



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 RIALB

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. Cualidad 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 Rialb 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 expone 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

El embalse de Rialb se sitúa en una zona topográficamente deprimida conocida como Depresión Intermedia. Está formada por materiales terrígenos del Eoceno (flysch, margas azules y depósitos de transición) y por molasas del Oligoceno y posee una geometría sinclinal en dirección ONO-ESE.

El embalse, cuya presa fue terminada en 1.999, se sitúa en la localidad de Baronía de Rialb, en la provincia de Lérida. Regula, principalmente, las aguas de los ríos Segre

(aguas abajo de la presa de Oliana) y Rialb. Entre los distintos barrancos y arroyos de menor entidad que confluyen al embalse destaca la Ribera Salada.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, con un eje longitudinal bien definido, en el que destaca, por margen derecha y en la zona de cabecera, y el brazo conformado por el río Rialb.

La cuenca vertiente al embalse de Rialb tiene una superficie total de 329 865,76 ha, de las cuales 267 064 ha corresponden a la cuenca del embalse de Oliana.

El embalse tiene una extensión de 1 505 ha en su máximo nivel normal, una capacidad total de 402 hm³ y 401 hm³ de capacidad útil. Tiene una profundidad media de 28 m, mientras que la profundidad máxima es de 78 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)	329 865,76
Superficie de la cuenca parcial (ha)	64 936
Superficie del embalse (ha)	1 505
Longitud máxima del embalse (km)	21
Capacidad total (hm ³)	402
Capacidad útil (hm ³)	401
Profundidad máxima (m)	78
Profundidad media (m)	28
Perímetro en máximo nivel (km)	76
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	430
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	422,55;371,54;365,1

Se trata de un embalse monomítico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa a 3, 7 y 13 metros de profundidad. La capa fótica en el estío ronda los 2 metros de espesor..

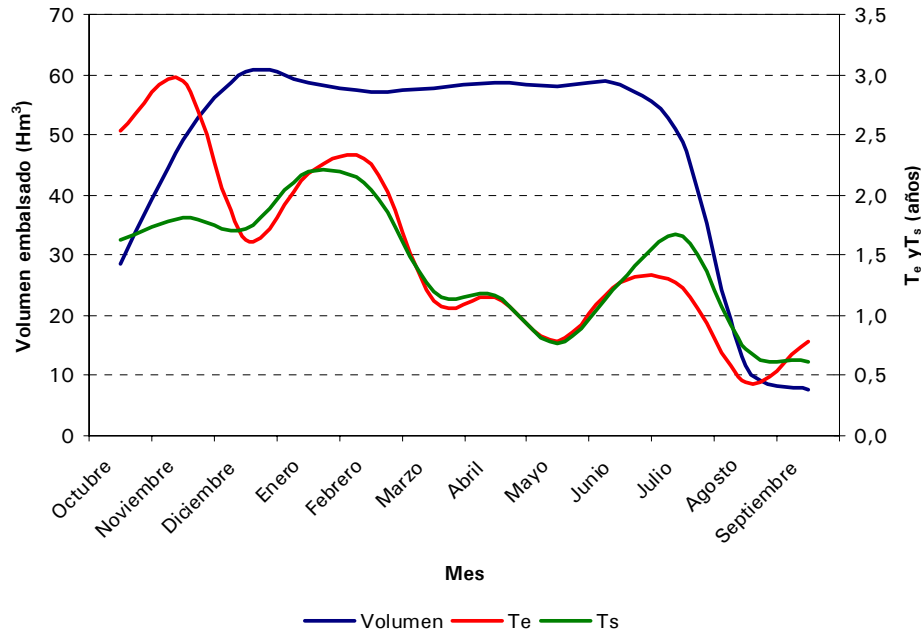
En el **cuadro II** se presentan las medias mensuales de la explotación hidráulica correspondiente al año hidrológico 2002-2003. Cabe citar que al no disponer de la serie de datos correspondiente al periodo 2001-2005, se utilizan los datos del estudio realizado por la C.H. Ebro denominado "SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN EMBALSES DE ZONAS SENSIBLES". Año 2004.

Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Año hidrológico 2002-2003

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
2002-2003	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	28,44	1,48	0,95	1,63	2,54
Noviembre	49,20	2,23	1,37	1,81	2,95
Diciembre	60,61	2,98	3,16	1,73	1,63
Enero	58,64	2,27	2,29	2,19	2,17
Febrero	57,23	2,16	1,94	2,04	2,26
Marzo	57,83	4,11	4,37	1,19	1,12
Abril	58,73	4,14	4,19	1,17	1,15
Mayo	58,09	6,39	6,25	0,77	0,79
Junio	58,20	3,77	3,77	1,27	1,27
Julio	48,97	2,50	3,37	1,66	1,23
Agosto	11,77	1,38	2,27	0,73	0,44
Septiembre	7,57	1,01	0,80	0,61	0,78
Total anual	46,27	34,44	34,73	1,34	1,33

El tiempo de residencia interanual del agua es alto, en torno a 16 meses. Los mínimos se obtienen a finales de verano (meses de agosto y septiembre) y los máximos durante el invierno, 35 meses en noviembre si se consideran las entradas.

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

El embalse, en la actualidad en fase de llenado, tiene como destino principal el riego, a través del Canal Principal de Urgell y del futuro canal de Segarra-Garriges, así como la regulación de avenidas y el reforzamiento del abastecimiento de 80 núcleos urbanos. También está previsto instalar una central hidráulica que turbine los caudales destinados al Canal de Urgel.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Rialb forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, dentro de las siguientes categorías:

- *Zonas de extracción para consumo humano:* En el embalse de Rialb existen dos captaciones de agua para el suministro de una población total de 17 084

habitantes. Los titulares de las captaciones son los ayuntamientos de Cervera y Rialb, con una población asignada a cada uno de 8 542 habitantes.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en la inmediaciones de la presa (**E1**) y otra en el tributario principal, río Segre, antes de su confluencia en el embalse (**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	03/08/2004	Estratificación
2ª Campaña	20/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	18/04/2005	Mezcla
4ª Campaña	26/07/2005	Estratificación

