



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

**EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON
LOS REQUISITOS DE LA DIRECTIVA MARCO
(2000/60/CE) EN EL ÁMBITO DE LA CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA DEL EBRO REFERIDOS A:
ELABORACIÓN DEL REGISTRO DE ZONAS
PROTEGIDAS, DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL
ECOLÓGICO DE LOS EMBALSES, DESARROLLO DE
PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE INVESTIGACIÓN**

EMBALSE DE GONZÁLEZ LACASA

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE	1
2.1. Ámbito geográfico	1
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	7
4.1. Características físico-químicas de las aguas	7
4.2. Hidroquímica del embalse	9
4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores	11
4.3.1. Calidad bioindicadora	14
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	14
6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	15
ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS	
ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS	
ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS	
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	
APÉNDICE 1. FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE	

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de González Lacasa y la interpretación de los mismos, con una disposición temática similar para los 47 embalses estudiados, a efectos de proporcionar una referencia fija que facilite la consulta y explotación de la información contenida en ellos.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una ágil y rápida consulta del documento. Los listados de datos analíticos se adjuntan en tres anexos que completan el presente documento. Por último, tras los anexos, se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (años 2004-2005).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidráulicos, físico-químicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Definición del “Potencial Ecológico”, tras la aplicación de indicadores biológicos y físico-químicos propuestos en la Directiva Marco de Aguas.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geográfico

La cuenca vertiente del embalse de González Lacasa pertenece al dominio geológico de las Cadenas Ibéricas Occidentales. Concretamente esta emplazada entre las regiones de la Sierra de la Demanda y Urbión y la Sierra de Cameros.

El embalse, cuya presa fue terminada en 1.959, se sitúa en la localidad de Ortigosa de Cameros, en la comunidad autónoma de La Rioja. Regula las aguas del río Albercos (o Rioseco), aunque las mayores aportaciones las recibe por una conducción subterránea procedente del río Iregua.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Es un embalse de moderadas dimensiones y se caracteriza por presentar un cuerpo central muy homogéneo, sin grandes variaciones en el eje longitudinal.

La cuenca vertiente al embalse de González Lacasa tiene una superficie de 4 310,83 ha, de las cuales 2.558 ha corresponden a la cuenca de escorrentía directa.

El embalse tiene una extensión de 152 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 32,9 hm³. Tiene una profundidad media de 21,5 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 53,5 m. En el cuadro I se presentan las características morfométricas del embalse y de las subcuencas.

Cuadro I: Características morfométricas del embalse y subcuencas

Superficie de la cuenca total (ha)	4 310,83
Superficie de la cuenca parcial (ha)	4 310,83
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	2558
Superficie del embalse (ha)	152
Longitud máxima del embalse (km)	2,1
Capacidad total (hm ³)	32,9
Capacidad útil (hm ³)	-
Profundidad máxima (m)	53,5
Profundidad media (m)	21,5
Perímetro en máximo nivel (km)	7,2
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	995,5
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	993,5; 980; 960; 943,4

Se trata de un embalse monomíctico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa a 6 metros de profundidad. La capa fótica, por su parte, ha fluctuado bastante en las distintas campañas realizadas en verano, en agosto de 2004 se situó en 4 m frente a los 13,8 m que presentó en verano de 2005.

En el **cuadro II** se presentan las medias mensuales de la explotación hidráulica correspondientes al periodo 2001-2005.

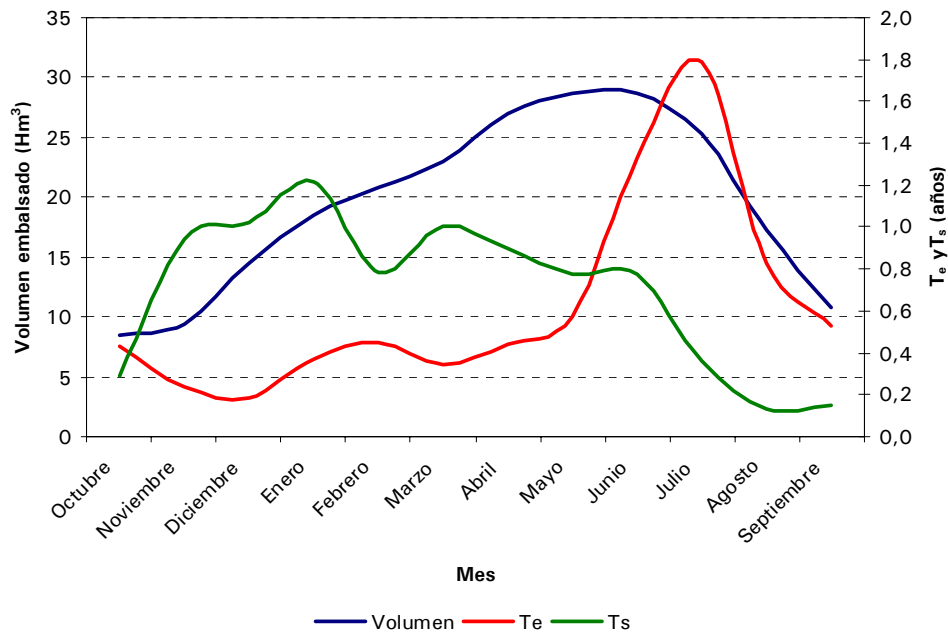
Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Año hidrológico 2004-2005

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
2001-2005	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	8,43	2,45	1,65	0,29	0,43
Noviembre	9,48	0,83	3,33	0,94	0,23
Diciembre	14,45	1,20	6,50	1,02	0,19
Enero	18,55	1,30	4,30	1,21	0,37
Febrero	20,81	2,03	3,55	0,79	0,45
Marzo	23,01	1,95	5,68	1,00	0,34
Abril	26,96	2,48	5,00	0,90	0,44
Mayo	28,61	3,15	4,28	0,77	0,57
Junio	28,65	3,03	1,78	0,78	1,33
Julio	25,29	5,98	1,20	0,36	1,79
Agosto	17,23	11,30	1,78	0,13	0,82
Septiembre	10,75	5,80	1,68	0,15	0,53
Total anual	19,35	41,48	40,70	0,47	0,48

El tiempo de residencia anual del agua es moderado, en torno a 6 meses. Considerando las salidas el mínimo se registra en agosto (1,6 meses) mientras que el máximo se da en enero, donde el tiempo de renovación alcanza los 14,5 meses. Considerando las entradas la pauta anterior se invierte, el mínimo se da en diciembre (2,3 meses) y el máximo en julio (21,5 meses)

¹ Significa que presenta un único ciclo anual de mezcla-estratificación vertical.

Figura 1: Volumen embalsado y tiempo de retención del agua



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego y al abastecimiento. A su vez, en el embalse se realizan distintas actividades recreativas, entre las que destacan el baño, la pesca y la navegación.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de González Lacasa 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 *Zonas de uso recreativo*. En el embalse se encuentra censada la zona de baño denominada "Ortigosa. Embalse de González Lacasa. Embarcadero".

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en la inmediaciones de la presa (**E1**) (**ver Figura 2**). Una descripción detallada de los trabajos realizados en el marco del Estudio se presenta en el apartado 4.1. de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

En total se han realizado 4 campañas de muestreo en el embalse, distribuidas a lo largo de los años 2004 y 2005. En el **cuadro III** se presentan las fechas de los muestreos y si en esa fecha hay estratificación térmica en el embalse.

Cuadro III: Campañas y fechas de muestreo

1ª Campaña	09/08/2004	Estratificación
2ª Campaña	05/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	01/04/2005	Mezcla
4ª Campaña	08/07/2005	Estratificación

