



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE PENA
AÑO 2009



UTE DBO5, SL-ICA, SL-ENTECSA
C/MIGUEL MENÉNDEZ BONETA, 2 Puerta 8
28460 LOS MOLINOS (MADRID)
CIF: G-84535319

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 morfológicas 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 Pena 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 Pena se ubica 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.

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

Desde un punto de vista geológico, el embalse de Pena se encuentra ubicado entre materiales del Cretácico Superior y del Paleógeno como calizas, margas, dolomías y lutitas.

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 Pena tiene una superficie total de 6258,57 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 17,88 Hm³, que coincide con la capacidad útil. Caracterizado por una profundidad media de 14,7 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 31 m.

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

CUADRO 1
 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE PENA

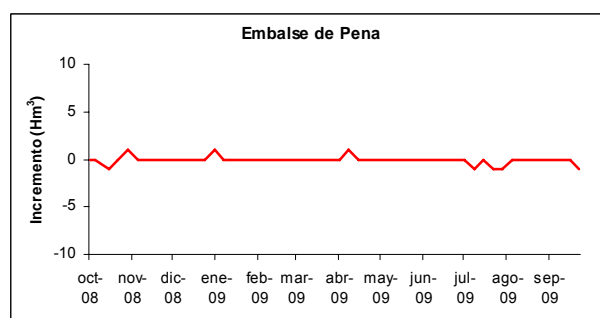
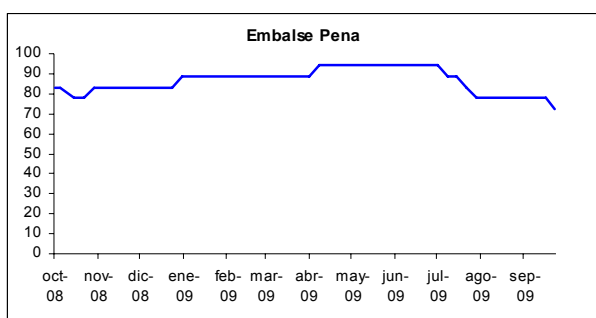
Superficie de la cuenca	160 Km ²
Capacidad total N.M.N.	17,88 Hm ³
Capacidad útil	17,88 Hm ³
Aportación media anual	5,50 Hm ³
Superficie inundada	149 ha
Cota máximo embalse normal	617,03 msnm

Se trata de un embalse monomítico de geología calcárea y situado en zona no húmeda. En la fecha de la realización del muestreo la termoclina se sitúa entre 7 y 10 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 13,25 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Pena para el año hidrológico 2008-2009 fue de 19,1 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores semanales del porcentaje de volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2008-2009, así como los incrementos semanales en Hm³.

GRÁFICO 1
 VOLUMEN EMBALSADO (%) E INCREMENTOS SEMANALES (Hm³) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2008-2009



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego y al abastecimiento de la población. Los usos recreativo y deportivo también son significativos, permitiéndose la navegación (con condiciones poco favorables para el remo, no es apto para vela y motor) en este embalse.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Pena no 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 ninguna de sus categorías.

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 1 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.

