



---

**INFORME FINAL DEL EMBALSE DE SAN LORENZO**  
**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](mailto:consultoria@ica1.e.telefonica.net)

**DICIEMBRE 2009**

## ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</b>	<b>2</b>
2.1.  Ámbito geográfico y geológico	2
2.2.  Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3.  Usos del agua	3
2.4.  Registro de zonas protegidas	3
<b>3. TRABAJOS REALIZADOS</b>	<b>4</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>5</b>
4.1.  Características físico-químicas de las aguas	5
4.2.  Hidroquímica del embalse	7
4.3.  Fitoplancton y concentración de clorofila.	8
4.4.  Zooplancton	9
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</b>	<b>10</b>
<b>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</b>	<b>11</b>

### ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de San Lorenzo 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 geográfico y geológico

El embalse de San Lorenzo se sitúa dentro del término municipal de Camarasa, en la provincia de Lleida. Regula las aguas del río Segre.

Respecto a la geología de la zona, el embalse se encuentra entre materiales de la facies Keuper (arcillas versicolores y yesos), del Jurásico indiferenciado (dolomías, calizas, margas y calcarenitas) y del Paleógeno (facies Garum, intercalaciones de calizas lacustres y lignito; y Oligoceno, areniscas y lutitas). Además, se localizan depósitos aluviales de gravas; arenas; limos y arcillas.

### 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones.

La cuenca vertiente al embalse de San Lorenzo tiene una superficie total de 6845 km<sup>2</sup>.

El embalse tiene una capacidad total de 9,48 hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad máxima de 25 metros

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

#### CUADRO 1

##### CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE SAN LORENZO

Superficie de la cuenca	6845 ha
Capacidad total N.M.N.	9,48 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	147 ha

Se trata de un embalse monomítico de geología calcárea y situado en zona no húmeda de la red principal. En la fecha de realización del muestreo no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 4,50 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de San Lorenzo para el año hidrológico 2008-2009 no pudo ser calculado debido a la ausencia de datos de salidas de caudal en la web de la CHE.

### **2.3. Usos del agua**

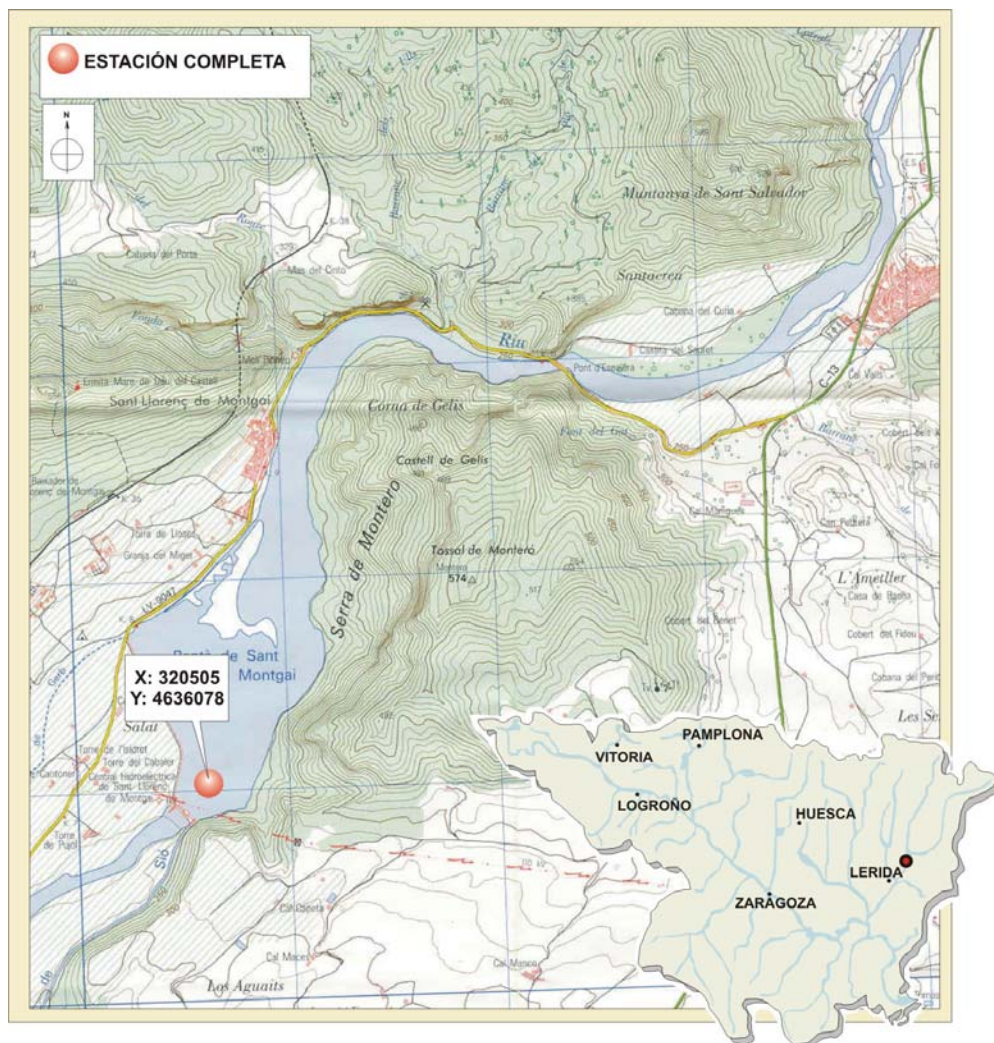
El uso de las aguas del embalse es principalmente el de regadíos y abastecimiento a la población. Asimismo también se usa para uso recreativo (pesca) y la navegación (sin restricciones para el remo, con condiciones poco favorables para la vela, y no es apto para motor) en este embalse.