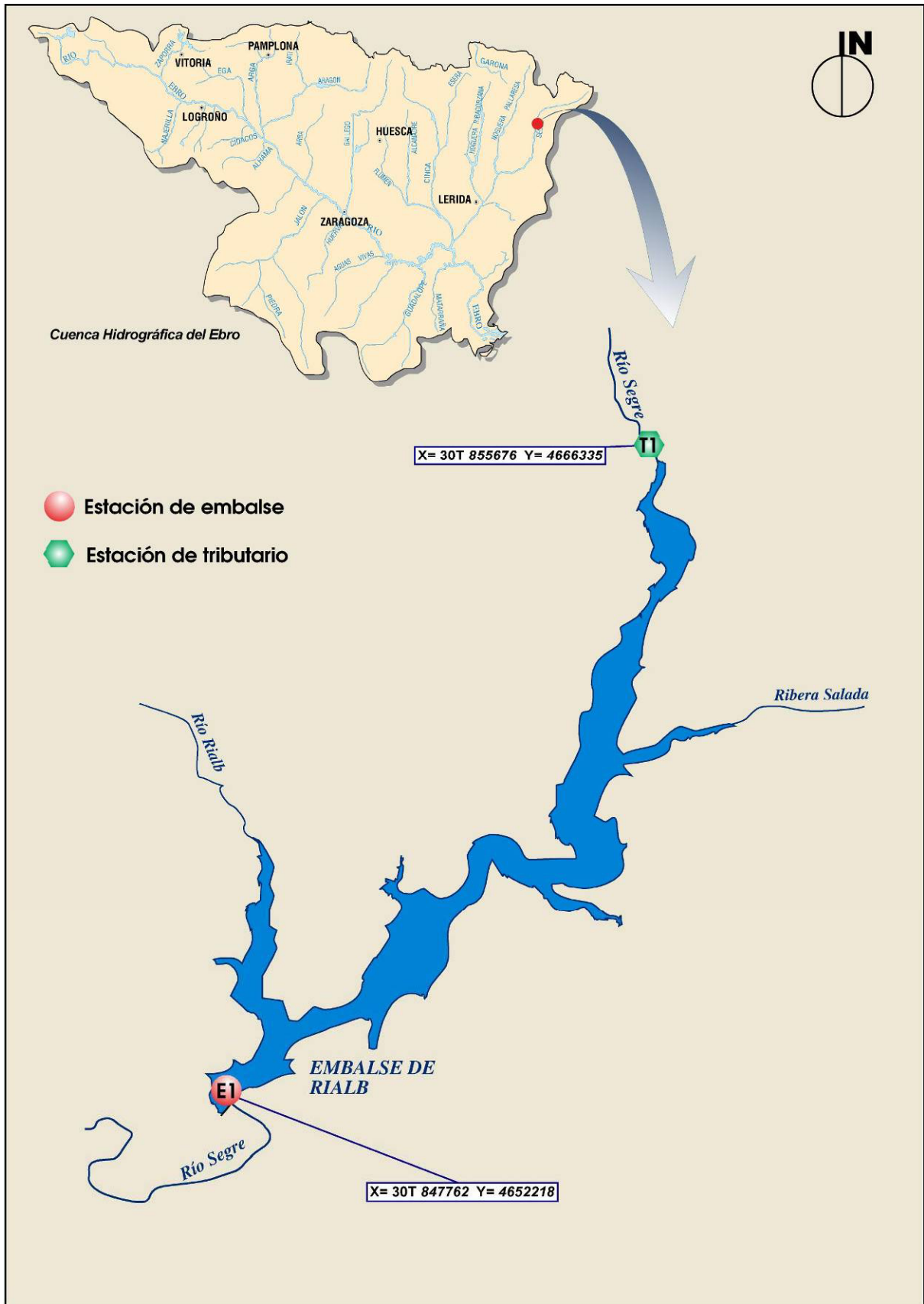


Figura 2: Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Rialb

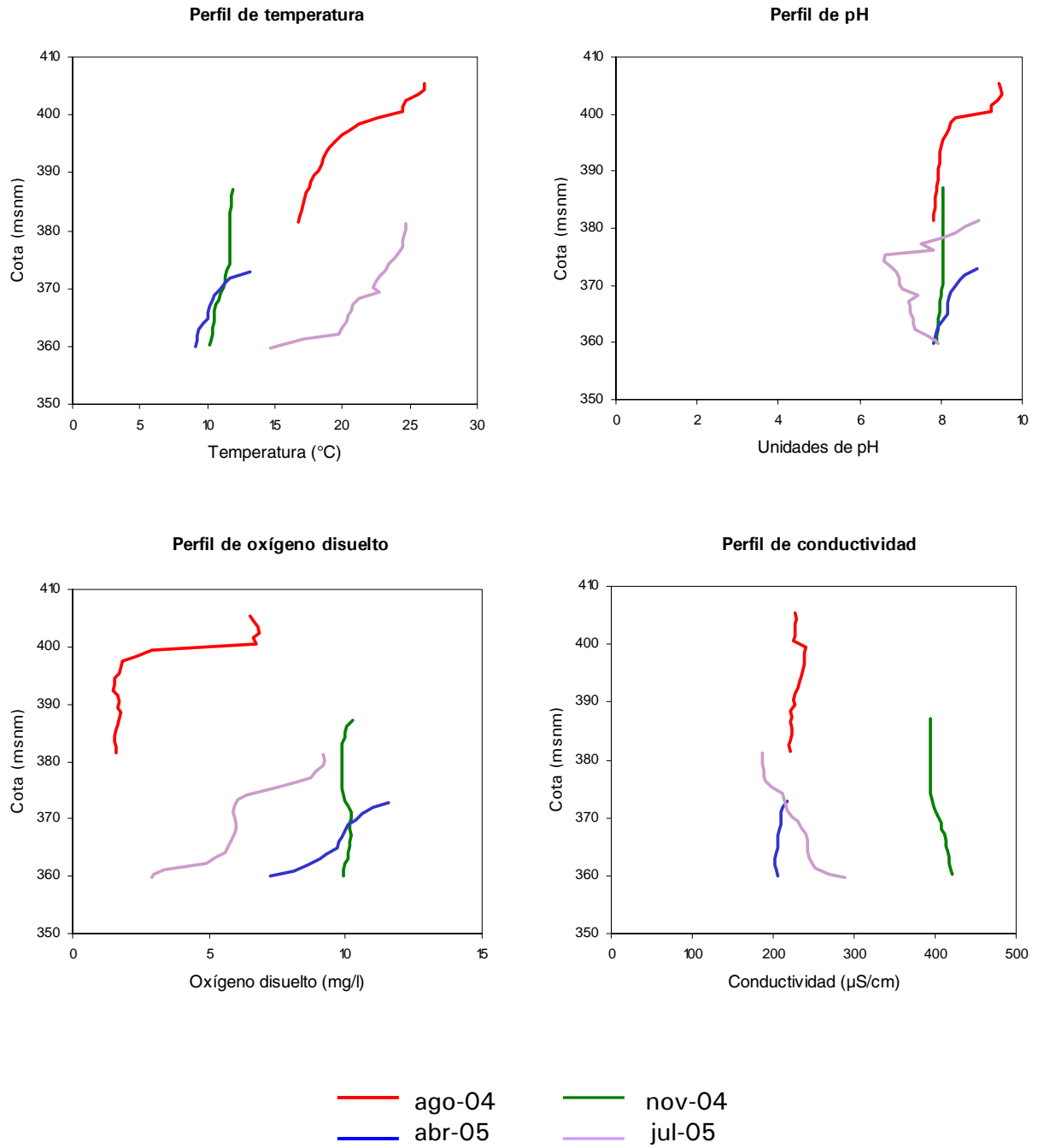
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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, oscilando entre los 9,16 °C -mínimo- y los 26,06 °C, -máximo registrado en el estío-. En el periodo estival la columna de agua presenta varios gradientes térmicos, en verano de 2004 se situaron a 3 y 6 metros de profundidad y en verano de 2005 a 13 y 20 metros.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 7,98 ud. El máximo epilimnético estival es de 9,48 ud y el mínimo, registrado en verano de 2005 y a 7 metros de profundidad, de 6,58 ud.
- La transparencia del agua es baja, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 1,4 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 2 metros. El mínimo (0,8 m) se registra en la campaña de primavera, mientras que el máximo (2 m) se registra en invierno.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son aceptables, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 7,1 mg/l O₂. Durante la época de mezcla (invierno-primavera), la concentración oscila entre los 7,3 y 11,6 mg/l O₂, situación que empeora sustancialmente en el estío que, aunque no se detectan condiciones anóxicas, gran parte de la columna de agua presenta condiciones hipóxicas. Es en verano de 2004 donde ésta situación resulta mucho más evidente, donde el 92% de la columna de agua registra concentraciones inferiores a 4 mg/l O₂.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 278 µS/cm. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores históricos de este ámbito.

