



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LA TRANQUERA
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
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE	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
3. TRABAJOS REALIZADOS	5
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	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
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	11
6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	12

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los muestreos realizados en el embalse de La Tranquera en el verano 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

El embalse de La Tranquera 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 La Tranquera se sitúa dentro del término municipal de Carenas, en la provincia de Zaragoza. Regula las aguas del río Piedra.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, de geometría muy irregular, con dos brazos bien definidos.

La cuenca vertiente al embalse de La Tranquera tiene una superficie total de 146069,84 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 84,26 hm³. Destacar que el valor de la capacidad útil es muy parecido, siendo de 84,17 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 15,8 m y una profundidad máxima de 41 m.

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

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE LA TRANQUERA

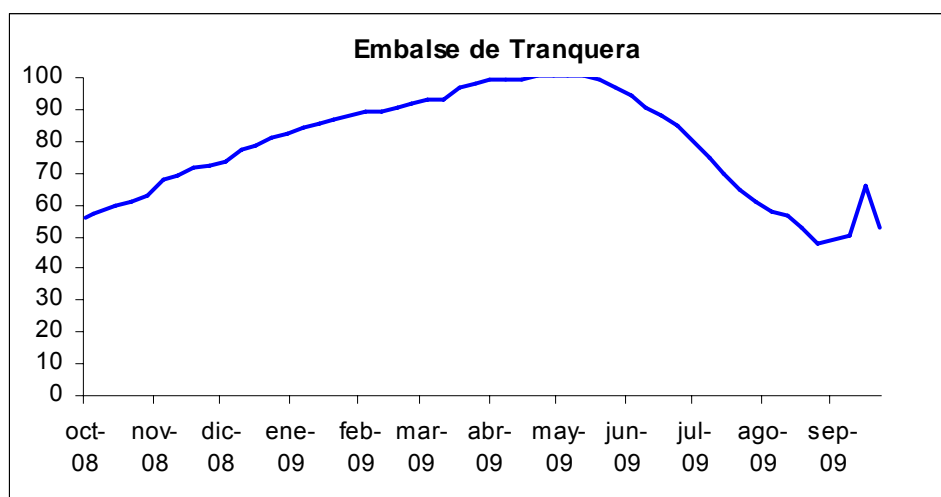
Superficie de la cuenca	1470 km ²
Capacidad total N.M.N.	84,26 hm ³
Capacidad útil	84,17 hm ³
Aportación media anual	110 hm ³
Superficie inundada	530 ha
Cota máximo embalse normal	685,50 msnm

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 los 9,9 y 12,9 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 8 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Tranquera para el año hidrológico 2008-2009 fue de 32,2 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 a regadío, al abastecimiento de la población y al aprovechamiento hidroeléctrico.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de La Tranquera 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 las categorías de zonas de extracción de agua para consumo humano y zonas sensibles a nutrientes 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 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.