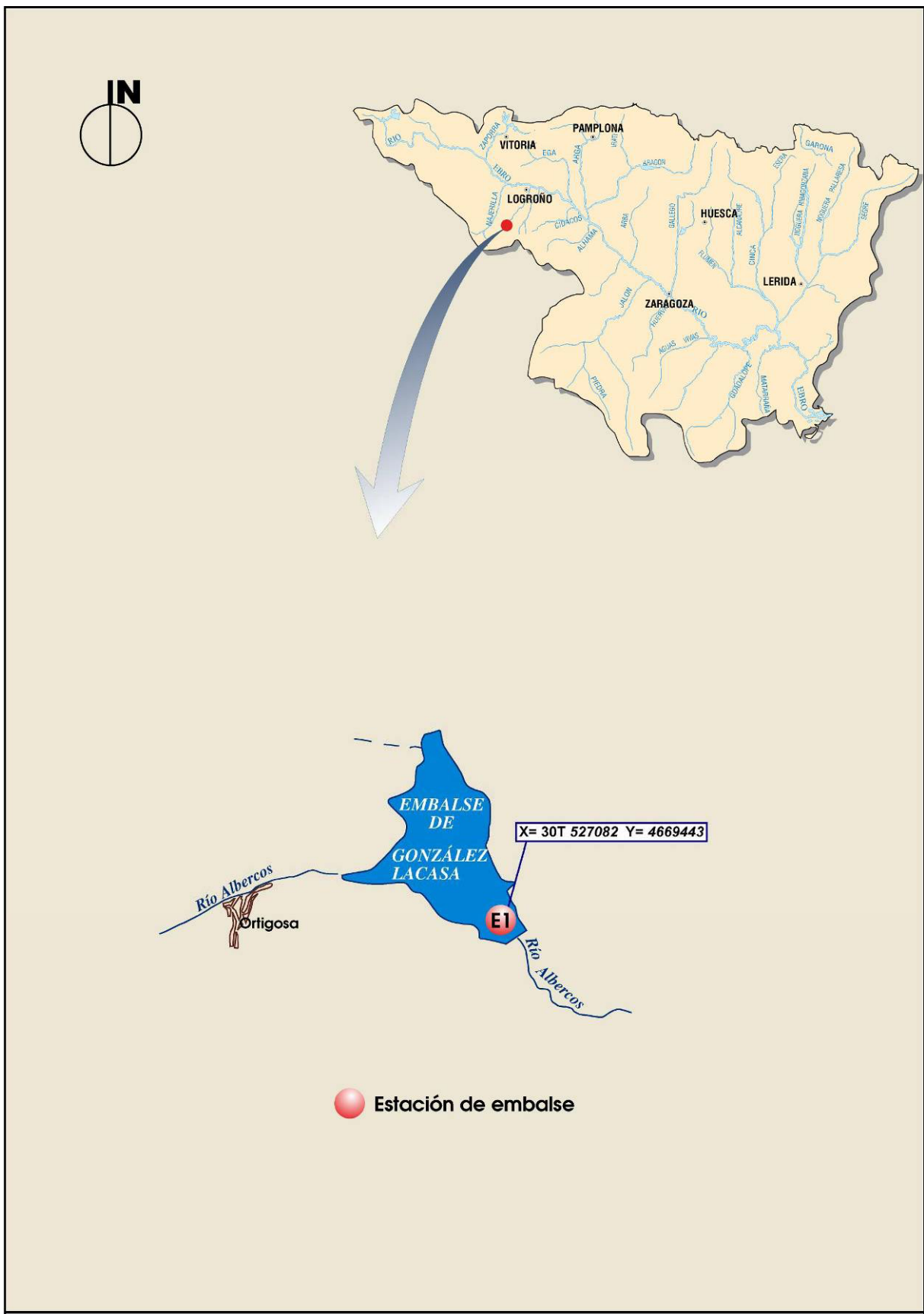


Figura 2: Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de González Lacasa

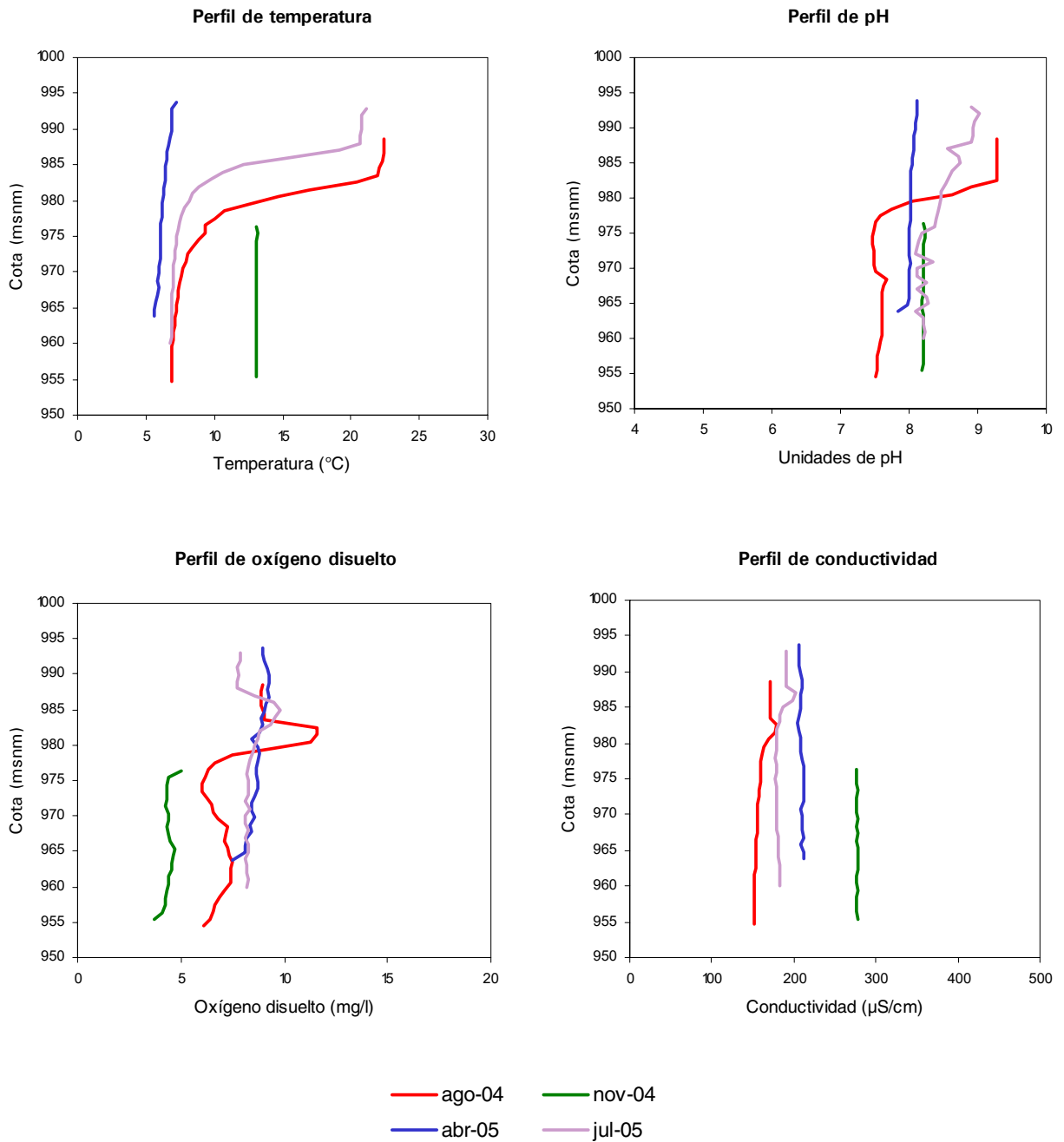
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

Los resultados físico-químicos de cada una de las campañas de muestreo se presentan en el **Anexo I**. Del comportamiento observado se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua es moderada, presentando una media anual en torno a los 10 °C, que oscila entre los 5,6 °C -mínimo- y los 22,4 °C, -máximo registrado en el estío-. Durante el periodo de estival la columna de agua presenta una acusada termoclina a 6 m de profundidad.
- El pH del agua es ligeramente alcalino, con un valor medio anual de 8,16 ud. El máximo epilimnético estival es de 9,29 ud y el mínimo, registrado en a media profundidad de 7,47 ud.
- La transparencia del agua es moderada, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 4 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 7 metros. El mínimo (2,3 m) se registra en la campaña verano de 2004, mientras que el máximo (8, 1 m) se registra en julio de 2005.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 7,53 mg/l O₂. El mínimo, 3,73 mg/l O₂ se registra en la campaña de primavera y en el último metro de profundidad. En el periodo estival se detecta un incremento en la concentración de oxígeno entre 6 y 9 metros de profundidad, lo que pone de manifiesto una alta actividad fotosintetizadora. El máximo (11,59 mg/l O₂) se da en verano de 2004 en el metro 7. Cabe citar que, en las campañas de muestreo realizadas, no se han detectado condiciones anóxicas.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 200 μ S/cm. Los valores registrados oscilan entre 152 μ S/cm –mínimo registrado en verano y en las capas más profundas- y 278 μ S/cm -máximo registrado en invierno-.

Figura 3: Perfiles físico-químicos del embalse



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos a lo largo del periodo 2004-2005, y que se presentan en el **Anexo II**, se desprenden las siguientes conclusiones:

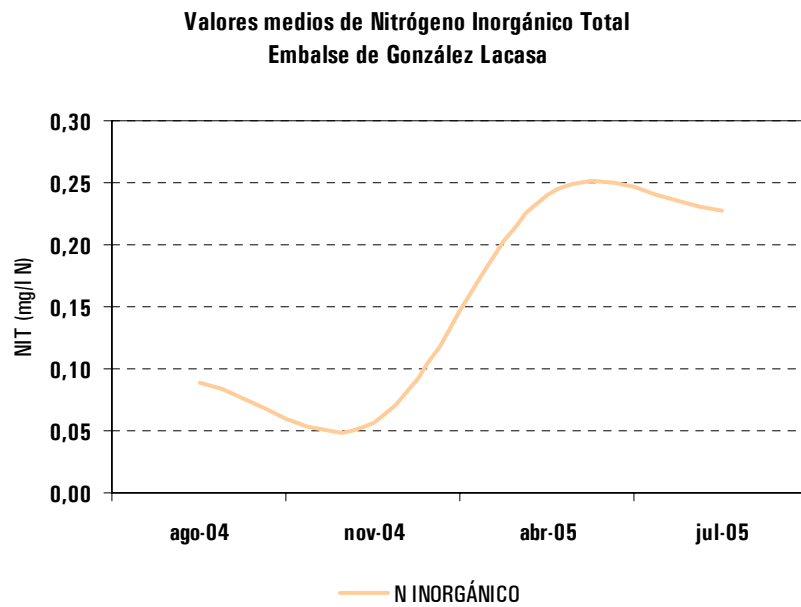
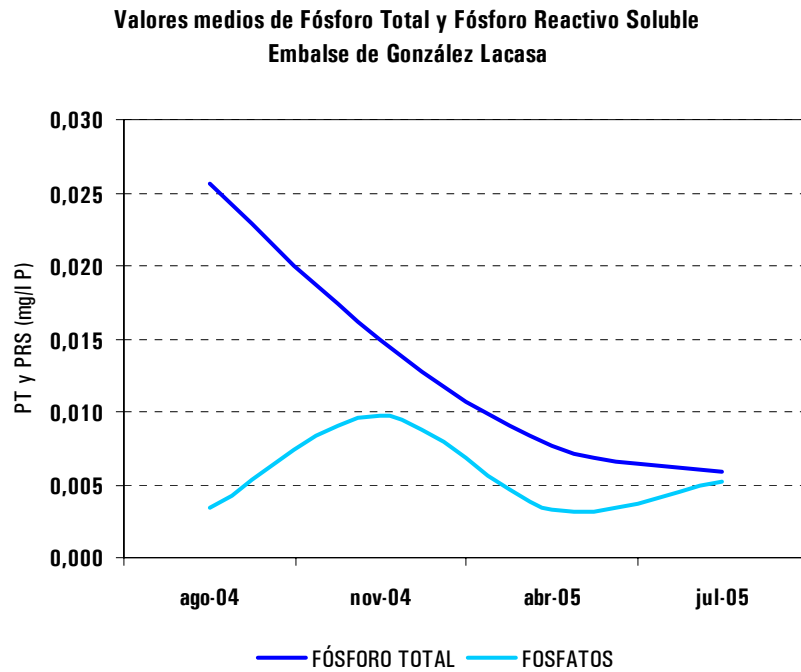
- Las concentraciones de nutrientes son moderadas y se encuentran dentro de los rangos conocidos para el embalse.

La concentración media de fósforo total para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, adquiere un valor de 0,013 mg/l P. Los resultados obtenidos en 2004 han sido ligeramente superiores a los de 2005, registrándose el máximo en verano, con una concentración de 0,026 mg/l P. Los ortofosfatos presentan su máximo en invierno y el valor mínimo en primavera.

