



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE EL GRADO
AÑO 2007



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

JULIO 2008

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. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	5
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	6
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	6
4.2. Hidroquímica del embalse	8
4.3. Fitoplacton y concentración de clorofila	9
4.4. Zooplancton	10
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	12
6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	13

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de El Grado durante los muestreos de 2007 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 2007, correspondiente al año hidrológico 2006-2007).

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 El Grado está situado en el borde septentrional de la depresión terciaria del Ebro, concretamente dentro de la gran unidad geológica denominada "depresión media".

En geología, el embalse de El Grado se sitúa sobre materiales Terciarios y Cuaternarios. Los materiales del terciario se componen de distintas facies como son areniscas, calizas, yesos, conglomerados, margas y lutitas. Existen depósitos pertenecientes al Cuaternario como conos de deyección, depósitos de ladera y coluviales, cantos y gravas en matriz areno - arcillosa, aluviales y fondos de valle, cantos y gravas redondeados, arenas y limos. También hay presencia de rocas volcánicas en la zona.

El embalse del El Grado se sitúa dentro del término municipal de El Grado, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Cinca.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, de geometría regular y fusiforme.

La cuenca vertiente al embalse de El Grado tiene una superficie total de 213736,02 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 399,48 hm³. Tiene una profundidad media de 31,3 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 85 m.

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

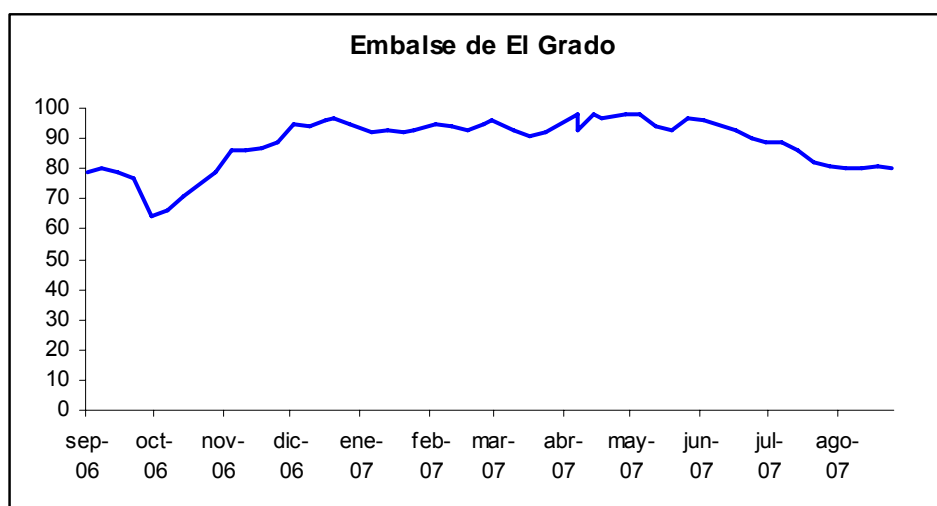
CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE EL GRADO

Superficie de la cuenca	2375 km ²
Capacidad total N.M.N.	399,48 hm ³
Capacidad útil	240 hm ³
Aportación media anual	1350 hm ³
Superficie inundada	1273 ha
Cota máximo embalse normal	450 msnm

Se trata de un embalse monomítico. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno a los 9 metros de profundidad el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 16,05 metros de profundidad.

En la **Figura 1** se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2006-2007.

Figura 1
VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2006-2007



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, producción hidroeléctrica y abastecimiento a la población. La navegación está permitida (sin restricciones para el remo y vela, con limitaciones para la navegación a motor).