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 altas 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 0,045 mg/l P. Los resultados obtenidos para los compuestos fosforados en el año 2005 han resultado superiores a los de 2004, localizándose en abril de 2005 los valores máximos (0,094 mg/l P, para el fósforo total, y 0,051 mg/l P para los ortofosfatos). Éstos máximos coinciden con una mayor concentración de fósforo total en el tributario, donde se registra un valor de 0,153 mg/l P.

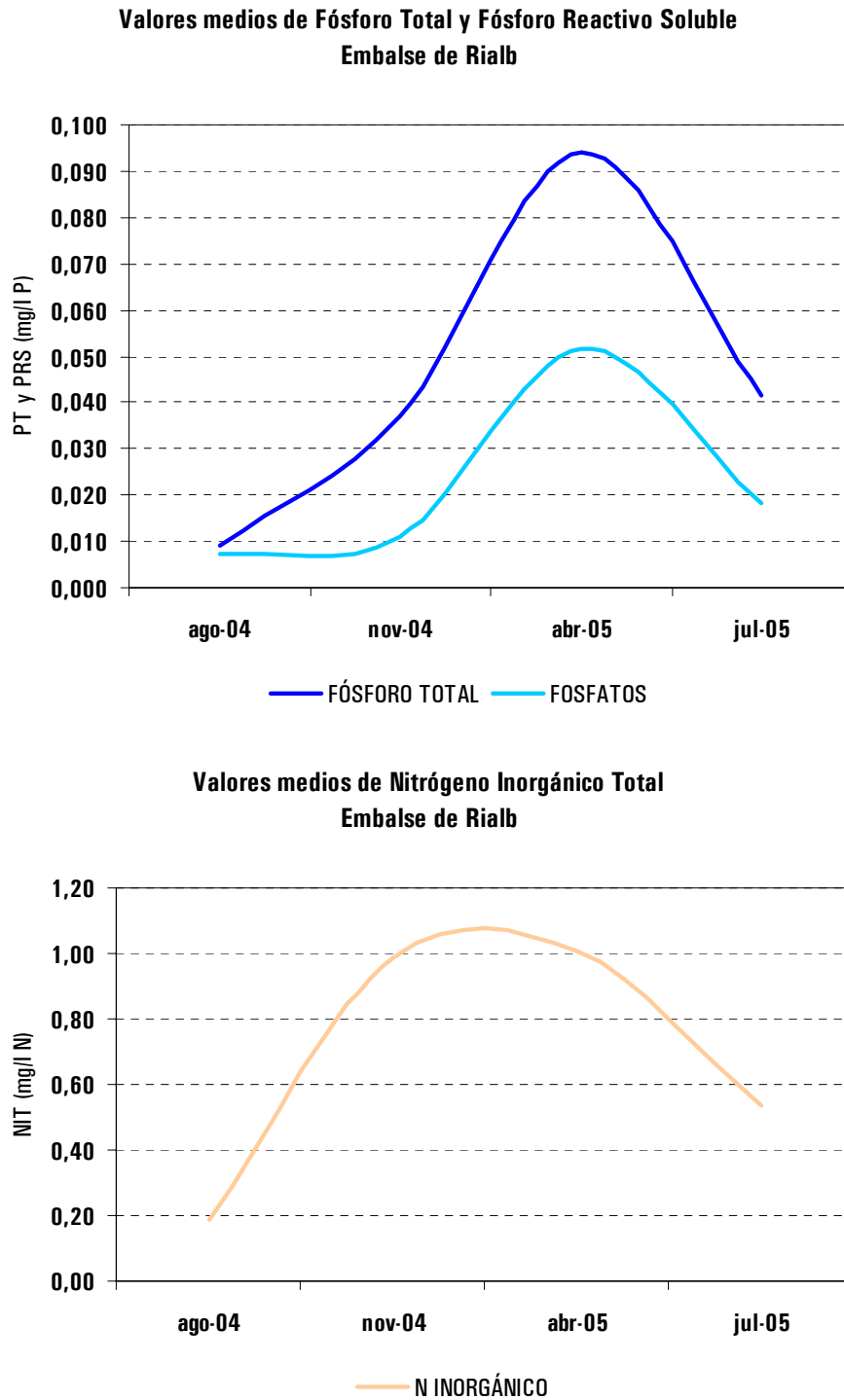
De los compuestos nitrogenados destacan las concentraciones de nitritos que, prácticamente, en todas las muestras analizadas, superan el umbral establecido para vida piscícola de tipo ciprinícolas ($\leq 0,03$ mg NO_2/l). Entre las formas inorgánicas la dominante es la de nitratos ($\text{NO}_3/\text{NIT} = 90\%$), siendo la proporción de amonio baja ($\text{NH}_4/\text{NIT} = 7\%$) y la de nitritos pequeña ($\text{NO}_2/\text{NIT} = 3\%$). La media anual para el nitrógeno inorgánico total (NIT) alcanza un valor de 0,68 mg/l N. Presenta sus máximos valores en la época de mezcla (invierno-primavera), donde la concentración media se sitúa en torno a 1 mg/l N.

Las concentraciones de nutrientes aportada por el río Segre (T1) son altas, obteniéndose unas valores medios anuales de 0,084 mg/l P y 1,03 mg/l N, para el fósforo y el nitrógeno inorgánico total, respectivamente.

- El contenido de materia orgánica obtenido, tanto en el embalse como en el tributario, es bajo y no presenta variaciones interanuales destacables. Los valores medios obtenidos en el embalse han sido de 1,4 y 11,6 mg O_2/l , para la DBO_5 y DQO, respectivamente.

- Las aguas embalsadas son moderadamente mineralizadas y la concentración de calcio (34,3 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**.