### **2.4. Registro de zonas protegidas**

El embalse de San Lorenzo 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 zona de captación 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 15 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.

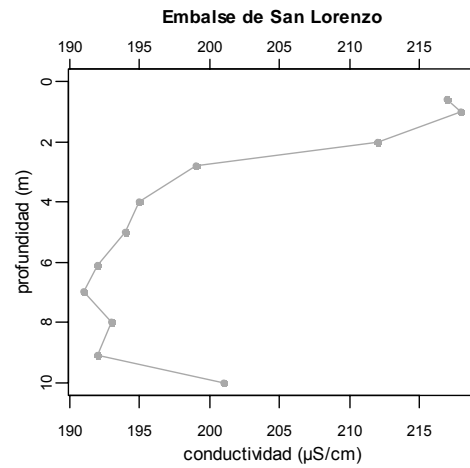
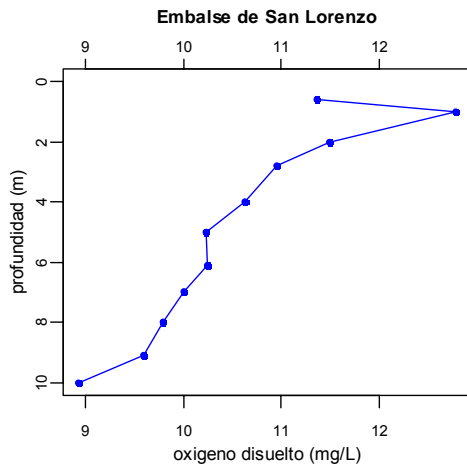
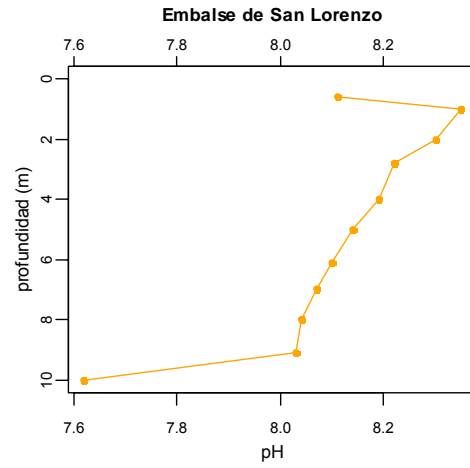
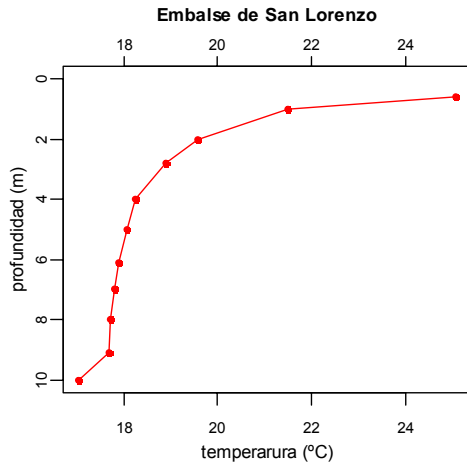
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 17,04 °C – en el fondo- y los 25,08 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2009) no existe termoclina.
- El pH del agua en la superficie es de 8,11 y el valor del fondo es de 7,62.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 1,80 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 4,50 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 1,97 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 10,52 mg/L. Los valores máximo y mínimo de concentración de oxígeno en la columna de agua son, respectivamente 12,93 y 8,93 mg/L, que se obtienen en la superficie y a 10 m de profundidad. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O<sub>2</sub>/L).
- La conductividad del agua en la superficie es de 217 µS/cm. Mientras que en el fondo es de 201 µS/cm.