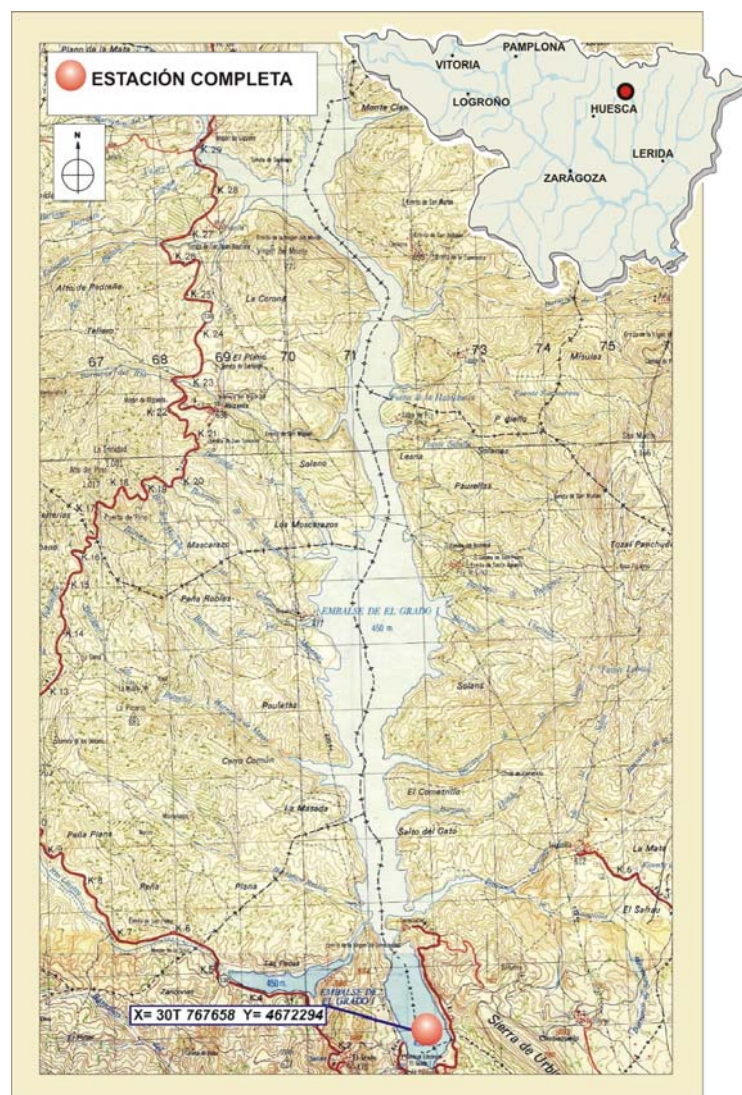
2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de El Grado 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 la categoría de zonas de extracción de agua para consumo humano.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa.

Se ha realizado una campaña de muestreo el 15 de Agosto de 2007. En esa fecha hay estratificación térmica en el embalse.