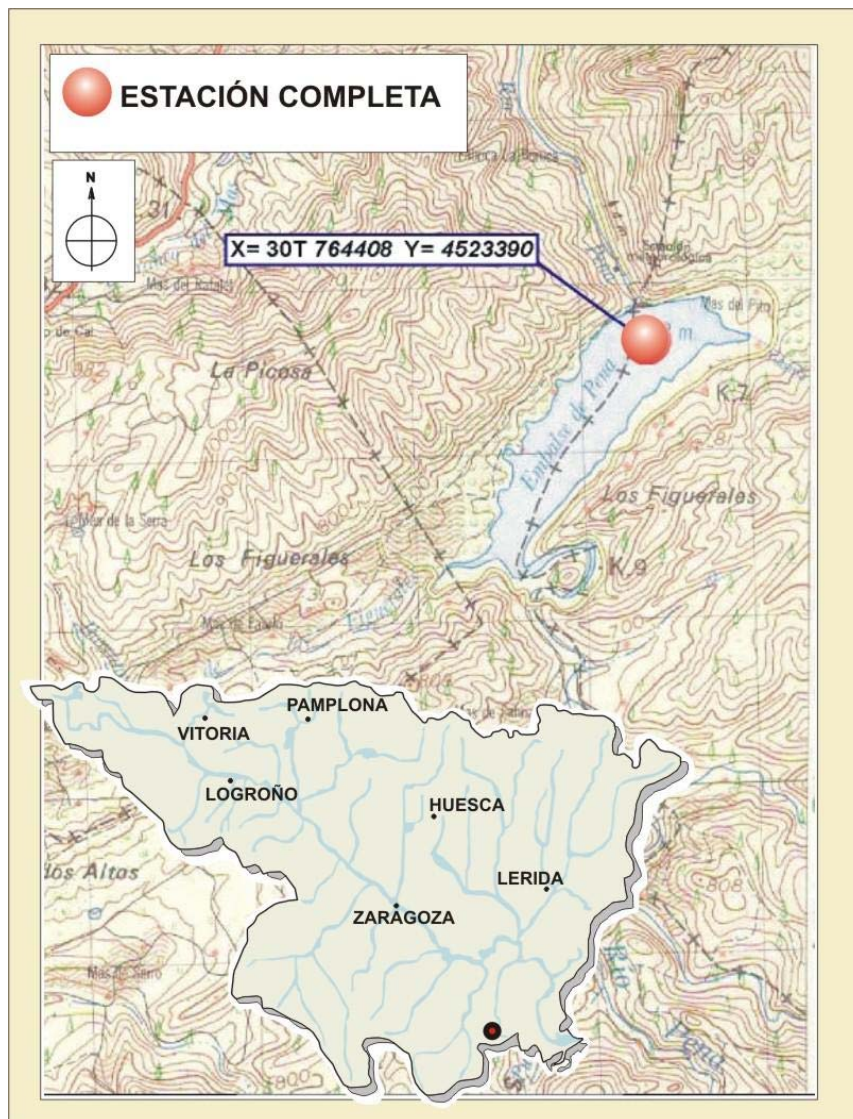


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

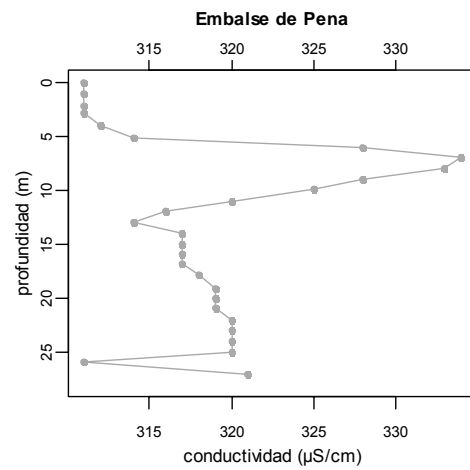
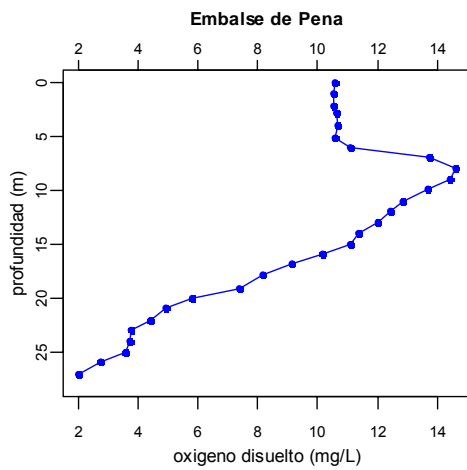
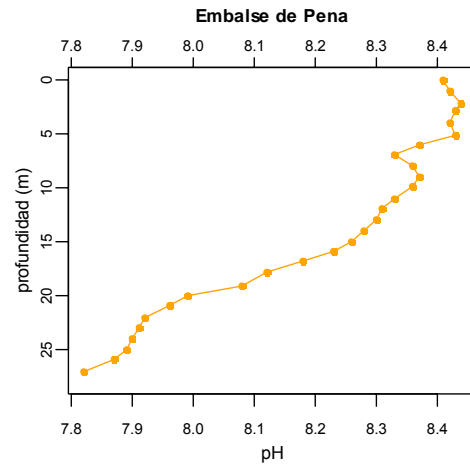
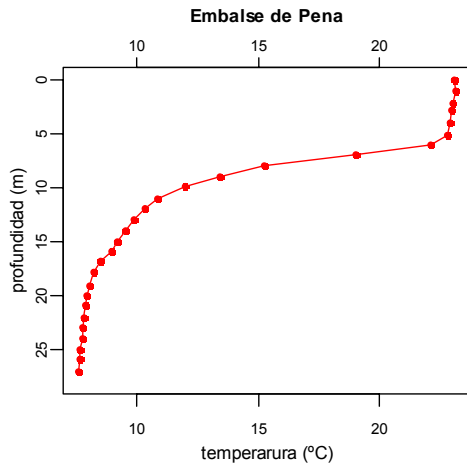
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 7,6°C – en el fondo- y los 23,04 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2009) la termoclina se sitúa entre 7 y 9 m de profundidad.
- El pH del agua en la superficie es ligeramente básico, siendo el valor de 8,41. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,82. Ambos valores coinciden con el máximo epilimnético estival y mínimo hipolimnético respectivamente.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 5,30 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 13,25 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 1,10 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 10,65 mg/L. En el hipolimnion la concentración media alcanza 5,38 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).
- La conductividad del agua es de 311 µS/cm en la superficie y de 321 µS/cm en el fondo del embalse.

