



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE VADIELLO
AÑO 2010



VNIVERSITAT DE 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
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE	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
3. TRABAJOS REALIZADOS	5
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	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
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	14
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	15

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Vadiello 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 de 2010, correspondiente 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 geográfico y geológico

El Embalse de Vadiello se sitúa dentro del término municipal de Loporzano, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Guatizalema, afluente del Alcanadre, en la cuenca del río Cinca. La cubeta del embalse de Vadiello se enclava en las litologías que se resumen en la siguiente tabla:

TIPO LITOLOGÍA	ORIGEN
Calizas, calcarenitas, dolomías y margas	CARBONATADAS
Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo	DETRÍTICAS
Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas	DETRÍTICAS
Sales potásicas	EVAPORÍTICAS

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

La cuenca vertiente al embalse de Vadiello tiene una superficie total de 13450,71 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 65,32 hm³. Tiene una profundidad media de 28,5 m, mientras que la profundidad máxima es de 59,80 m. En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse y de las subcuencas.

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE VADIELLO

Superficie de la cuenca	155 km ²
Capacidad total N.M.N.	65,32 hm ³
Capacidad útil	65 hm ³
Aportación media anual	120 hm ³
Superficie inundada	347 ha

Cota máximo embalse normal	467,69 m
----------------------------	----------

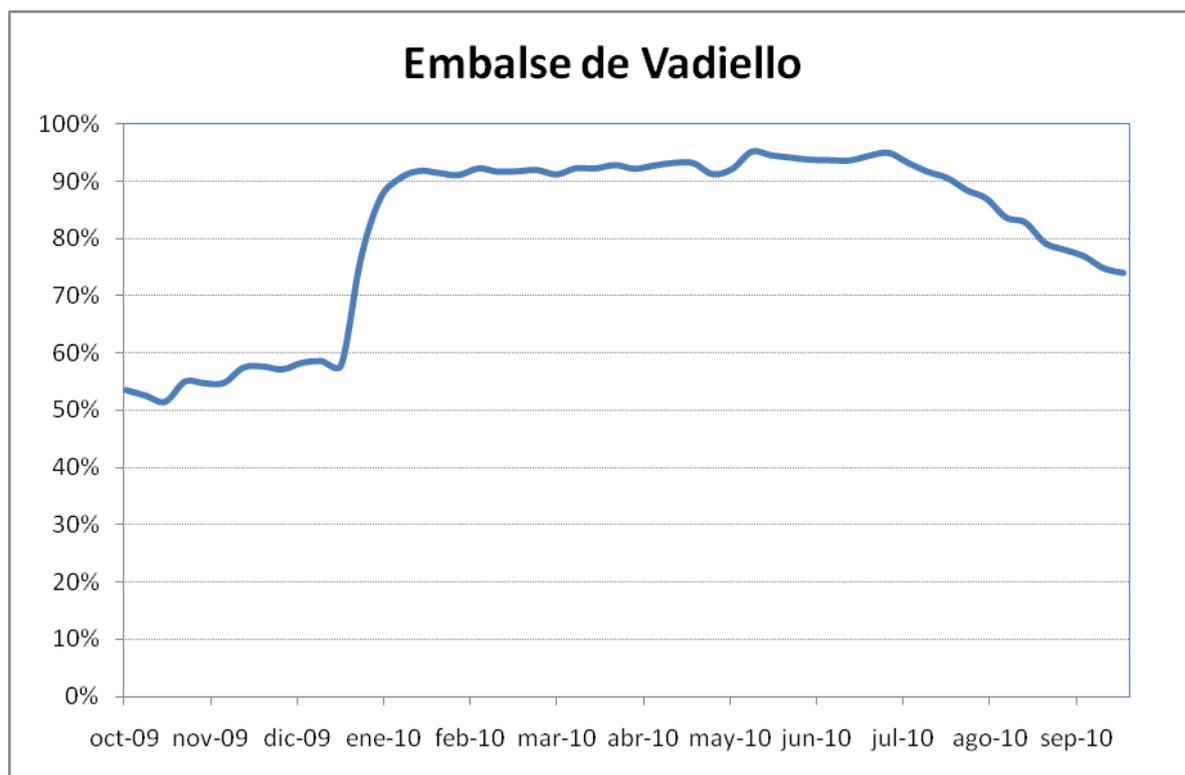
* Fuente Página web Confederación Hidrográfica del Ebro