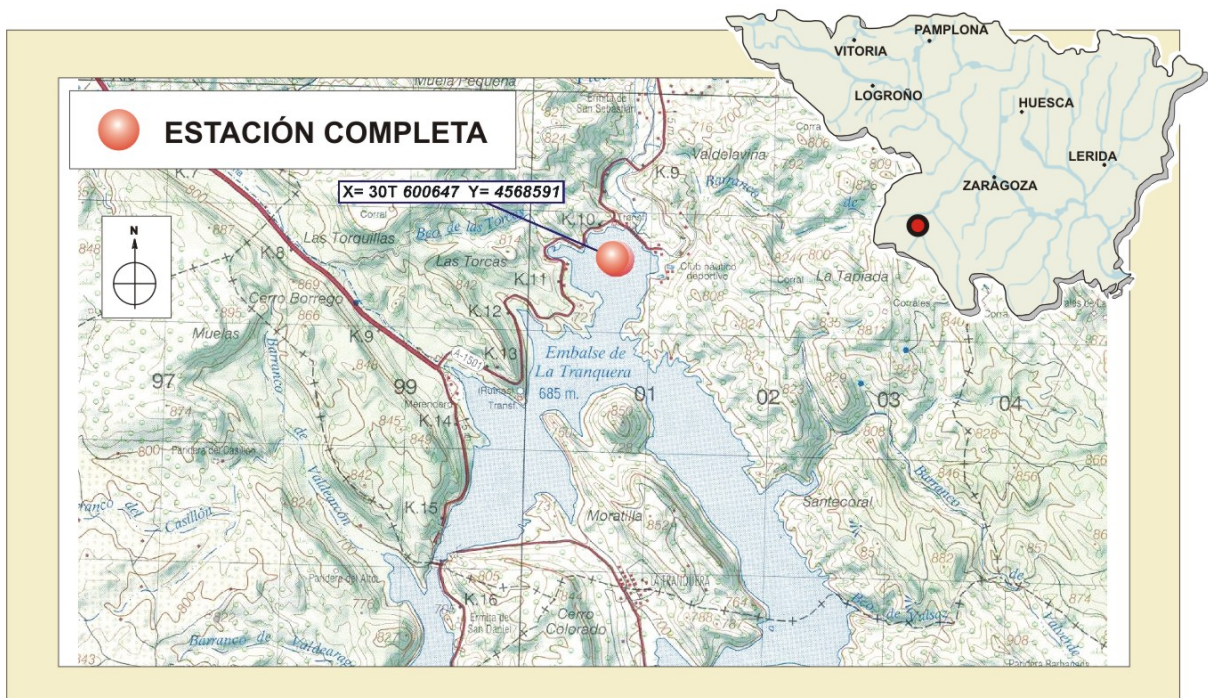


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

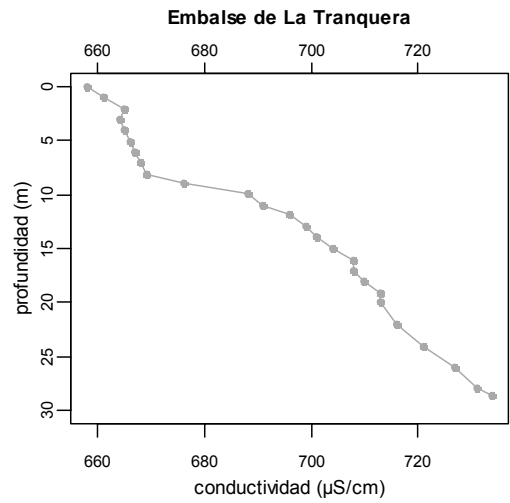
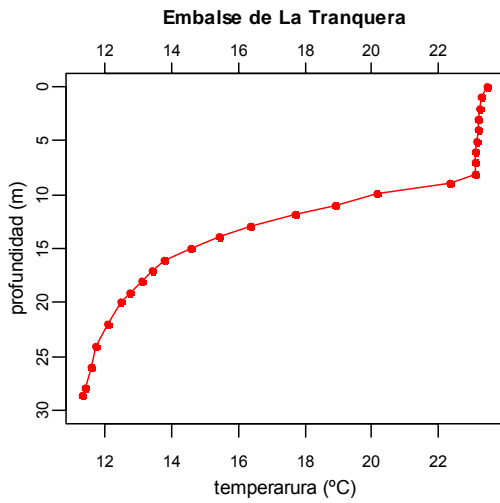
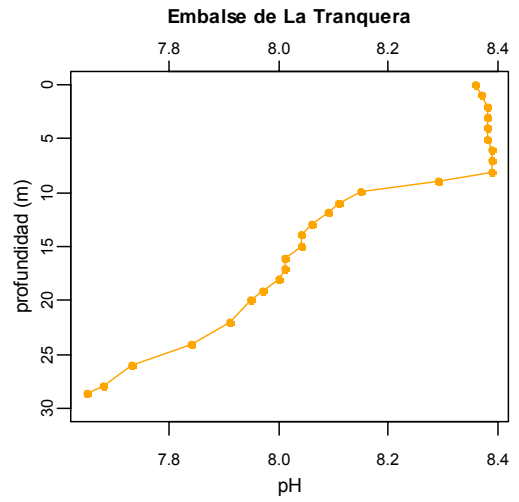
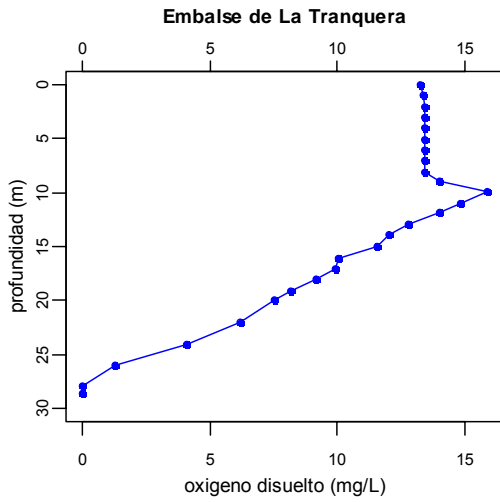
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 11,32 °C – en el fondo- y los 23,48 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (22 Julio 2009) la termoclina se sitúa entre 9,9 y 12,9 m de profundidad.
- El pH del agua en superficie de 8,36. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,65 (mínimo hipolimnético estival). El máximo epilimnético estival es 8,39 de 6,1 a 8,1 metros de profundidad.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 3,20 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 8 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 1,80 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 13,46 mg/L. La concentración media alcanzada en el hipolimnion son de 6,66 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L) a profundidades superiores a 26 m.
- La conductividad del agua es de 658 µS/cm en la superficie y de 734 µS/cm en el fondo del embalse.