La concentración media anual de nitrógeno inorgánico (NIT) es baja, adquiriendo un valor medio anual de 0,15 mg/l N en el embalse. Entre las formas inorgánicas que lo componen la dominante es la de nitratos ($\text{NO}_3/\text{NIT} = 81\%$), siendo la proporción de amonio moderada ($\text{NH}_4/\text{NIT} = 11\%$) y la de nitritos pequeña ($\text{NO}_2/\text{NIT} = 3\%$). La evolución temporal del nitrógeno inorgánico total (NIT) no mantiene la pauta seguida por el fósforo total, resultando las concentraciones de 2005 superiores a las obtenidas en 2004.

- El contenido de materia orgánica obtenido es bajo y no presenta variaciones interanuales destacables. Los valores medios obtenidos para el periodo estudiado han sido de 0,7 y 6,3 mg O₂/l, para la DBO₅ y DQO, respectivamente.
- Las aguas embalsadas son moderadamente mineralizadas y la concentración de calcio (27,3 mg Ca/l) se sitúa en el rango habitual en el embalse.

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes



4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores

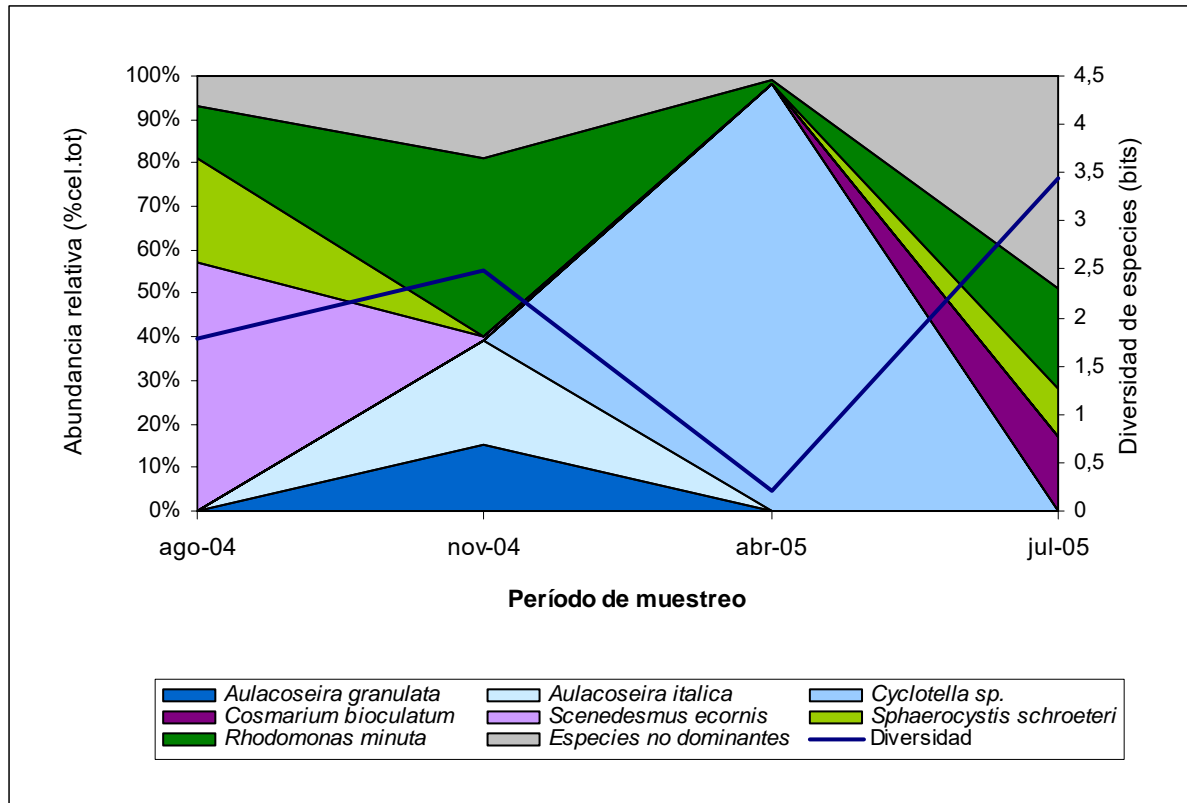
Los resultados de los análisis cuantitativos de fitoplancton se presentan en el **Anexo III**. De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones.

De la totalidad de 4 análisis realizados se han identificado un total de 63 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 11 diatomeas
- 10 cianobacterias
- 24 clorofíceas
- 7 criptofíceas
- 3 crisofíceas
- 2 dinofíceas
- 2 euglenofíceas
- 4 zigofíceas

El gráfico siguiente recoge los cambios estacionales -climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico estudiado -2004-2005-. Las 7 especies que aparecen en el gráfico son consideradas las más representativas de este sistema léntico, atendiendo a la densidad algal -cel/ml- que presenten en una determinada estación climatológica.

Figura 5: Evolución temporal de las especies dominantes y diversidad de la comunidad algal



La composición y estructura poblacional han mantenido las siguientes pautas temporales:

En el período estival de 2.004 se registran valores de densidad fitoplanctónica reducidos -668 cel/ml- y las especies con mayor abundancia son las clorofíceas *Scenedesmus ecornis* y *Sphaerocystis schroeteri* que entre las dos representan el 80% de la densidad total.

En el periodo invernal la densidad algal se mantiene en valores bajos -680 cel/ml-. Cualitativamente se producen cambios sustanciales en la comunidad de manera que predominan especies comunes de medios mezclados y temperaturas bajas. No existen especies claramente dominantes pero destacan las diatomeas *Aulacoseira granulata* y *Aulacoseira italica* y la criptofíceas *Rhodomonas minuta*.

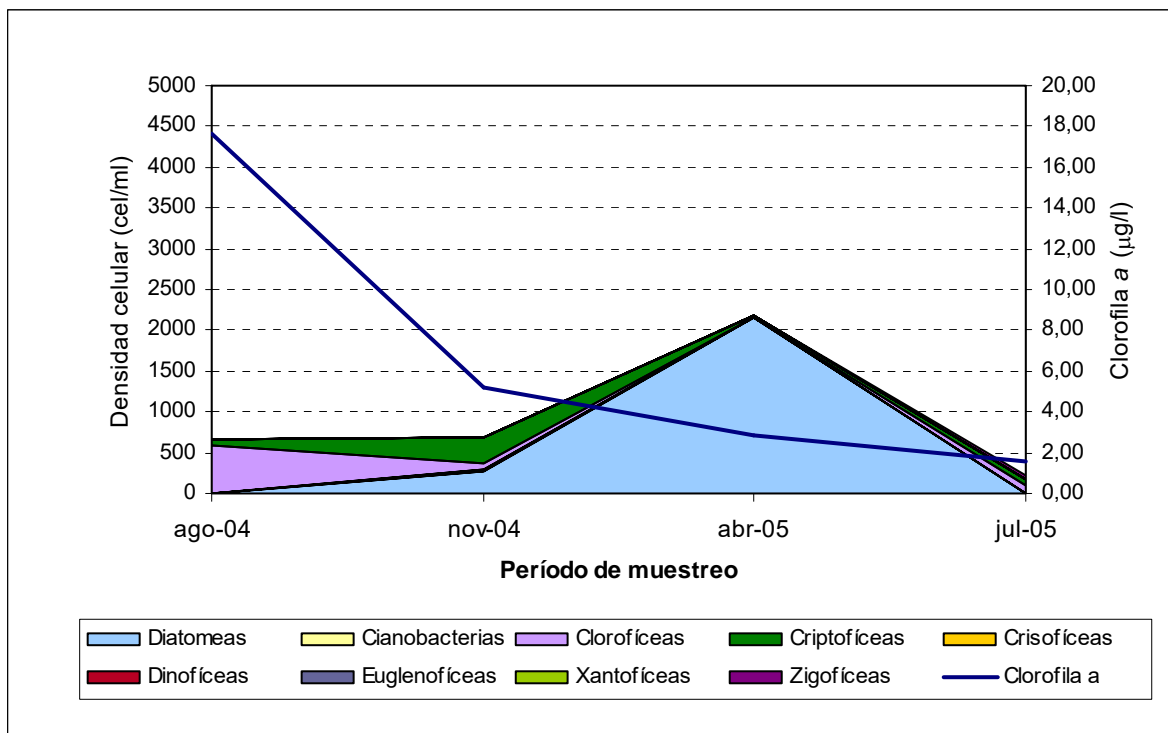
Durante la primavera se registra el valor máximo de densidad fitoplanctónica en la comunidad -2.187 cel/ml-. La principal especie responsable del crecimiento es la diatomea *Cyclotella sp.*, que representa el 98% de la densidad total. La fuerte

dominancia de esta especie determina el mínimo valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver durante el periodo de estudio -0,20 bits-.

En el verano de 2005 se produce un descenso de la abundancia algal y se cuantifica la mínima densidad del periodo estudiado -209 cel/ml-. La composición de la comunidad se caracteriza por la ausencia de especies dominantes, lo cual determina el máximo valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver-3,44 bits-. La abundancia se distribuye de manera prácticamente equitativa, sin embargo destacan las poblaciones de la criptofícea *Rhodomonas minuta* y la zigofícea *Cosmarium bioculatum*.

La evolución temporal de la densidad algal, segregada por clases taxonómicas y la biomasa expresada en concentración de clorofila *a*, se representa en el siguiente gráfico:

Figura 6: Evolución temporal por clases taxonómicas

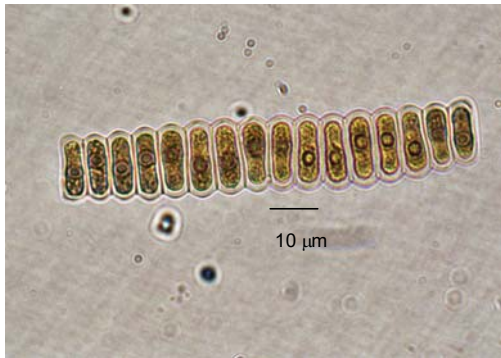


La evolución temporal de la biomasa, medida como concentración de clorofila *a*, no presenta una buena correspondencia con la densidad fitoplanctónica. La máxima concentración de clorofila *a*, se registró en agosto de 2004 -17,60 µg/l-, cuando la densidad celular era 668 cel/ml. El origen de esta situación podría ser una proliferación anterior que estaría en retroceso y se cuantificara un elevado porcentaje de clorofila *a* en

deterioro. A partir de abril de 2005, se puede observar una buena correspondencia entre la biomasa y la densidad algal, ya que ambos parámetros tienden a disminuir.