Se trata de un embalse monomítico. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno entre los 6 y 9 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 11 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Vadiello para el año hidrológico 2009-2010 fue de 5,0 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores semanales de volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2009-2010.

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 y al aprovechamiento hidroeléctrico. Los usos recreativo y deportivo también son significativos, permitiéndose el baño, la navegación (a remo y a vela sin restricciones, no es apto para motor) y la pesca en este embalse.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Vadiello 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 uso recreativo (zona de baño: Guesalaz) 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 22 de Julio 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.

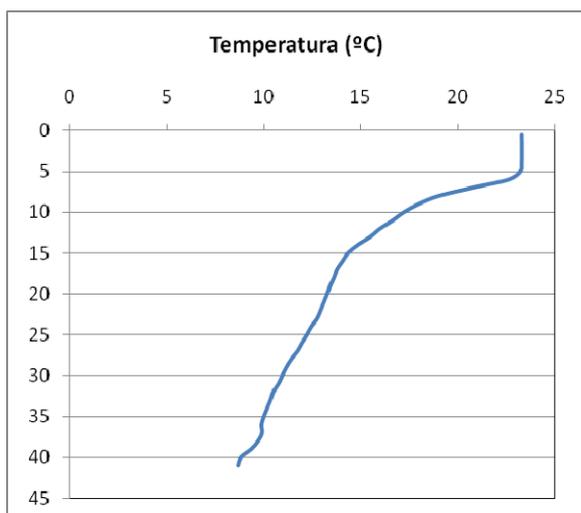


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

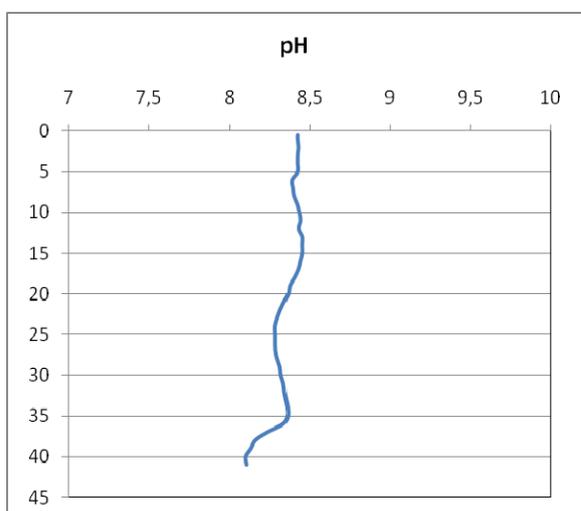
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

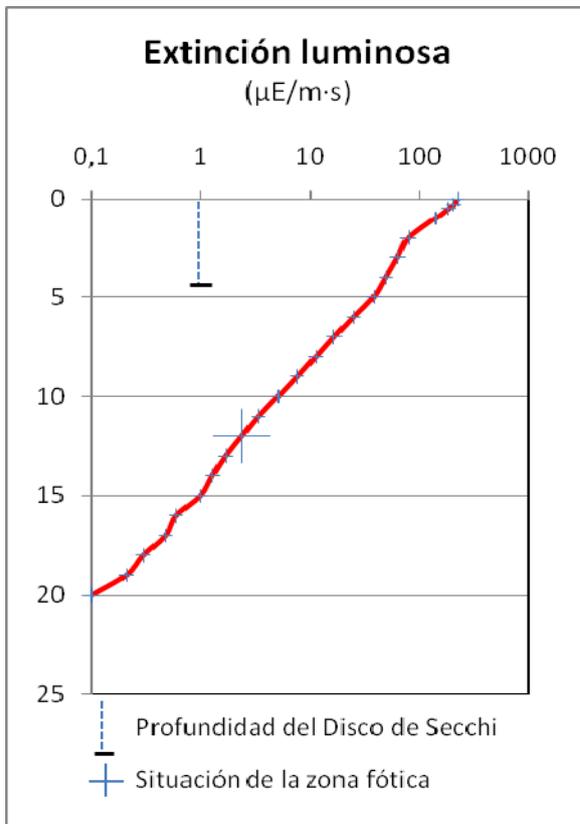
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