GRÁFICO 2
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE PENA



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 7,09 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 4,24 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,45 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,04 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 1,90 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,7 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila.

En el análisis realizado se han identificado un total de 21 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 5 Bacillariophyceae
- 2 Chlorophyta
- 2 Chryptophyta
- 2 Dinophyta
- 2 Chrysophyceae
- 2 Euglenophyta.
- 1 Cyanobacteria

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de Cyanobacteria (64%). Entre las especies más abundantes, encontramos la cianobacteria *Oscillatoria cf. limosa Agardh* (63,3% de la densidad total). También destaca por su alta densidad en la muestra integrada la bacilariofícea *Cyclotella ocellata Pantocsek* (19,9% de la densidad total). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan las bacilariofíceas, con un 36%. Los dinófitos y euglenófitos cuentan con un 25% y 15% de biovolumen total respectivamente. La bacilariofícea *Cyclotella ocellata Pantocsek*, el dinófito *Woloszynskia coronata Thompson* y el euglenófito *Euglena acus Ehr*, proporcionan gran parte del biovolumen total (14,3%, 13,8% y 13,2% respectivamente).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de bacilariofíceas es el mejor representado, con 5 especies.

La concentración de clorofila fue de 0,22 µg/L.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Pena se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 8 Rotifera
- 3 Copepoda
- 2 Cladocera

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 PENA		FECHA DE MUESTREO	01/07/2009
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	PEN	
PROFUNDIDAD	m	27,10	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	35,0	
BIOMASA TOTAL	µg/L	26	
CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		ROTÍFERA (71%)	
individuos/L		25	
ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		<i>Asplanchna priodonta</i> (32%)	
individuos/L		11	
CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		CLADÓCERA (52%)	
µg/L		13	
ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i> (51%)	
µg/L		13	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por el rotífero *Asplanchna priodonta* con un 71% de la densidad total y el cladóceros *Daphnia longispina* con un 51% de la biomasa total. En cuanto a diversidad de especies, el grupo de rotíferos es el mejor representado, con 8 especies.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 3** 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 (pág. 120).

CUADRO 3
 PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

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

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	7,09	Oligotrófico
CLOROFILA A	0,22	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI	5,30	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	799	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	4,25	ULTRAOLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de clorofila califica el embalse en el rango de ultraoligotrofia. El resto de parámetros (la transparencia (DS), fósforo total y densidad algal), indican un estado de oligotrofia. El estado trófico final para el embalse de PENA se ha propuesto como **ULTRAOLIGOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado 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 PENA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	799	Bueno
		Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	0,22	Óptimo
		Biovolumen algal(mm^3/L)	0,13	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,05	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,84	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,54	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	4,3	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			4,0	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	5,30	Bueno
	Oxigenación	O_2 hipolimnética (mg/ LO_2)	7,39	Bueno
	Nutrientes	Concentración de P($\mu\text{g/LP}$)	7,1	Bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,0	AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO				BUENO

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 PENA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	0,22	Óptimo
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,13	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	0,40	Óptimo
		Porcentaje de cianobacterias	64,34	No Alcanza
INDICADOR BIOLÓGICO			2,5	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	5,30	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,39	Bueno
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	7,1	Bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,0	AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			BUENO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista general del embalse



Foto 2: Panorámica del embalse



Foto 3: Presa del embalse de Pena