4.3.1. Calidad bioindicadora

Las asociaciones algales presentes en el embalse de González Lacasa y el pico de población en primavera definen un medio mesotrófico. En agosto de 2004, destacan



Scenedesmus ecornis

clorofíceas como *Spaherocystis schroeteri* o *Scenedesmus ecornis* que suelen crecer en medios con un grado trófico medio. Durante el invierno y la primavera dominan las diatomeas céntricas, asociadas a medios bien mezclados y con bajo grado trófico ya que tienen una mayor capacidad para captar nutrientes en reducidas

concentraciones. El grado trófico moderado del embalse se confirma por la densidad media de la comunidad fitoplanctónica a lo largo del periodo de estudio–936 cel/ml-.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

En función de la variedad de índices que se plasma en el **cuadro IV**, se puede catalogar al embalse de González Lacasa como **mesotrófico**.

Atendiendo a criterios de la OCDE todos los parámetros (tanto causales como de respuesta) sitúan al embalse en rangos de mesotrofia. Cabe citar que los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson,1974), estimados a partir del fósforo total y de la profundidad del disco de Secchi, resultan menos restrictivos y catalogan al embalse como oligotrófico.

Cuadro IV Catalogación del grado trófico del embalse según los diferentes índices

Índice	Definición criterio	Rango	Periodo 2.004-2.005	
			Valor	Grado Trófico
EPA (1976)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 10-MESO-20 >	13	MESOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	936	OLIGOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	17,6	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	6,8	MESO-EUTRÓF.
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	13	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	4,0	OLIGO-MESOT.
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	936	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	6,8	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	13	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	150	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	4,0	E. MODERADA
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	6,8	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	17,6	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	13	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6;; 6-3; 3-1.5; < 1.5	4,0	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	2,4	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): DST	<i>$TSI = 10(6 - \log_2(DST))$</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	40	OLIGOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): CLA	<i>$10(6 - \log_2 7,7(1/Cl_a^{0,68}))$</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	49	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>$TSI = 10(6 - \log_2(54,9/PT))$</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	40	OLIGOTRÓFICO

6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

En el apartado 6.1. de la MEMORIA DEL ESTUDIO - ESTABLECIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO- se describe la metodología empleada para clasificar el potencial ecológico.

Tal y como se refleja en el cuadro siguiente, el potencial ecológico del embalse de González Lacasa es **BUENO**.

EMBALSE DE GONZÁLEZ LA CASA			CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO					Valor obs.	Valoración del parámetro	Valoración del indicador	IPE	EQR
Indicadores	Elementos	Parámetros	Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo					
Biológicos	Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton	Densidad algal, media anual (cel/ml)	< 5000	5000-15000	15000-25000	25000-50000	> 50000	936	5	3,0	3,0	0,82
		Biomasa algal, Cla a (µg/l); anual capa fótica	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	> 25	6,8	3			
		Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	> 10 ⁵	0	5			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	4,0	3	3,3	3,0	0,82
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O ₂)	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	7,2	4			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	13,3	3			
			VALORACIÓN DE CADA CLASE									
			5	4	3	2	1					

CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO					
	Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
EQR	1-0,95	0,95-0,80	0,80-0,60	0,60-0,40	0,40-0

ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

EMBALSE: GONZALEZ LACASA (GL) **CAMPAÑA:** 1
COT. MAX: 995,5 **NIVEL:** 988,51

Estación: E1 Profundidad: 33,9
 Fecha: 09/08/2004 Hora: 16:20
 Disco Secchi (m): 2,35 Capa fónica (m): 4,0

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. μS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	989	22,40	9,27	8,94	103,1	171	328	111
1	988	22,41	9,27	8,90	102,8	171	335	111
2	987	22,39	9,27	8,87	102,3	171	338	111
3	986	22,32	9,27	8,90	102,5	171	341	111
4	985	22,03	9,29	9,03	103,4	171	345	111
5	984	21,97	9,29	9,02	103,2	171	347	111
6	983	20,46	9,29	11,55	126,1	179	353	116
7	982	16,94	8,91	11,59	119,8	178	350	116
8	981	14,66	8,63	11,30	108,6	169	349	110
9	980	12,49	8,05	9,40	89,3	164	335	107
10	979	10,79	7,74	7,48	67,5	161	330	105
11	978	10,00	7,57	6,65	58,9	160	326	104
12	977	9,36	7,52	6,30	55,2	160	326	104
13	976	9,34	7,49	6,14	53,4	159	326	103
14	975	8,91	7,47	6,04	52,4	159	324	103
15	974	8,35	7,47	6,00	51,1	158	325	103
16	973	8,03	7,48	6,27	53,0	157	328	102
17	972	7,88	7,48	6,47	54,4	156	328	101
18	971	7,70	7,49	6,60	55,2	155	330	101
19	970	7,54	7,52	6,81	56,8	155	332	101
20	969	7,49	7,68	7,27	60,8	155	301	101
21	968	7,39	7,63	7,17	59,7	155	318	101
22	967	7,35	7,60	7,13	59,2	154	320	100
23	966	7,27	7,60	7,28	60,3	154	324	100
24	965	7,21	7,60	7,35	60,9	154	328	100
25	964	7,15	7,60	7,47	61,8	153	330	99
26	963	7,07	7,61	7,41	61,2	153	336	99
27	962	6,99	7,61	7,44	61,2	152	337	99
28	961	6,97	7,61	7,38	60,9	152	340	99
29	960	6,93	7,59	7,12	58,6	152	342	99
30	959	6,88	7,56	6,91	56,9	152	326	99
31	958	6,86	7,54	6,63	54,5	152	329	99
32	957	6,86	7,54	6,60	54,2	152	333	99
33	956	6,84	7,53	6,38	52,4	152	334	99
33,9	955	6,83	7,51	6,07	49,8	152	334	99

EMBALSE: GONZALEZ LACASA (GL) **CAMPAÑA:** 2
COT. MAX: 995,5 **NIVEL:** 976,38

Estación: E1 Profundidad: 21
 Fecha: 05/11/2004 Hora: 14:00
 Disco Secchi (m): 2,6 Capa fótica (m): 4,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. μS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	976	13,13	8,22	5,02	48,0	277	249	180
1	975	13,14	8,24	4,38	41,7	277	250	180
2	974	13,13	8,24	4,32	41,1	277	215	180
3	973	13,13	8,22	4,29	40,9	278	216	181
4	972	13,13	8,22	4,29	40,8	277	219	180
5	971	13,13	8,21	4,27	40,6	277	222	180
6	970	13,13	8,21	4,44	42,3	277	225	180
7	969	13,13	8,21	4,41	42,0	278	216	181
8	968	13,13	8,21	4,36	41,3	277	218	180
9	967	13,13	8,21	4,44	42,3	278	221	181
10	966	13,13	8,21	4,49	42,8	277	223	180
11	965	13,12	8,18	4,74	45,1	278	218	181
12	964	13,12	8,19	4,64	44,2	278	217	181
13	963	13,12	8,20	4,55	43,2	278	205	181
14	962	13,12	8,20	4,58	43,5	278	200	181
15	961	13,12	8,20	4,39	41,5	277	198	180
16	960	13,11	8,20	4,41	42,0	277	185	180
17	959	13,11	8,20	4,34	41,4	278	180	181
18	958	13,11	8,20	4,27	40,6	277	179	180
19	957	13,11	8,20	4,22	40,2	277	176	180
20	956	13,11	8,20	4,07	38,7	277	176	180
21	955	13,10	8,19	3,73	35,7	278	177	181

EMBALSE: GONZALEZ LACASA (GL) **CAMPAÑA:** 3
COT. MAX: 995,5 **NIVEL:** 993,79

Estación: E1 Profundidad: 29,8
 Fecha: 01/04/2005 Hora: 10:50
 Disco Secchi (m): 3 Capa fótica (m): 5,1

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. μS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	994	7,28	8,11	8,96	74,5	207	93	135
1	993	6,92	8,11	8,94	74,1	206	97	134
2	992	6,88	8,11	9,05	74,4	206	99	134
3	991	6,87	8,10	9,22	75,8	207	101	134
4	990	6,84	8,09	9,29	75,5	208	102	135
5	989	6,80	8,08	9,29	76,2	210	103	137
6	988	6,66	8,07	9,22	75,3	209	104	136
7	987	6,56	8,07	9,25	75,4	208	106	135
8	986	6,49	8,05	9,13	74,2	207	106	135
9	985	6,46	8,04	9,06	73,6	207	107	135
10	984	6,39	8,03	8,85	71,8	206	108	134
11	983	6,39	8,03	8,92	72,2	205	109	133
12	982	6,27	8,03	8,78	71,1	207	110	135
13	981	6,25	8,03	8,44	68,3	207	112	135
14	980	6,22	8,02	8,69	69,9	207	113	135
15	979	6,14	8,02	8,77	70,7	208	113	135
16	978	6,13	8,02	8,76	70,7	211	115	137
17	977	6,12	8,02	8,63	69,5	211	116	137
18	976	6,11	8,01	8,64	69,6	211	116	137
19	975	6,11	8,01	8,70	70,1	211	117	137
20	974	6,12	8,01	8,69	70,0	211	117	137
21	973	6,11	8,01	8,54	68,8	211	118	137
22	972	6,09	8,01	8,43	67,8	211	118	137
23	971	5,97	8,02	8,45	67,9	209	119	136
24	970	5,91	8,01	8,54	68,5	209	120	136
25	969	5,89	8,01	8,36	67,0	209	120	136
26	968	5,90	8,00	8,38	67,2	211	121	137
27	967	5,87	7,99	8,20	66,2	211	121	137
28	966	5,73	8,00	8,14	65,0	209	122	136
29	965	5,62	7,98	8,14	64,8	211	122	137
30	964	5,58	7,83	7,47	59,4	211	31	137

EMBALSE: GONZALEZ LACASA (GL) **CAMPAÑA:** 4
COT. MAX: 995,5 **NIVEL:** 993

Estación: E1 Profundidad: 33
 Fecha: 08/07/2005 Hora: 12:30
 Disco Secchi (m): 8,1 Capa fótica (m): 13,8