La temperatura del agua oscila entre los 10,2 °C – en el fondo- y los 23,0 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio de 2010) la termoclina se sitúa entre 6 y 9 m de profundidad.

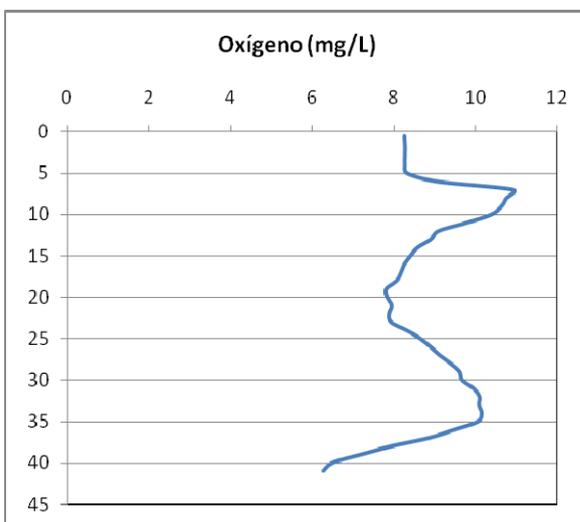


El pH del agua en superficie es de 8,42. En el fondo el pH es de 8,10. El máximo epilimnético estival registrado es de 8,45 a 13 m y el mínimo hipolimnético coincide con el valor de fondo.

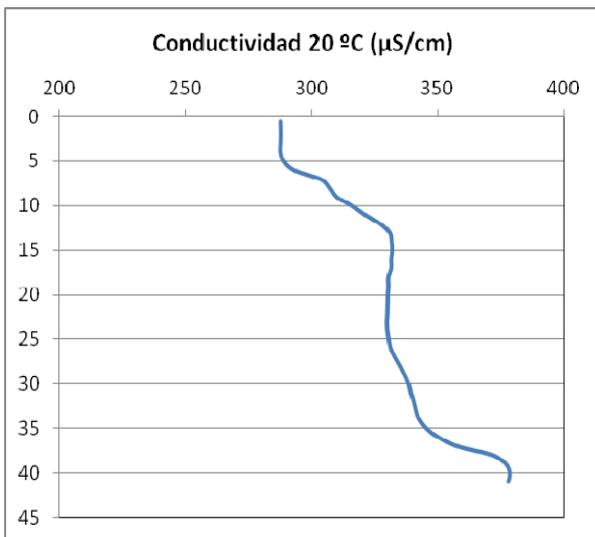


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,40 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 11,0 metros, similar a la obtenida mediante medidor de PAR.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 1,64 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 9,25 mg/L. En el hipolimnion las condiciones son de 8,61 mg/L. El valor máximo de oxígeno disuelto se encuentra a 7 m de profundidad, con un valor de 10,92 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$).



La conductividad del agua es de 287 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y va ascendiendo paulatinamente con la profundidad hasta alcanzar un valor de 378 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse, coincidente con el máximo.