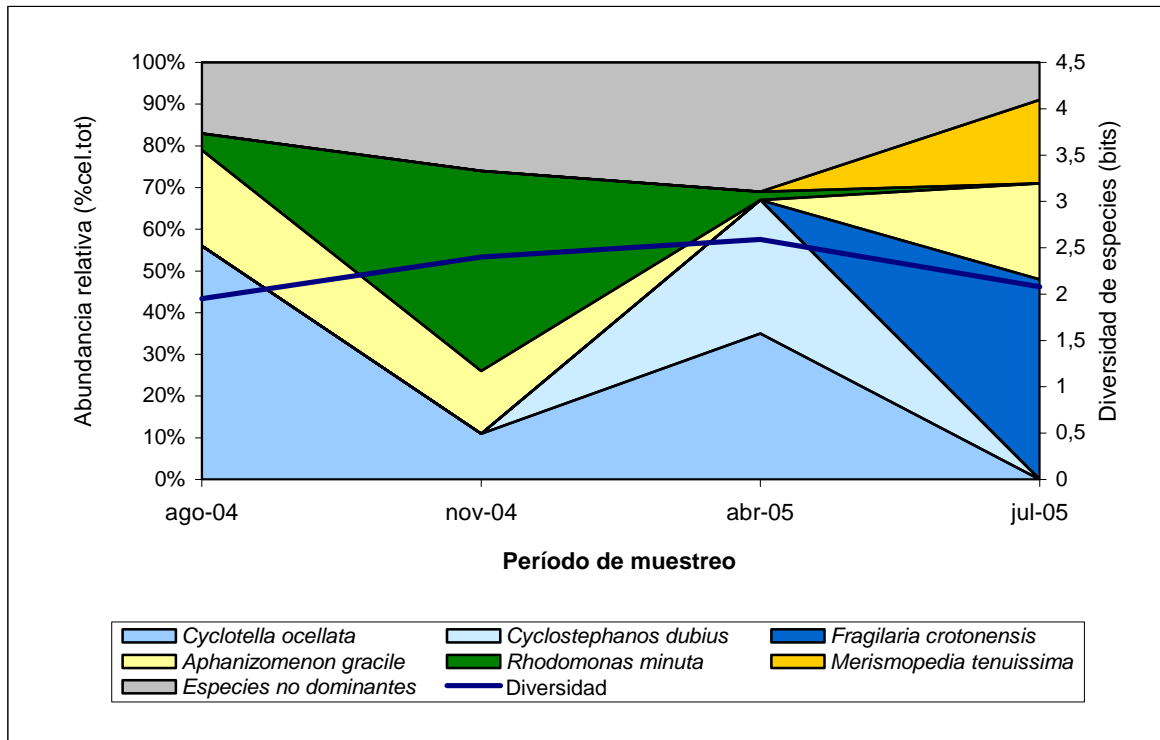
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

De la totalidad de 4 análisis realizados, se han identificado un total de 65 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 20 diatomeas
- 5 cianobacterias
- 28 clorofíceas
- 5 criptofíceas
- 3 dinofíceas
- 4 zigofíceas

El siguiente gráfico recoge los cambios estacionales -climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico estudiado -2004-2005-. Las 6 especies representadas en el gráfico son consideradas las más representativas de este sistema léntico, atendiendo a la densidad algal -cel/ml- que se ha obtenido en una determinada estación climatológica.

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



La composición y estructura poblacional ha mantenido las siguiente pauta temporal:

En el primer periodo estival, la comunidad fitoplanctónica presenta valores de densidad elevados -6.911 cel/ml- y la especie dominante es la única diatomea identificada – *Cyclotella ocellata*- acompañada principalmente por la cianobacteria *Aphanizomenon gracile*. Esta asociación algal es muy semejante a la del embalse de Oliana, situado aguas arriba. Las poblaciones de las especies citadas suponen el 79% de la comunidad fitoplanctónica por lo que el índice de diversidad de Shannon-Weaver se reduce, en este periodo, al mínimo anual -1,95 bits-.