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. μS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	993	21,14	8,90	7,84	88,4	191	-	124
1	992	20,79	9,03	7,85	87,7	191	-	124
2	991	20,74	8,96	7,70	86,0	191	-	124
3	990	20,74	8,93	7,83	87,3	191	-	124
4	989	20,67	8,92	7,76	86,5	191	-	124
5	988	20,64	8,91	7,71	85,1	191	-	124
6	987	19,13	8,55	8,54	92,5	203	-	132
7	986	15,28	8,73	9,48	93,0	198	-	129
8	985	12,13	8,74	9,77	91,0	186	-	121
9	984	10,62	8,63	9,58	86,5	183	-	119
10	983	9,83	8,59	9,34	82,4	182	-	118
11	982	8,88	8,53	8,81	76,4	179	-	116
12	981	8,42	8,47	8,74	74,6	179	-	116
13	980	8,12	8,46	8,60	72,9	179	-	116
14	979	7,86	8,44	8,52	71,7	179	-	116
15	978	7,64	8,42	8,33	69,7	178	-	116
16	977	7,50	8,39	8,26	69,0	179	-	116
17	976	7,40	8,37	8,22	68,4	179	-	116
18	975	7,29	8,19	8,25	68,5	178	-	116
19	974	7,23	8,15	8,29	68,7	179	-	116
20	973	7,15	8,12	8,30	68,8	179	-	116
21	972	7,09	8,09	8,09	69,2	179	-	116
22	971	7,05	8,34	8,34	70,0	179	-	116
23	970	7,03	8,12	8,12	69,6	179	-	116
24	969	6,99	8,12	8,12	69,1	179	-	116
25	968	6,96	8,26	8,26	68,8	179	-	116
26	967	6,93	8,11	8,11	67,4	180	-	117
27	966	6,92	8,25	8,25	66,8	180	-	117
28	965	6,89	8,27	8,27	64,9	180	-	117
29	964	6,88	8,10	8,10	64,5	181	-	118
30	963	6,85	8,22	8,22	60,7	182	-	118
31	962	6,84	8,22	8,22	59,7	182	-	118
32	961	6,83	8,24	8,24	59,0	182	-	118
33	960	6,82	8,22	8,22	56,1	183	-	119

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	GONZÁLEZ LA CASA	CÓDIGO:	GL1	
CAMPAÑA:	1	FECHA:	09/08/2004	
COTA MÁXIMA:	995,50	NIVEL:	989	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	9	32
COTA	msnm	988	980	957
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	1,6	2,3	1,7
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	69,8	71,2	67,5
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,8	0,9	1,1
DQO	mg O ₂ /l	3,9	7,8	3,9
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,022	0,024	0,031
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,008	0,013	0,010
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,004	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,39	0,58	0,59
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,00	0,00	0,00
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,00	0,00	0,00
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,39	0,58	0,59
NITRATOS	mg NO ₃ /l	0,00	0,00	1,11
NITRATOS	mg N/l	0,00	0,00	0,25
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,012	0,012	0,013
NITRITOS	mg N/l	0,004	0,004	0,004
N INORGÁNICO	mg N/l	0,00	0,01	0,26
CALCIO	mg Ca/l	27,8	28,9	25,2
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	1,6	3,7	3,1
SODIO	mg Na/l	3,1	3,1	2,7
POTASIO	mg K/l	0,9	1,0	0,9
CLORUROS	mg Cl ⁻ /l	4,5	4,0	3,0
SULFATOS	mg SO ₄ ⁻² /l	8,5	12,1	8,5
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,0
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	4,68	5,47	5,41
CLOROFILA a	µg/l	17,6		

EMBALSE:	GONZÁLEZ LA CASA	CÓDIGO:	GL2	
CAMPAÑA:	2	FECHA:	05/11/2004	
COTA MÁXIMA:	995,50	NIVEL:	976	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1		
COTA	msnm	975		
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,6		
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	75,1		
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,5		
DQO	mg O ₂ /l	4,0		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,015		
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,030		
FOSFATOS	mg P/l	0,010		
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,62		
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,00		
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,00		
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,62		
NITRATOS	mg NO ₃ /l	0,24		
NITRATOS	mg N/l	0,05		
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,011		
NITRITOS	mg N/l	0,003		
N INORGÁNICO	mg N/l	0,06		
CLOROFILA a	µg/l	5,2		

Muestra en superficie por inaccesibilidad a la masa de agua

EMBALSE:	GONZÁLEZ LA CASA	CÓDIGO:	GL3	
CAMPAÑA:	3	FECHA:	01/04/2005	
COTA MÁXIMA:	995,50	NIVEL:	994	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	13	29
COTA	msnm	993	981	965
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	1,6		
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	67,5		
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,4		
DQO	mg O ₂ /l	7,9		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,009	0,011
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,009	0,015	0,006
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,005	0,002
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,74	0,75	0,64
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,07	0,05
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,06	0,04
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,72	0,69	0,60
NITRATOS	mg NO ₃ /l	0,88	0,94	0,83
NITRATOS	mg N/l	0,20	0,21	0,19
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,015	0,011	0,015
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,003	0,005
N INORGÁNICO	mg N/l	0,22	0,27	0,23
CLOROFILA a	µg/l	2,8		

EMBALSE:	GONZÁLEZ LA CASA	CÓDIGO:	GL4	
CAMPAÑA:	4	FECHA:	08/07/2005	
COTA MÁXIMA:	995,50	NIVEL:	993	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	13	29
COTA	msnm	992	980	964
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	0,7		
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,1		
DQO	mg O ₂ /l	8,1		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,008	0,007
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,010	0,018	0,020
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,006	0,007
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,31	0,35	0,30
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,04	0,03	0,03
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,02	0,02
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,28	0,33	0,28
NITRATOS	mg NO ₃ /l	0,24	1,11	1,30
NITRATOS	mg N/l	0,05	0,25	0,29
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,014	0,010	0,008
NITRITOS	mg N/l	0,004	0,003	0,002
N INORGÁNICO	mg N/l	0,09	0,28	0,32
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,0
CLOROFILA a	µg/l	1,6		

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	GONZALEZ LACASA	CÓDIGO:	GL1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	09/08/2004
COTAMAX:	996	D. SECCHI:	2,4
NIVEL:	989	C.FÓTICA:	4,0
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	988	
CLOROFILA a	µg/l	17,60	
Población total	n° cel/ml	668	
Diversidad (H)	Bits	1,79	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	6	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	578	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	78	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	4	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Gyrosigma sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Pleurosigma sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	7	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofícea	4	
<i>Pandorina morum</i>	Clorofícea	11	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	Clorofícea	384	
<i>Schroederia setigera</i>	Clorofícea	10	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	162	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	77	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Cosmarium formosulum</i>	Zigofícea	2	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigofícea	1	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigofícea	1	

EMBALSE:	GONZALEZ LACASA	CÓDIGO:	GL2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	05/11/2004
COTAMAX:	996	D. SECCHI:	2,6
NIVEL:	976	C.FÓTICA:	4,4
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	975	
CLOROFILA a	µg/l	5,20	
Población total	n° cel/ml	680	
Diversidad (H)	Bits	2,48	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	267	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	39	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	52	
Clase CRIFTOFICEA	n° cel/ml	321	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOICEA	n° cel/ml	1	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillariofícea	101	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillariofícea	160	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Gomphonema acuminatum</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula cryptotenella</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Aphanocapsa sp.</i>	Cianobacteria	39	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Clorofícea	1	
<i>Pediastrum duplex</i>	Clorofícea	1	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	Clorofícea	6	
<i>Schroederia setigera</i>	Clorofícea	40	
<i>Sphaerocystis sp.</i>	Clorofícea	4	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	22	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	7	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	12	
<i>Cryptomonas rostratiformis</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	279	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	

EMBALSE:	GONZALEZ LACASA	CÓDIGO:	GL3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	01/04/2005
COTAMAX:	996	D. SECCHI:	3,0
NIVEL:	994	C.FÓTICA:	5,1
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	993	
CLOROFILA a	µg/l	2,80	
Población total	n° cel/ml	2.187	
Diversidad (H)	Bits	0,20	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	2.152	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	12	
Clase CRIFTOFICEA	n° cel/ml	22	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase DINOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	2.144	
<i>Cymbella minuta</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Diatoma vulgare</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Gomphonema angustum</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Asterococcus sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlorogonium elongatum</i>	Clorofícea	2	
<i>Eudorina elegans</i>	Clorofícea	1	
<i>Nephrocytium agardhianum</i>	Clorofícea	3	
<i>Schroederia setigera</i>	Clorofícea	4	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	20	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	1	

EMBALSE:	GONZALEZ LACASA	CÓDIGO:	GL4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	08/07/2005
COTAMAX:	996	D. SECCHI:	8,1
NIVEL:	993	C.FÓTICA:	13,8
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	992	
CLOROFILA a	µg/l	1,60	
Población total	n° cel/ml	209	
Diversidad (H)	Bits	3,44	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	5	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	105	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	59	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	2	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	2	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	36	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Amphora sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Gyrosigma sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Ankyra sp.</i>	Clorofícea	13	
<i>Botryococcus braunii</i>	Clorofícea	15	
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	6	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofícea	7	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Clorofícea	30	
<i>Pediastrum duplex</i>	Clorofícea	7	
<i>Scenedesmus sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Schroederia setigera</i>	Clorofícea	1	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	Clorofícea	22	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	9	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	48	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	1	
<i>Synura sp.</i>	Crisofícea	1	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Cosmarium bioculatum</i>	Zigofícea	36	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2004 (09/08/2004)



Presa de González Lacasa. Invierno de 2004 (05/11/2004)



Vista panorámica del embalse. Invierno de 2004 (05/11/2004)



Vista panorámica del embalse. Verano de 2005 (08/07/2005)

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio de 2006

EMBALSE: GONZÁLEZ LACASA

CÓDIGO: GL

LOCALIZACIÓN:

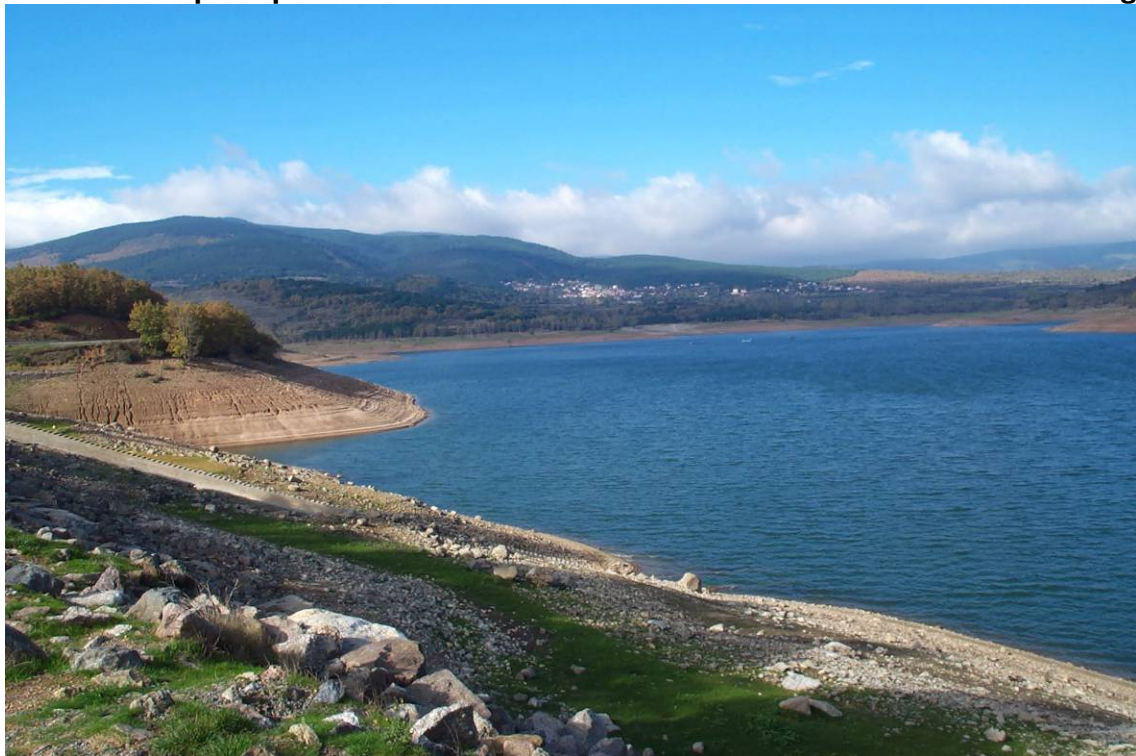
Autonomía: La Rioja
Provincia: La Rioja
Municipio: Ortigosa de Cameros



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

Tributario principal:	Albercos	Otros tributarios:	-
Año de terminación:	1959	Propietario:	Estado
Cuenca a la que pertenece:	Albercos-Iregua	Altitud (msnm):	995,5
Capacidad total (hm ³):	33	Capacidad útil (hm ³):	-
Longitud máxima (km):	2,1	Perímetro (km):	7,2
Profundidad máxima (m):	53,5	Profundidad media (m):	21,7
Usos principales:	Abastecimiento	Otros usos:	Riego



Panorámica del embalse (05/11/2004)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



 Estación de embalse

N° Plano/s 1:50.000: 241



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

	GRADO TRÓFICO	POTENCIAL ECOLÓGICO	
GONZÁLEZ LA CASA	Mesotrófico	Bueno	
Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Óptimo/Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS: (Datos referidos a la estación de presa -EI-)

1ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González		Fecha de muestreo: 09/08/2004
Tª superficie (°C): 22,40	pH superficie (ud): 9,27	Conductividad superficie (µS/cm): 171	
Tª fondo (°C): 6,83	pH fondo (ud): 7,51	Conductividad fondo (µS/cm): 152	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	2,35	4	
Termoclina: Si		Profundidad (m): 6	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	
2ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González		Fecha de muestreo: 05/11/2004
Tª superficie (°C): 13,13	pH superficie (ud): 8,22	Conductividad superficie (µS/cm): 277	
Tª fondo (°C): 13,10	pH fondo (ud): 8,10	Conductividad fondo (µS/cm): 278	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	2,6	4,4	
Termoclina: No		Profundidad (m): -	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	
3ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González		Fecha de muestreo: 01/04/2005
Tª superficie (°C): 7,28	pH superficie (ud): 8,11	Conductividad superficie (µS/cm): 207	
Tª fondo (°C): 5,58	pH fondo (ud): 7,83	Conductividad fondo (µS/cm): 211	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	3	5,1	
Termoclina: No		Profundidad (m): -	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	
4ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González		Fecha de muestreo: 08/07/2005
Tª superficie (°C): 21,14	pH superficie (ud): 8,90	Conductividad superficie (µS/cm): 191	
Tª fondo (°C): 6,82	pH fondo (ud): 8,22	Conductividad fondo (µS/cm): 183	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	8,1	13,8	
Termoclina: Si		Profundidad (m): 6	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	



CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS: (Datos referidos a la estación de presa -EI-)

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 09/08/2004		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	GLEIS	GLEIT	GLEIF
PROFUNDIDAD	m	1	9	32
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,022	0,024	0,031
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,004	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,39	0,58	0,59
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	mg N/l	0,00	0,00	0,25
NITRITOS	mg N/l	0,004	0,004	0,004
CLOROFILA a	$\mu\text{g/l}$	17,6		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	668		
CLASE PREDOMINANTE:	Clorofícea	Nº células/ml: 578		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Scenedesmus ecornis</i>	Nº células/ml: 384		

2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 23/11/2004		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	GLEIS	GLEIM	GLEIF
PROFUNDIDAD	m	1	-	-
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,015	-	-
FOSFATOS	mg P/l	0,010	-	-
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,62	-	-
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,00	-	-
NITRATOS	mg N/l	0,05	-	-
NITRITOS	mg N/l	0,003	-	-
CLOROFILA a	$\mu\text{g/l}$	5,2		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	680		
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofícea	Nº células/ml: 321		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>	Nº células/ml: 279		

3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 07/04/2005		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	GLEIS	GLEIM	GLEIF
PROFUNDIDAD	m	1	13	29
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,009	0,011
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,005	0,002
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,74	0,75	0,64
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,06	0,04
NITRATOS	mg N/l	0,20	0,21	0,19
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,003	0,005
CLOROFILA a	$\mu\text{g/l}$	2,8		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	2.187		
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea	Nº células/ml: 2.152		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella sp.</i>	Nº células/ml: 2.144		

4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 13/07/2005		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	GLEIS	GLEIM	GLEIF
PROFUNDIDAD	m	1	13	29
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,008	0,007
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,006	0,007
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,31	0,35	0,30
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,02	0,02
NITRATOS	mg N/l	0,05	0,25	0,29
NITRITOS	mg N/l	0,004	0,003	0,002
CLOROFILA a	$\mu\text{g/l}$	1,6		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	209		
CLASE PREDOMINANTE:	Clorofícea	Nº células/ml: 105		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Pediastrum boryanum</i>	Nº células/ml: 30		

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE ORTIGOSA 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Ortigosa recopilados durante los años 2004 y 2005, en aplicación del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, a partir de la trasposición de la Directiva Marco del Agua (DMA).

La metodología utilizada ha consistido en obtener del informe de dicho año los datos necesarios para estimar de nuevo el estado trófico y el potencial ecológico y, recalcular el valor correspondiente en cada variable y en el estado final del embalse, utilizando las métricas publicadas en 2015, lo que permite comparar el estado de los embalses en un ciclo interanual de forma homogénea.

En cada apartado considerado se indica la referencia del apartado del informe original al que se refiere este trabajo adicional.

1. ESTADO TRÓFICO

Para evaluar el grado de eutrofización o estado trófico de una masa de agua se aplican e interpretan una serie de indicadores de amplia aceptación. En cada caso, se ha tenido en cuenta el valor de cada indicador en función de las características limnológicas básicas de los embalses. Así, se han podido interpretar las posibles incoherencias entre los diversos índices y parámetros y establecer la catalogación trófica final en función de aquellos que, en cada caso, responden a la eutrofización de las aguas.

Dentro del presente estudio se han considerado los siguientes índices y parámetros:

a) Concentración de nutrientes. Fósforo total (PT)

La concentración de fósforo total en el epilimnion del embalse es un parámetro decisivo en la eutrofización ya que suele ser el factor limitante en el crecimiento y reproducción de las poblaciones algales o producción primaria. De entre los índices conocidos, se ha adoptado en el presente estudio, el utilizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) resumido en la tabla A1, ya que es

el que mejor refleja el grado trófico real en los casos estudiados y además es el de más amplio uso a nivel mundial y en particular en la Unión Europea (UE), España y la propia Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE). Desde 1984 se demostró que los criterios de la OCDE, que relacionan la carga de nutrientes con las respuestas de eutrofización, eran válidos para los embalses españoles.

Tabla A1. Niveles de calidad según la concentración de fósforo total.

Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración PT ($\mu\text{g P/L}$)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100

b) Fitoplancton (Clorofila a, densidad algal)

A diferencia del anterior, el fitoplancton es un indicador de respuesta trófica y, por lo tanto, integra todas las variables causales, de modo que está influido por otros condicionantes ambientales además de estarlo por los niveles de nutrientes. Se utilizan dos parámetros como estimadores de la biomasa algal en los índices: concentración de clorofila a en la zona fótica ($\mu\text{g/L}$) y densidad celular (n° células/ml).

Al contar en este estudio mayoritariamente con sólo una campaña de muestreo, y por tanto no contar con una serie temporal que nos permitiera la detección del máximo anual, se utilizaron las clases de calidad relativas a la media anual (tabla A2). La utilización de los límites de calidad relativos a la media anual de clorofila se basó en el hecho de que los muestreos fueron realizados durante la estación de verano. Según la bibliografía limnológica general, el verano coincidiría con un descenso de la producción primaria motivado por el agotamiento de nutrientes tras el pico de producción típico de finales de primavera. Por ello, la utilización de los límites o rangos relativos al máximo anual resultaría inadecuada.

Para la densidad celular, basamos nuestros límites de estado trófico en la escala logarítmica basada en los estudios limnológicos de Margalef, ya utilizada para incluir más clases de estado trófico en otros estudios (tabla A2). Estos resultados se ajustaban de forma más aproximada a los obtenidos mediante otras métricas estándar de la OCDE como las de P total o clorofila. En el presente estudio, los índices elegidos son los siguientes:

Tabla A2. Niveles de calidad según la clorofila *a* y la densidad algal del fitoplancton.

Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad (cél./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000

c) Transparencia de la columna de agua. Disco de Secchi (DS)

Por su parte, la transparencia, medida como profundidad de visibilidad del disco de Secchi (media y mínimo anual en m), está también íntimamente relacionada con la biomasa algal, aunque más indirectamente, ya que otros factores como la turbidez debida a sólidos en suspensión, o los fenómenos de dispersión de la luz que se producen en aguas carbonatadas, afectan a esta variable.

Se utilizaron las clases de calidad relativas al mínimo anual de transparencia según criterios OCDE. Se utilizaron en este caso los rangos relativos al mínimo anual (tabla A3) debido a varios factores: por un lado, la transparencia en embalses es generalmente menor que en lagos; por otro lado, en verano se producen resuspensiones de sedimentos como consecuencia de los desembalses para regadío, y por último, la mayoría de los embalses muestreados son de aguas carbonatadas, con lo que la profundidad de Secchi subestimaría también la transparencia.