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 17,75 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 0,34 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,12 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) resultó inferior al límite de detección (0,01 mg N/L).
- La concentración de amonio (NH₄) tomó un valor de 0,034 mg N /L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,99 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,15 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis se han identificado un total de 27 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	7
CHRYSOPHYCEAE	8
CHLOROPHYCEAE	3
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYTA	5
DINOPHYTA	3

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

CUADRO 2

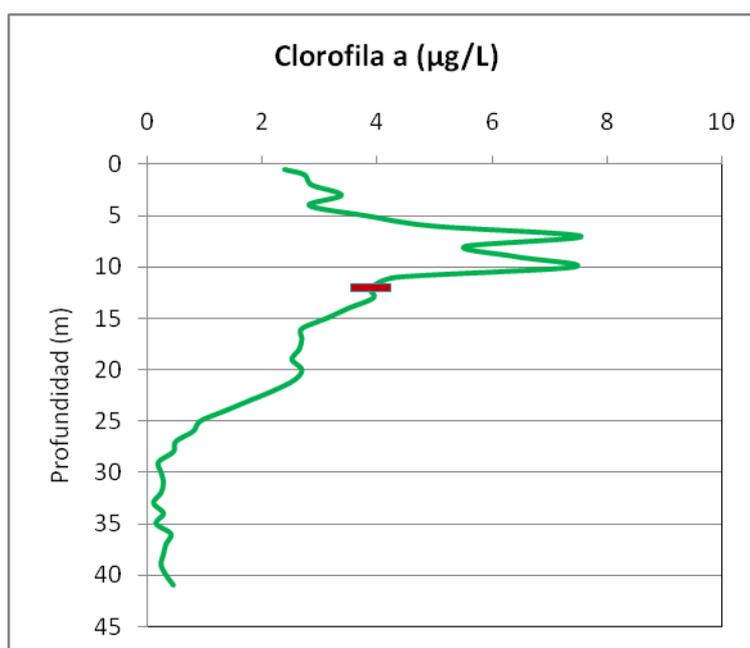
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON

Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	2178,84
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm ³ /ml	885664
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Chrysophyceae
Nº células/ml		1223,50
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.
Nº células/ml		1117,36
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Chrysophyceae
µm ³ /ml		498753

ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	454142

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 2,39.

La concentración de clorofila fue de 3,68 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada, indicando en la figura la profundidad con una línea roja. El perfil vertical determinado mediante sonda fluorimétrica muestra valores máximos a los 7 y 10 m de profundidad, descendiendo progresivamente tal como aumenta la profundidad hasta llegar a valores menores de 1 $\mu\text{g/L}$ en la zona profunda del hipolimnion.



4.4. Zooplancton

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

- 4 Cladocera
- 2 Copepoda
- 6 Rotifera
- 1 Ostrácodo

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	13,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	12,8
BIOMASA TOTAL	µg/L	16,34
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
	individuos/L	6,85
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
	individuos/L	3,7
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Cladóceros
	µg/L	14,65
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i>

$\mu\text{g/L}$	13,37	
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)	0 - 30 m	
CLADOCEROS: 29 %	COPEPODOS: 5 %	ROTIFEROS: 66 %

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 2,84.

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/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 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 VADIELLO

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	17,75	Mesotrófico
CLOROFILA A	3,68	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,40	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	2179	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,25	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT), la clorofila a y la densidad algal clasifican el embalse como mesotrófico. La transparencia (DS), cataloga el embalse como oligotrófico. El estado trófico final para el embalse de VADIELLO se ha propuesto como **MESOTRÓFICO**.

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 <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 -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 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.

(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 VADIELLO

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	2179	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,68	Moderado
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,89	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,95	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	0,75	Malo
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,38	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	4,78	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,40	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	8,80	Máximo
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	17,75	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,0	AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{exp}				MODERADO

Aproximación normativa (*PEnorm*)

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 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 VADIELLO.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	0,71	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,86	Bueno
		<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,999	Bueno
		<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,95	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			5	MÁXIMO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,40	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,80	Máximo
	Nutrientes	Concentración de P (µg P/L)	17,75	Moderado
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: Presa del embalse de Vadiello