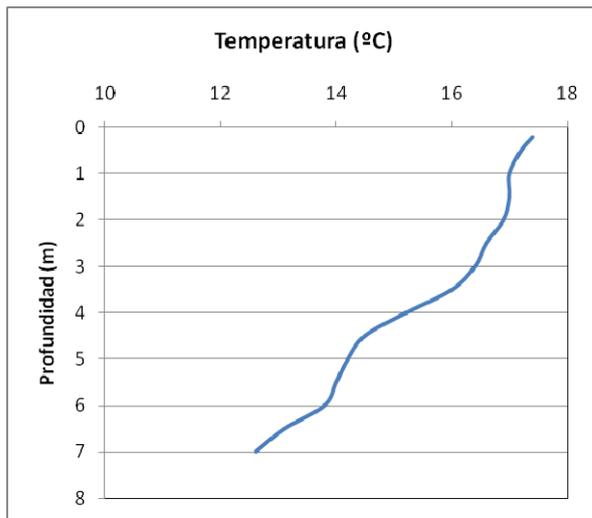


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse

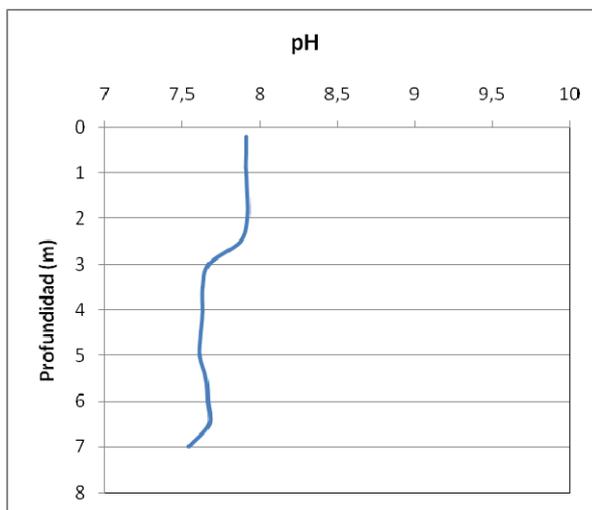
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

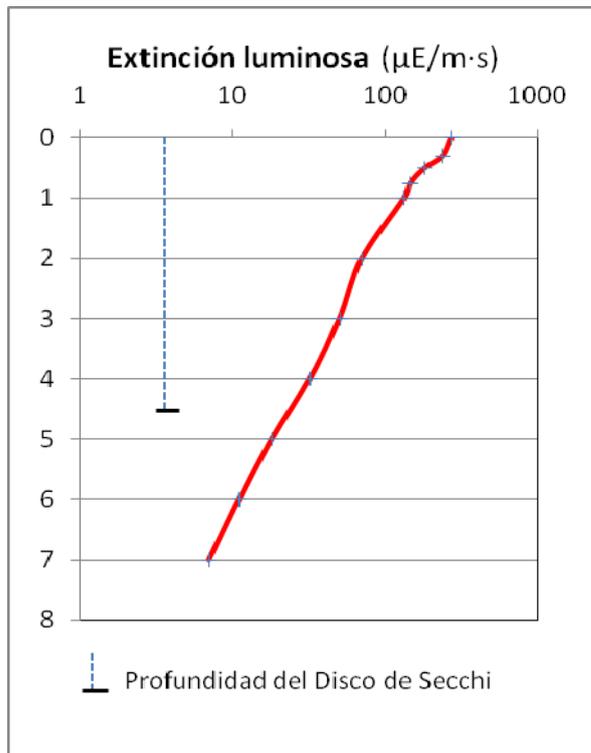
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



La temperatura del agua oscila entre los 12,6 °C en el fondo, y los 17,4 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (17 Junio 2010) la termoclina se sitúa entre 3 y 5 m de profundidad.

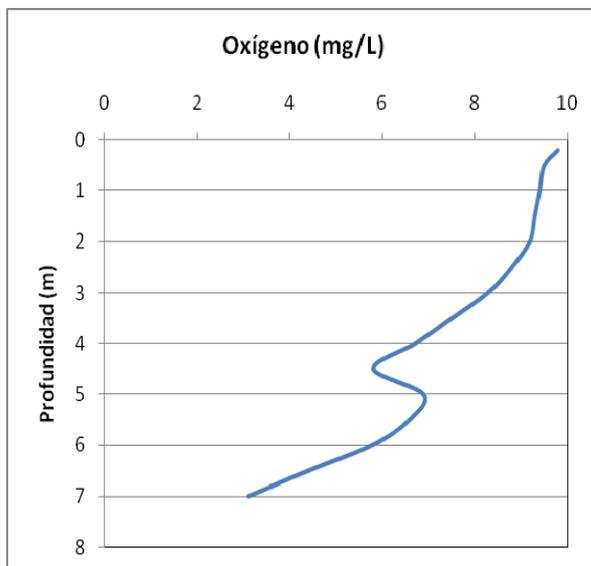


El pH del agua en superficie es de 7,91. En el fondo el pH es 7,54. Ambos valores coinciden con el máximo epilimnético y mínimo hipolimnético estival respectivamente.