Tabla A3. Niveles de calidad según la transparencia.

Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Disco Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7

Catalogación trófica final

Se han considerado la totalidad de los índices expuestos, que se especifican en la tabla A4, estableciéndose el estado trófico global de los embalses estudiados según la metodología descrita a continuación, utilizando el valor promedio de los dos muestreos en su caso.

Tabla A4. Resumen de los parámetros indicadores de estado trófico.

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración PT (μg)	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 <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cél./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000

Sobre la base de esta propuesta, en la tabla A5 se incluye la catalogación de las diferentes masas de agua por parámetro. Así, para cada uno de los embalses, se asignó un valor numérico (de 1 a 5) según cada clase de estado trófico.

Tabla A5. Valor numérico asignado a cada clase de estado trófico.

ESTADO TRÓFICO	VALORACIÓN
Ultraoligotrófico	1
Oligotrófico	2
Mesotrófico	3
Eutrófico	4
Hipereutrófico	5

La valoración del estado trófico global final se calculó mediante la *media* de los valores anteriores, re-escalada a cinco rangos de estado trófico (es decir, el intervalo 1-5, de 4 unidades, dividido en 5 rangos de 0,8 unidades de amplitud).

2. ESTADO DE LA MASA DE AGUA

El **estado** de una masa de agua es el grado de alteración que presenta respecto a sus condiciones naturales, y viene determinado por el *peor valor* de su estado ecológico y químico.

- El *estado ecológico* es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales en relación con las condiciones de referencia (es decir, en ausencia de alteraciones). En el caso de los embalses se denomina *potencial ecológico* en lugar de estado ecológico. Se determina a partir de indicadores de calidad (biológicos y fisicoquímicos).

- El estado químico de las aguas es una expresión de la calidad de las aguas superficiales que refleja el grado de cumplimiento de las normas de calidad ambiental de las sustancias prioritarias y otros contaminantes.

2.1. POTENCIAL ECOLÓGICO

2.1.1. INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS: FITOPLANCTON

Como consecuencia de la aprobación de la IPH (Instrucción de Planificación Hidrológica, Orden ARM/2656/2008), se ha realizado una aproximación al potencial ecológico para el elemento de calidad fitoplancton denominada *propuesta normativa*. En ella se establecen las condiciones de máximo potencial para los siguientes parámetros: clorofila a, biovolumen, Índice de Grupos Algales (IGA) y porcentaje de cianobacterias, en función de la tipología del embalse.

Se debe seguir el procedimiento descrito en el Protocolo MFIT-2013 Versión 2 para el cálculo del RCE de cada uno de los cuatro parámetros:

- Cálculo de Ratio de Calidad Ecológico (RCE)

Cálculo para clorofila a:

$$\text{RCE} = [(1/\text{Chla Observado}) / (1/\text{Chla Máximo Potencial Ecológico})]$$

Cálculo para biovolumen:

$$\text{RCE} = [(1/\text{biovolumen Observado}) / (1/\text{ biovolumen Máximo Potencial Ecológico})]$$

Cálculo para el Índice de Grupos Algales (IGA):

$$\text{RCE} = [(400\text{-IGA Observado}) / (400\text{- IGA Máximo Potencial Ecológico})]$$

Cálculo para el porcentaje de cianobacterias:

$$\text{RCE} = [(100 - \% \text{ cianobacterias Observado}) / (100 - \% \text{ cianobacterias Máximo Potencial Ecológico})]$$

1) Concentración de clorofila a

Del conjunto de pigmentos fotosintetizadores de las microalgas de agua dulce, la clorofila a se emplea como un indicador básico de biomasa fitoplanctónica. Todos los grupos de microalgas contienen clorofila a como pigmento principal, pudiendo llegar a

representar entre el 1 y el 2 % del peso seco total. La clasificación del potencial ecológico de acuerdo con la concentración de clorofila *a* se indica en la tabla A6.

Tabla A6. Clases de potencial ecológico según el RCE de la concentración de clorofila *a*.

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
Rango <i>Tipos 1, 2 y 3</i>	> 0,211	0,210 – 0,14	0,13 – 0,07	< 0,07
Rango <i>Tipos 7, 8, 9, 10 y 11</i>	> 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143
Rango <i>Tipo 12</i>	> 0,195	0,194 – 0,13	0,12 – 0,065	< 0,065
Rango <i>Tipo 13</i>	> 0,304	0,303 – 0,203	0,202 – 0,101	< 0,101
Valoración de cada clase	2	3	4	5

2) Biovolumen algal

El biovolumen es una medida mucho más precisa de la biomasa algal, por tener en cuenta el tamaño o volumen celular de cada especie, además del número de células. La clasificación del potencial ecológico de acuerdo al biovolumen de fitoplancton se indica en la tabla A7.

Tabla A7. Clases de potencial ecológico según el RCE del biovolumen algal del fitoplancton.

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
Rango <i>Tipos 1, 2 y 3</i>	> 0,189	0,188 – 0,126	0,125 – 0,063	< 0,063
Rango <i>Tipos 7, 8, 9, 10 y 11</i>	> 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12
Rango <i>Tipo 12</i>	> 0,175	0,174 – 0,117	0,116 – 0,058	< 0,058
Rango <i>Tipo 13</i>	> 0,261	0,260 – 0,174	0,173 – 0,087	< 0,087
Valoración de cada clase	2	3	4	5

3) Índice de grupos algales (IGA)

Se ha aplicado un índice basado en el biovolumen relativo de diferentes grupos algales del fitoplancton, denominado *IGA*, y que viene siendo utilizado por CHE desde 2010.

El índice *IGA* se expresa:

$$Iga = \frac{1 + 0.1 * Cr + Cc + 2 * (Dc + Chc) + 3 * Vc + 4 * Cia}{1 + 2 * (D + Cnc) + Chnc + Dnc}$$

Siendo,

<i>Cr</i>	Criptófitos	<i>Cia</i>	Cianobacterias
<i>Cc</i>	Crisófitos coloniales	<i>D</i>	Dinoflageladas
<i>Dc</i>	Diatomeas coloniales	<i>Cnc</i>	Crisófitos no coloniales
<i>Chc</i>	Clorococales coloniales	<i>Chnc</i>	Clorococales no coloniales
<i>Vc</i>	Volvocales coloniales	<i>Dnc</i>	Diatomeas no coloniales

En cuanto al IGA, se han considerado los rangos de calidad establecidos en la tabla A8.

Tabla A8. Clases de potencial ecológico según el RCE del Índice de Grupos Algales (IGA).

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
Rango Tipos 1, 2 y 3	> 0,974	0,973 – 0,649	0,648 – 0,325	< 0,325
Rango Tipos 7, 8, 9, 10 y 11	> 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327
Rango Tipo 12	> 0,929	0,928 – 0,619	0,618 – 0,31	< 0,31
Rango Tipo 13	> 0,979	0,978 – 0,653	0,652 – 0,326	< 0,326
Valoración de cada clase	2	3	4	5

4) Porcentaje de cianobacterias

El aumento de la densidad relativa de cianobacterias se ha relacionado en numerosas ocasiones con procesos de eutrofización.

Para el cálculo del porcentaje de cianobacterias se ha utilizado el procedimiento descrito en el Protocolo de análisis y cálculo de métricas de fitoplancton en lagos y embalses Versión 2 (MAGRAMA, 2016). Se aplica para el cálculo la siguiente fórmula:

$$\%CIANO = \frac{BVOL_{CIA} - [BVOL_{CHR} - (BVOL_{MIC} + BVOL_{WOR})]}{BVOL_{TOT}}$$

Donde:	BVOL _{CIA}	Biovolumen de cianobacterias totales
	BVOL _{CHR}	Biovolumen de Chroococcales
	BVOL _{MIC}	Biovolumen de <i>Microcystis</i>
	BVOL _{WOR}	Biovolumen de <i>Woronichinia</i>
	BVOL _{TOT}	Biovolumen total de fitoplancton

Los valores de cambio de clases se establecen como se muestran en la tabla A9.

Tabla A9. Clases de potencial ecológico según el RCE del porcentaje de cianobacterias.

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
Rango Tipos 1, 2 y 3	> 0,908	0,907 – 0,607	0,606 – 0,303	< 0,303
Rango Tipos 7, 8, 9, 10 y 11	> 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
Rango Tipo 12	> 0,686	0,685 – 0,457	0,456 – 0,229	< 0,229
Rango Tipo 13	> 0,931	0,930 – 0,621	0,620 – 0,31	< 0,31
Valoración de cada clase	2	3	4	5

Posteriormente, es necesario llevar a cabo la *transformación de los valores de RCE obtenidos* a una escala numérica equivalente para los cuatro indicadores (RCE_{trans}). Las ecuaciones varían en función del tipo de embalse.

Tipos 1, 2 y 3

Clorofila a	
RCE > 0,21	$RCE_{trans} = 0,5063 \times RCE + 0,4937$
RCE ≤ 0,21	$RCE_{trans} = 2,8571 \times RCE$
Biovolumen	
RCE > 0,19	$RCE_{trans} = 0,4938 \times RCE + 0,5062$
RCE ≤ 0,19	$RCE_{trans} = 3,1579 \times RCE$
% Cianobacterias	
RCE > 0,91	$RCE_{trans} = 4,4444 \times RCE - 3,4444$
RCE ≤ 0,91	$RCE_{trans} = 0,6593 \times RCE$
Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,9737	$RCE_{trans} = 15,234 \times RCE - 14,233$
RCE ≤ 0,9737	$RCE_{trans} = 0,6162 \times RCE$

Tipos 7, 8, 9, 10 y 11

Clorofila a	
RCE > 0,43	$RCE_{trans} = 0,7018 \times RCE + 0,2982$
RCE ≤ 0,43	$RCE_{trans} = 1,3953 \times RCE$
Biovolumen	
RCE > 0,36	$RCE_{trans} = 0,625 \times RCE + 0,375$
RCE ≤ 0,36	$RCE_{trans} = 1,6667 \times RCE$
% Cianobacterias	
RCE > 0,72	$RCE_{trans} = 1,4286 \times RCE - 0,4286$
RCE ≤ 0,72	$RCE_{trans} = 0,8333 \times RCE$
Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,9822	$RCE_{trans} = 22,533 \times RCE - 21,533$
RCE ≤ 0,9822	$RCE_{trans} = 0,6108 \times RCE$

Tipos 6 y 12

Clorofila a	
RCE > 0,195	$RCE_{trans} = 0,497x RCE + 0,503$
RCE ≤ 0,195	$RCE_{trans} = 3,075 x RCE$

Biovolumen	
RCE > 0,175	$RCE_{trans} = 0,4851 x RCE + 0,5149$
RCE ≤ 0,175	$RCE_{trans} = 3,419 x RCE$

% Cianobacterias	
RCE > 0,686	$RCE_{trans} = 1,2726x - 0,2726$
RCE ≤ 0,686	$RCE_{trans} = 0,875 x RCE$

Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,929	$RCE_{trans} = 5,6325x - 4,6325$
RCE ≤ 0,929	$RCE_{trans} = 0,6459 x RCE$

Tipo 13

Clorofila a	
RCE > 0,304	$RCE_{trans} = 0,575 x RCE + 0,425$
RCE ≤ 0,304	$RCE_{trans} = 1,9714 x RCE$

Biovolumen	
RCE > 0,261	$RCE_{trans} = 0,541x RCE + 0,459$
RCE ≤ 0,261	$RCE_{trans} = 2,3023 x RCE$

% Cianobacterias	
RCE > 0,931	$RCE_{trans} = 5,7971 x RCE - 4,7971$
RCE ≤ 0,931	$RCE_{trans} = 0,6445 x RCE$

Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,979	$RCE_{trans} = 18,995 x RCE - 17,995$
RCE ≤ 0,979	$RCE_{trans} = 0,6129 x RCE$

Para la combinación de los distintos indicadores representativos del elemento de calidad fitoplancton se hallará la *media* de los RCE transformados correspondientes a los parámetros “*abundancia-biomasa*” y “*composición*”. La combinación de los RCE transformados se llevará a cabo primero para los indicadores de clorofila y biovolumen, ambos representativos de la abundancia. La combinación se hará mediante las *medias* de los RCE transformados.

Posteriormente se llevará a cabo la combinación de los indicadores representativos de la composición: porcentaje de cianobacterias y el IGA. La combinación se hará mediante las *medias* de los RCE transformados. Finalmente, para la combinación de los indicadores de composición y abundancia-biomasa se hará la *media aritmética*.

El valor final de la combinación de los RCE transformados se clasificará de acuerdo a la siguiente escala de la tabla A10:

Tabla A10. Ratios de calidad según el índice de potencial ecológico normativo RCEtrans.

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
<i>RCEtrans</i>	> 0,6	0,4-0,6	0,2-0,4	<0,2
Valoración de cada clase	2	3	4	5

Tabla A11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B^+/M , Bueno o superior-Moderado; M/D , Moderado-Deficiente; D/M , Deficiente-Malo) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (*RD 817/2015*). Se han incluido sólo los tipos de embalses presentes en el ESTUDIO.

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR_t	B^+/M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm ³ /L	0,36	0,189	0,126	0,063
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,10	0,974	0,649	0,325
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,908	0,607	0,303
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 12	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm ³ /L	0,63	0,175	0,117	0,058
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,50	0,929	0,619	0,31
			Porcentaje de cianobacterias	0,10	0,686	0,457	0,229
Tipo 13	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm ³ /L	0,43	0,261	0,174	0,087
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,10	0,979	0,653	0,326
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,931	0,621	0,31

2.1.2. INDICADORES DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS

Todavía la normativa no ha desarrollado qué indicadores fisicoquímicos se emplean en embalses, pero por similitud con los que se recogen para lagos (Real Decreto 817/2015) se utilizan los siguientes:

1) Transparencia

La transparencia es un elemento válido para evaluar el grado trófico del embalse; tiene alta relación con la productividad biológica; y además tiene rangos establecidos fiables y de utilidad para el establecimiento de los límites de clase del potencial ecológico. Se ha evaluado a través de la profundidad de visión del disco de Secchi (DS), considerando su valor para la obtención de las distintas clases de potencial (tabla A12).

Tabla A12. Clases de potencial ecológico según la profundidad de visión del Disco de Secchi.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Bueno	Moderado
Disco de Secchi (DS, m)	> 6	6 - 3	< 3
Valoración de cada clase	1	2	3

2) Condiciones de oxigenación

Representa un parámetro secundario de la respuesta trófica que viene a indicar la capacidad del sistema para asimilar la materia orgánica autóctona, generada por el propio sistema a través de los productores primarios en la capa fótica, y la materia orgánica alóctona, es decir, aquella que procede de fuentes externas al sistema, como la procedente de focos de contaminación puntuales o difusos.

Se ha evaluado estimando la reserva media de oxígeno hipolimnético en el periodo de muestreo, correspondiente al periodo de estratificación. En el caso de embalses no estratificados se consideró la media de oxígeno en toda la columna de agua. Las clases consideradas han sido las correspondientes a la concentración de oxígeno en la columna de agua; parámetro vital para la vida piscícola. En la tabla A13 se resumen los límites establecidos.

Tabla A13. Clases de potencial ecológico según la concentración de oxígeno disuelto en el hipolimnion o en toda la columna de agua, cuando el embalse no está estratificado.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Bueno	Moderado
Concentración hipolimnética (mg/L O ₂)	> 8	8 - 6	< 6
Valoración de cada clase	1	2	3

3) Concentración de nutrientes

En este caso se ha seleccionado el fósforo total (PT), ya que su presencia a determinadas concentraciones en un embalse acarrea procesos de eutrofización, pues en la mayoría de los casos es el principal elemento limitante para el crecimiento de las algas.

Se ha empleado el resultado obtenido en la muestra integrada, considerando los criterios de la OCDE especificados en la tabla A14 (OCDE, 1982) adaptado a los intervalos de calidad del RD 817/2015.

Tabla A14. Clases de potencial ecológico según la concentración de fósforo total.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Bueno	Moderado
Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	0 - 4	4 -10	> 10
Valoración de cada clase	1	2	3

Si se toman varios datos anuales, se hace la *mediana* de los valores anuales.

Posteriormente se elige el *peor valor* de los tres indicadores (transparencia, condiciones de oxigenación y fósforo total).

4) Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca

Dentro de los indicadores fisicoquímicos también se tienen en cuenta las **sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca**. El valor medio de los datos anuales se revisa para ver si *cumple o no con la Norma de Calidad Ambiental (NCA) del Anexo V del RD 817/2015*. Si *incumple* supone asignarle para los indicadores fisicoquímicos la categoría de *moderado*.

Tabla A15. Clases de potencial ecológico para sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Moderado
Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca	Cumple NCA	No cumple NCA
Valoración de cada clase	2	3

El potencial ecológico resulta del *peor valor* entre los indicadores biológicos y fisicoquímicos.

Tabla A16. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	Potencial Ecológico
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente		Deficiente
Malo		Malo

2.2. ESTADO QUÍMICO

El estado químico es “*no bueno*” cuando hay algún incumplimiento de la Norma de Calidad Ambiental, bien sea como media anual (NCA_MA), como máximo admisible (NCA_CMA) o en la biota (NCA_biota) para las **sustancias prioritarias y otros contaminantes**. Las NCA se recogen en el *Anexo IV del RD 817/2015*.

Tabla A17. Clases de estado químico para sustancias prioritarias y otros contaminantes.

Clase de estado químico	Bueno	No alcanza el buen estado
Sustancias prioritarias y otros contaminantes	Cumple NCA	No cumple NCA
Valoración de cada clase	2	3

2.3. ESTADO

El estado de la masa de agua es el *peor valor* entre su potencial ecológico y su estado químico.

Tabla A18. Determinación del estado.

Estado	Estado Químico	
Potencial Ecológico	Bueno	No alcanza el buen estado
Bueno o superior	Bueno	Inferior a bueno
Moderado	Inferior a bueno	
Deficiente		
Malo		

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO DEL EMBALSE DE ORTIGOSA

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla A19 para los valores medidos en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita.

Tabla A19. 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 <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cél./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

En la tabla A20a 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 para la campaña de muestreo de 2004.

Tabla A20a. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ortigosa 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	8,00	Oligotrófico
DISCO SECCHI	2,35	Mesotrófico
COLOROFILA <i>a</i>	17,60	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	668	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,75	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de P total ha clasificado el embalse como oligotrófico; la transparencia como mesotrófico; la concentración de clorofila *a* como eutrófico y la densidad algal como oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Ortigosa en 2005 ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

En la tabla A20b 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 para la campaña de muestreo de 2005.

Tabla A20b. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ortigosa 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	3,00	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI	8,10	Ultraoligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,60	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	209	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	1,50	ULTRAOLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de P total ha clasificado el embalse como mesotrófico; la transparencia como mesotrófico; la concentración de clorofila *a* como mesotrófico y la densidad algal como mesotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Ortigosa en 2004 ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE ORTIGOSA

En la mayoría de los casos en lugar del estado de la masa, sólo se puede establecer el potencial ecológico (además sin tener en cuenta la presencia de sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca, para los indicadores fisicoquímicos). Tampoco se han estudiado las sustancias prioritarias y otros contaminantes que permitan determinar el estado químico, por eso se diagnostica la masa con el **potencial ecológico**.

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B+/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas A21 y A22.

Tabla A21. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,6	0,4 - 0,6	0,2 - 0,4	< 0,2	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	> 6	3 - 6	1,5 - 3	0,7 - 1,5	< 0,7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (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
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			< 1,6	1,6 – 2,4	> 2,4		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla A22.

Tabla A22. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico (PE)
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente		Deficiente
Malo		Malo

En la tabla A23a se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico, tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico para el año 2004.

Tabla A23a. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Ortigosa 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	17,60	0,15	0,21	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO				4	DEFICIENTE		
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,35	Moderado			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	9,38	Muy Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	8,00	Bueno			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3	MODERADO		
POTENCIAL ECOLÓGICO				DEFICIENTE			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Ortigosa para el año 2004 es de nivel 2, **BUENO**.

En la tabla A23b se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico, tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico para el año 2005.

Tabla A23b. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Ortigosa 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,60	1,63	1,44	Bueno o Superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUPERIOR	
INDICADOR FISICOQUÍMICO							
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	8,10	Muy Bueno			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,48	Muy Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	3,00	Muy Bueno			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				1		MUY BUENO	
POTENCIAL ECOLÓGICO				BUENO O SUPERIOR			
ESTADO FINAL				BUENO			

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Ortigosa para el año 2005 es de nivel 3, **INFERIOR A BUENO**.