**GRÁFICO 1**  
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE SAN LORENZO





#### 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 12,13 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 10,73 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,47 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,35 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH<sub>4</sub>) resultó inferior al límite de detección (0,1 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,92 mg SiO<sub>2</sub>/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,6 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila.

En el análisis fitoplancton se han identificado un total de 41 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 17 Bacillariophyceae
- 11 Chlorophyta
- 7 Chrysophyceae
- 4 Cryptophyta
- 2 Dinophyta

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de bacilariofíceas (76%). Entre las especies más abundantes, encontramos la bacilariofícea *Stephanodiscus neoastraea Hakansson & Kling* (40,7% de la densidad total). También destacan por densidad en la muestra integrada la bacilariofícea *Cyclotella* sp pequeña (13,8% de la densidad total). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan las bacilariofíceas, con un 74%. La bacilariofícea *Stephanodiscus neoastraea Hakansson & Kling* proporciona gran parte del biovolumen total (55,4%).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de bacilariofíceas es el mejor representado, con 17 especies.

La concentración de clorofila fue de 3,01 µg/L.

#### 4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de San Lorenzo se han identificado un total de 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 11 Rotífera
- 2 Copepoda
- 1 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 SAN LORENZO		FECHA DE MUESTREO	15/07/2009
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	SLO	
PROFUNDIDAD	m	6,00	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	10,9	
BIOMASA TOTAL	µg/L	1,1	
CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		ROTÍFERA (92%)	
individuos/L		10,0	
ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i> (24%)	
individuos/L		2,6	
CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		ROTÍFERA (57%)	
µg/L		0,6	
ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i> (24%) (cladóceros)	
µg/L		0,3	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la densidad (24%) del rotífero *Polyarthra dolichoptera*. Respecto a biomasa, aunque la clase predominante sea la rotífera, la especie que mayor biomasa presenta es el cladóceros *Ceriodaphnia pulchella* (24%). En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los rotíferos es el mejor representado, con 11 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 SAN LORENZO

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	12,13	Mesotrófico
CLOROFILA A	3,01	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,80	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	17,04	Mesotrófico
<b>ESTADO TROFICO FINAL</b>	<b>3</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, los resultados obtenidos por todos los parámetros (P total, clorofila a, transparencia, índice TSI y densidad algal) clasifican el embalse como mesotrófico. El estado trófico final para el embalse de SAN LORENZO se ha propuesto como **MESOTRÓFICO**.

## 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 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
		Biomasa algal, Clorofila a (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /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
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			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 <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /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
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)</b>			>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 SAN LORENZO.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	1704	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,01	Moderado
		Biovolumen algal(mm <sup>3</sup> /L)	1,41	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,55	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,96	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,61	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,4	Bueno
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			3,4	<b>BUENO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	1,80	Moderado
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/LO <sub>2</sub> )	10,54	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	12,1	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			3,7	<b>AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>BUENO</b>

**b) Aproximación normativa (*PE<sub>norm</sub>*)**

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<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del estado fisicoquímico.

**CUADRO 8**  
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE<sub>norm</sub>*) DEL EMBALSE DE SAN LORENZO.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	3,01	Bueno
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	1,41	Bueno
		Índice de Catalán (IGA)	0,07	Óptimo
		Porcentaje de cianobacterias	0,00	Óptimo
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			2,5	<b>BUENO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	1,80	Moderado
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	10,54	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	12,1	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			3,7	<b>AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>			<b>BUENO</b>	



---

**ANEXO I**  
**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

---



**Foto 1:** Vista general del embalse



**Foto 2:** Panorámica del embalse



**Foto 3:** Presa del embalse de San Lorenzo