GRÁFICO 2
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE LA TRANQUERA



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 8,87 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 6,26 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 2,19 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,92 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) fue de 0,16 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,68 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,7 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 10 Chlorophyta
- 3 Bacillariophyceae
- 2 Dinophyta
- 2 Conjugatophyceae
- 1 Chrysophyceae

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de clorófitas (83%). Entre las especies más abundantes, encontramos la clorófitas *Didymocystis planctonica* Kors (26,4% de la densidad total). También destacan por su alta densidad en la muestra integrada los clorófitos *Dictyosphaerium pulchellum* Word y *Oocystis lacustris* Chodat (19,8% y 15,3% de la densidad total). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan los dinófitos, con un 63%. Las clorófitas y bacilarióficeas cuentan con un 23% y 2% de biovolumen total respectivamente. El dinófito *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin proporciona gran parte del biovolumen total (59,9%).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los clorófitos es el mejor representado, con 10 especies.

La concentración de clorofila fue de 3,92 µg/L.

4.4. Zooplancton

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

- 4 Rotifera
- 3 Cladocera
- 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 LA TRANQUERA		FECHA DE MUESTREO	22/07/2009
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	TRA	
PROFUNDIDAD	m	16,00	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	227,0	
BIOMASA TOTAL	µg/L	343,0	
CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		CLADÓCERA (78%)	
	individuos/L	77,6	
ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i> (76%)	
	individuos/L	173	
CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		CLADÓCERA (63%)	
	µg/L	216	
ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i> (61%)	
	µg/L	208	

La composición y estructura poblacional, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por los cladócero *Ceriodaphnia pulchella* con un 76% de la densidad total y *Ceriodaphnia pulchella* con un 61% de la biomasa total en la muestra. En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los rotíferos es el más representativo con 4 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 LA TRANQUERA.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	8,87	Oligotrófico
CLOROFILA A	3,92	Mesotrófico
DISCO SECCHI	3,20	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1352	Mesotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	3,5	OLIGOTRÓFICO

El parámetro clorofila a y densidad algal, presentan un resultado de mesotrofia. Los resultados obtenidos según la transparencia (DS), el parámetro fósforo total (PT) clasifican al embalse como oligotrófico. El estado trófico final para el embalse de LA TRANQUERA se ha propuesto como **OLIGOTRÓFICO**.

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 LA TRANQUERA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	1352	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,92	Moderado
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,41	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,45	Óptimo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,39	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,59	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	11,5	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			2,0	DEFICIENTE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	3,20	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂)	6,66	Bueno
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	8,9	Bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,0	AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{Eexp}				DEFICIENTE

Este diagnóstico se podría matizar teniendo en cuenta los valores obtenidos con los parámetros fisico-químicos. No obstante, con el fin de seguir la misma metodología utilizada en el resto del estudio, finalmente se ha valorado el potencial ecológico experimental como deficiente teniendo en cuenta los valores obtenidos con los indicadores biológicos (*Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)* y *Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)*)

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 LA TRANQUERA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	3,92	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,41	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	2,15	Bueno
		Porcentaje de cianobacterias	4,96	Óptimo
INDICADOR BIOLÓGICO			2,5	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	3,20	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,66	Bueno
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	8,9	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: Vista desde la presa



Foto 3: Presa del embalse de La Tranquera