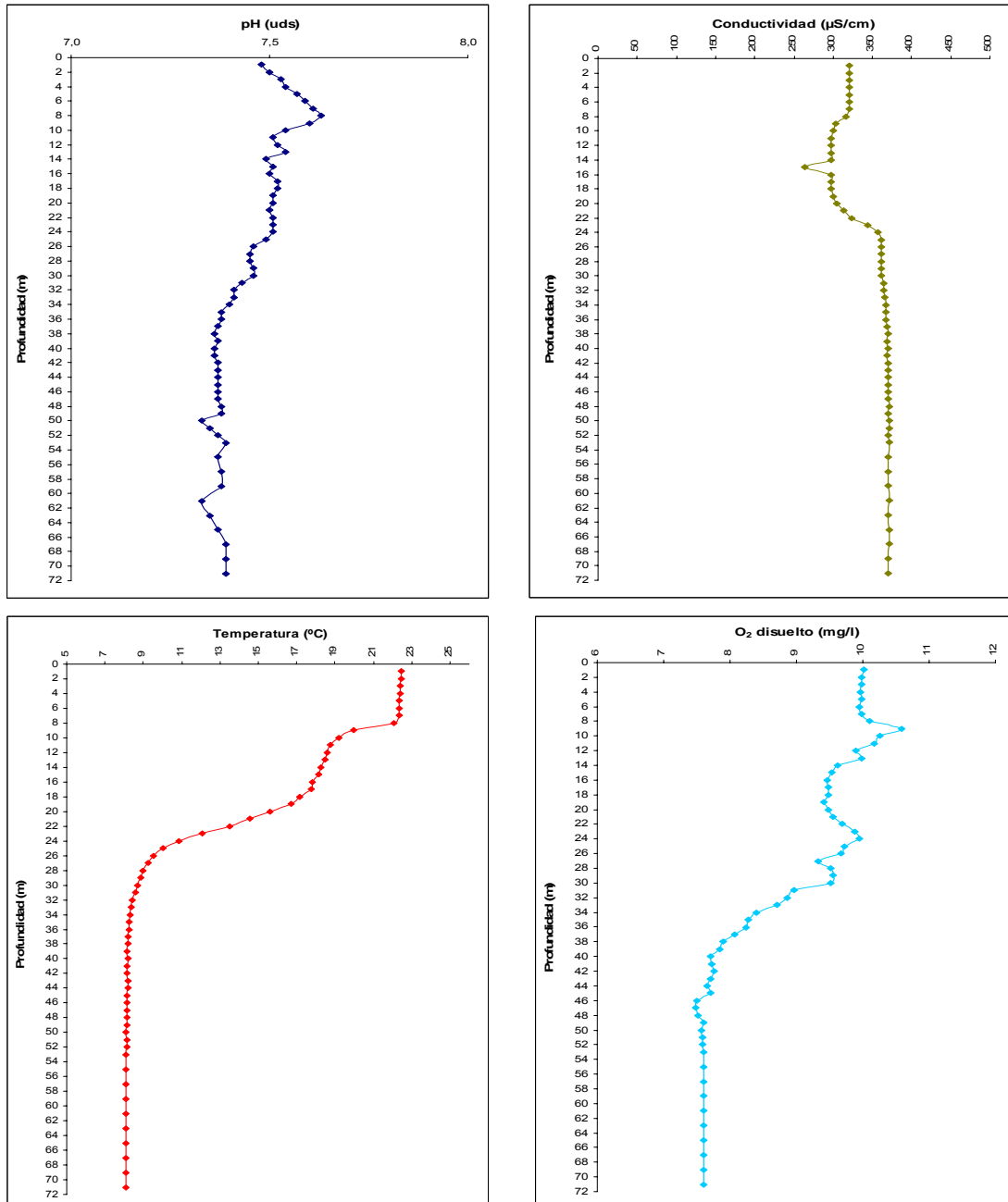
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 8,1 °C – en el fondo- y los 22,5 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (15 de Agosto de 2007) la termoclina se sitúa a 9 m de profundidad.
- El pH del agua en la superficie es de 7,48. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,39. El máximo epilimnético estival es de 7,63 y el mínimo hipolimnético estival, registrado a los 61 metros de profundidad, es de 7,33.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 6,42 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 16 metros.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 10 mg/L. En el hipolimnion, las condiciones de oxigenación son de 8,01 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).
- La conductividad del agua es de 321 µS/cm en la superficie y de 370 µS/cm en el fondo. El máximo se registra a partir de los 48 metros de profundidad, es de 371 µS/cm; permaneciendo casi constante hasta el fondo (71 metros).

GRÁFICO 1
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE EL GRADO



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total en el muestreo, ha sido de 7,6 µg/L P para la muestra integrada y asciende hasta 12,4 µg/L P para la muestra tomada en la zona de máxima concentración de oxígeno (24 metros).
- La concentración de nitrógeno se sitúa en 0,26 mg/L N en la muestra integrada; mientras que en la muestra de máxima concentración de oxígeno alcanza los 0,28 mg/L N.
- La concentración de amonio resultó inferior al límite de detección (0,1 mg/L NH₄) en las dos muestras.
- La concentración de nitratos resultó inferior al límite de detección (1 mg/L NO₃) en ambas muestras.
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,7 mg/L SiO₂ en la muestra integrada y de 3 mg/L SiO₂ en la muestra de máxima concentración de oxígeno.

4.3. Fitoplacton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplacton se han identificado un total de 26 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 9 Bacillariophyceae
- 5 Dynophyta
- 5 Chrysophyceae
- 5 Chryptophyta
- 1 Euglenophyta
- 1 Chlorophyta

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2007, está caracterizada por el grupo de las bacilariofíceas destacando entre sus especies *Cyclotella radiosa* (Grunow), que representa más del 25% de la densidad total en ambas muestras.