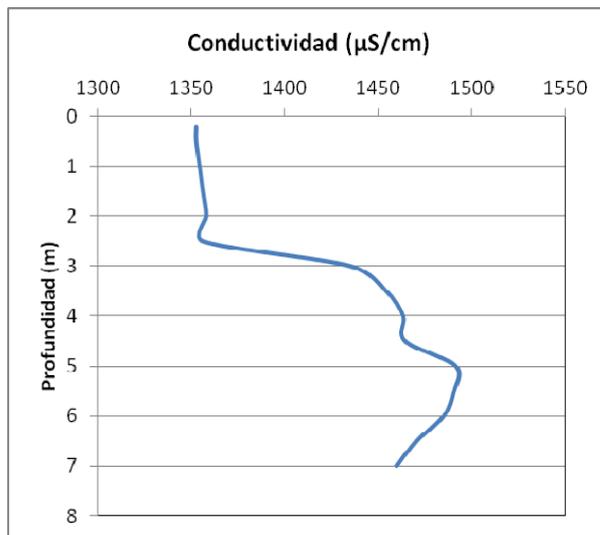


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,50 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 11,2 metros teóricamente. Puesto que la profundidad máxima es de 7,5 m, la luz en este caso llega hasta el fondo.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 6 m de profundidad) fue de 2,79 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 9,19 mg/L. La concentración media alcanzada en el hipolimnion es 4,98 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L).



La conductividad del agua es de 1353 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie (valor mínimo) y de 1460 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. El valor máximo se ha presentado a 5 m de profundidad con 1492 $\mu\text{S}/\text{cm}$

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 12,34 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 1,66 $\mu\text{g P/L}$.
- 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 0,65 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó de 0,057 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 14,23 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,55 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton de las muestras del embalse de Lechago se han identificado un total de 25 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	8
CHLOROPHYCEAE	1
CONJUGATOPHYCEAE	4
CYANOBACTERIA	2
CRYPTOPHYTA	4
DINOPHYTA	2
EUGLENOPHYTA	4

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

CUADRO 2

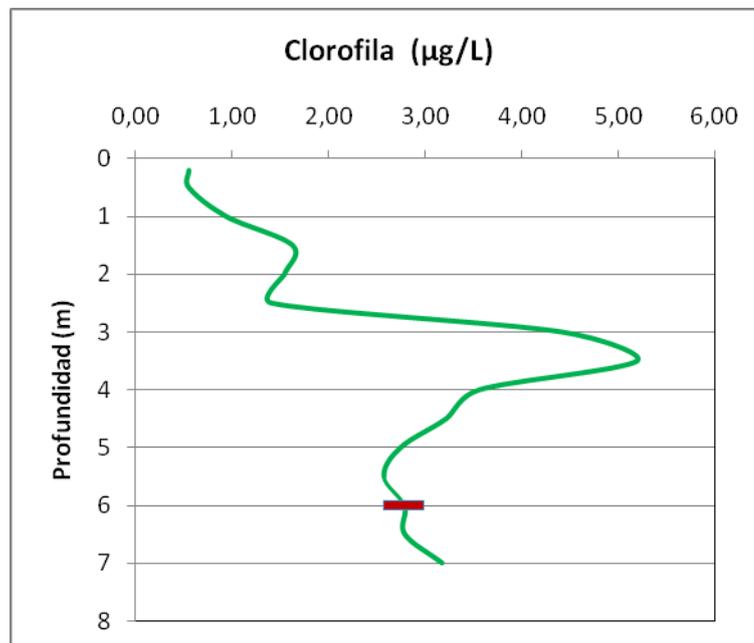
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON

Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	625,72
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm³/ml	575373
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cryptophyta
	Nº células/ml	419,01
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Rhodomonas (=Plagioselmis) lacustris</i> Pascher & Rutter
	Nº células/ml	318,45
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cryptophyta
	µm³/ml	364998

ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i> Marsson
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	275206

En cuanto a diversidad de especies, calculada con el índice de Shannon – Wiener, ha resultado ser de 2,77.

La concentración de clorofila fue de 2,70 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado con una línea roja en la figura. El valor máximo en profundidad se ha presentado, según la medida del perfil vertical por fluorimetría, a los 3,5 m.



4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Lechago se han identificado un total de 15 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 3 Copepoda
- 10 Rotifera

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	6,5
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	301,1
BIOMASA TOTAL	µg/L	78,99
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
	individuos/L	220,93
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Synchaeta oblonga</i>
	individuos/L	150,4
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Cladóceros
	µg/L	47,22
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Ceriodapnia dubia</i>

$\mu\text{g/L}$	40,89	
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)	0 - 6 m	
CLADÓCEROS: 17 %	COPÉPODOS: 14 %	ROTÍFEROS: 68 %

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2010, está caracterizada por la densidad del rotífero *Synchaeta oblonga*, con un 50 %. En lo referente a la biomasa total de la muestra, destaca el cladóceros *Ceriodaphnia dubia* con un 52 %.

En cuanto a diversidad de especies, calculada con el índice de Shannon – Wiener, ha resultado ser de 2,40.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerando 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 LECHAGO

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	12,34	Mesotrófico
CLOROFILA A	2,70	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,50	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	625	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,5	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) y la concentración de clorofila a clasifica al embalse como mesotrófico. El resto de parámetros, densidad algal y transparencia (DS)) indican un estado de oligotrofia. El estado trófico final para el embalse de LECHAGO 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 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 de los elementos 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 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 LECHAGO.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	625	Bueno
		Clorofila a (µg/L)	2,70	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,58	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,28	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	1,99	Deficiente
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,78	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,16	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,50	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	5,60	Moderado
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	12,34	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,3	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO

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

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

CUADRO 9

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

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	0,96	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	1,32	Máximo
		Índice de Catalán (IGA)	1,001	Máximo
		Porcentaje de cianobacterias	0,99	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			5	MÁXIMO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,50	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,60	Moderado
	Nutrientes	Concentración de P (µg P/L)	12,34	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,3	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			MODERADO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Presa del embalse de Lechago



Foto 2: Panorámica del embalse y viaducto de la A-23 al fondo