Respecto al biovolumen en ambas muestras dominan los dinófitos, destacando *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) en la muestra integrada, con un 33%, seguido de *Peridinium willei* (Huitfeld-Kaas) con un 22,5%. Esta especie ocupa un 45% del biovolumen total en la muestra de máxima concentración de oxígeno.

El grupo de las bacilariofíceas es el que presenta mayor diversidad de especies con 9; seguido de los criptófitos, dinófitos y crisófitos; todos ellos con 5 especies cada uno. Los grupos menos representados son los clorófitos y euglenófitos, con una única especie cada uno.

La concentración de clorofila es de 5,2 µg/L en la muestra integral y de 1,9 µg/L en la muestra e máxima concentración de oxígeno (24 metros).

4.4. Zooplancton

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

- 9 Rotifera
- 4 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 EL GRADO		FECHA DE MUESTREO	15/08/2007	
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO		
PARAMETRO	UNIDAD	GRA I	GRA M1	GRA M2
PROFUNDIDAD	m	12	12	24
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	20,4	10,7	2,0
BIOMASA TOTAL	µg/L	13,57	17,44	0,71
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		ROTIFERA	ROTIFERA	COPEPODA
	individuos/L	15,4	4,1	1,1
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Macrocyclus albidus</i> (Copepoda)	<i>Cyclops vicinus</i>
	individuos/L	13,9	2,0	0,9
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		CLADOCERA	COPEPODA	COPEPODA
	µg/L	8,43	8,43	0,36
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Macrocyclus albidus</i>	<i>Asplanchna priodonta</i> (Rotifera)
	µg/L	4,52	6,78	0,33

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2007, está caracterizada por la densidad del rotífero *Asplanchna priodonta* en la muestra integrada, con un 68% de la densidad total. Los copépodos dominan las dos muestras de máximos de oxígeno (tomadas a 12 y 24 m de profundidad respectivamente): *Macrocyclops albidus* en la primera (12 m), con un 38% de la densidad total, y *Cyclops vicinus* en la segunda (24 m), con un 45% de la densidad total.

Respecto a la biomasa, cabe destacar: el cladocero *Bosmina longirostris* con un 33% de la biomasa en la muestra integrada; el copépodo *Macrocyclops albidus*, con un 39% de biomasa de la muestra tomada a 12 m; y el rotífero *Asplanchna priodonta*, con un 46% de biomasa de la muestra de 24 m de profundidad.

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de rotíferos es el mejor representado, con 9 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. 82).

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) en	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
TSI	<20	20-40	40-60	60-80	>80
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 EL GRADO

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	10,03	Mesotrofico
CLOROFILA A	3,5	Mesotrófico
DISCO SECCHI	6,4	Ultraoligotrofico
TSI	36,63	Oligotrofico
DENSIDAD ALGAL	127,0	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	3,80	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el parámetro fósforo total (PT) sitúa al embalse en rangos de mesotrofia, al igual que el parámetro clorofila a. Para la transparencia (DS), el embalse se sitúa en rangos de ultraoligotrofia. Los resultados obtenidos según el índice TSI, clasifican el embalse como oligotrófico, al igual que los obtenidos a partir la densidad algal. El estado trófico final para el embalse de EL GRADO es **OLIGOTRÓFICO**.

6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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 de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 110).

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
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/L O ₂)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
	Elemento combinado	TSI	<20	20-40	40-60	60-80	>80
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			4-5	3-3,99	<3		

(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 4 elementos es igual o superior a 4, se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3 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 EL GRADO

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	127,0	BUENO
		Clorofila a (µg/L)	3,5	MODERADO
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,12	BUENO
INDICADOR BIOLÓGICO			3,67	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	6,4	OPTIMO
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	8,63	OPTIMO
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	10,03	MODERADO
	Elemento combinado	TSI	36,63	BUENO
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,25	MPE
POTENCIAL ECOLÓGICO			3,67	BUENO

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO