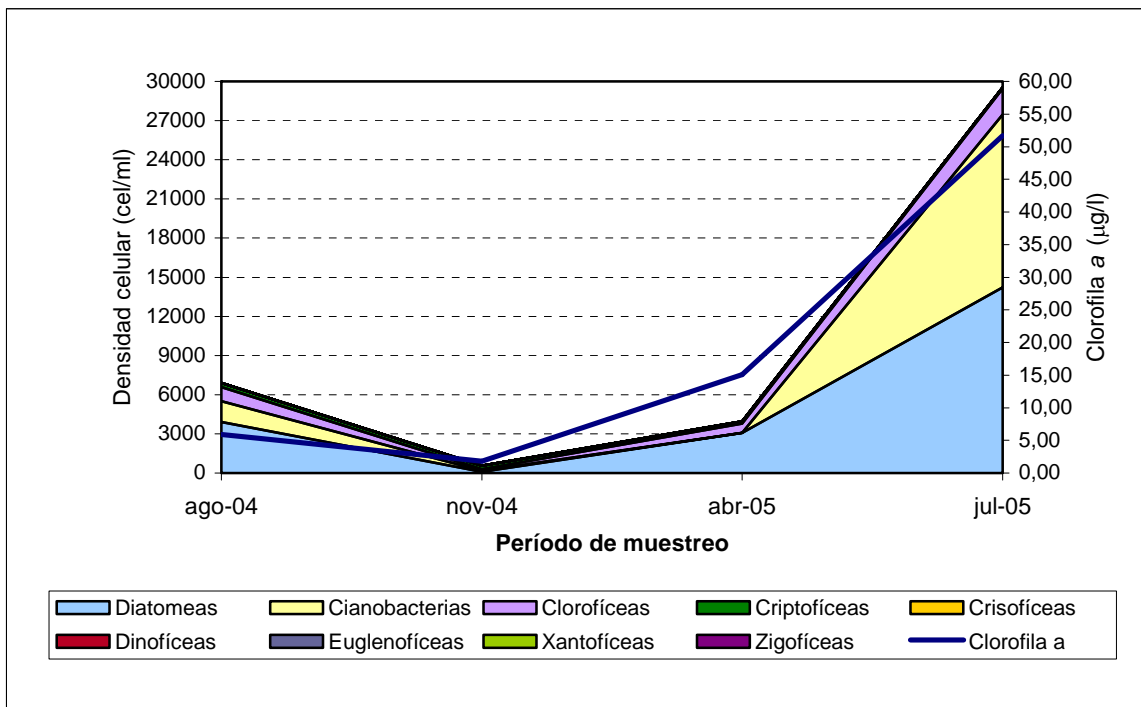
En invierno, la densidad algal decrece hasta alcanzar el valor más bajo del periodo de estudio –568 cel/ml-. Esta disminución afecta a las poblaciones de todos los grupos algales pero con menor intensidad a las criptofíceas, ya que la especie más abundante es *Rhodomonas minuta*. Las principales especies acompañantes son la clorofícea *Crucigenia quadrata* y la cianobacteria *Aphanizomenon gracile*, que en este periodo reduce mucho su abundancia relativa.

Durante la época primaveral se registra un incremento de la densidad fitoplanctónica hasta contabilizarse 3.946 cel/ml. La composición de la comunidad cambia totalmente y se establecen como grupo dominante las diatomeas céntricas, debido a la mayor abundancia relativa de las especies *Cyclostephanos dubius* y *Cyclotella ocellata*. En este periodo la distribución de abundancias determina el máximo valor de diversidad de Shannon-Weaver -2,59 bits-.

En verano de 2005 se produce un fuerte crecimiento de la densidad algal hasta registrarse el máximo valor de densidad en el periodo de estudio -29.566 cel/ml-. La práctica totalidad de la comunidad se distribuye en dos grupos: las diatomeas y las cianobacterias. La especie dominante en este periodo es la diatomea *Fragilaria crotonensis* y tiene como principales acompañantes las cianobacterias *Aphanizomenon gracile* y *Merismopedia tenuissima*.

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:

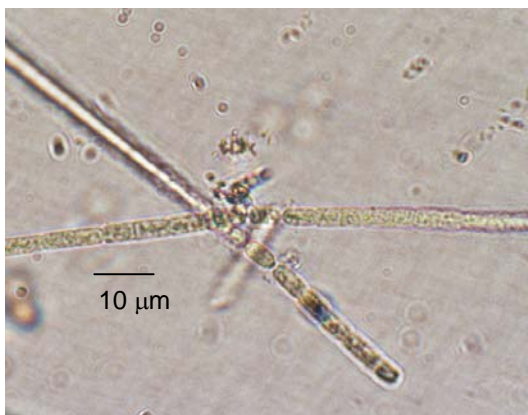
Figura 6: Evolución temporal por clases taxonómicas



Existe un alto grado de concordancia entre los valores de biomasa, estimados a partir de la cantidad de clorofila *a*, y los valores de densidad celular a lo largo del periodo estudiado. La tendencia de ambos parámetros es igual y el registro de los mínimos valores -1,80 µg/l de clorofila *a*; 568 cel/ml- y de los máximos -51,70 µg/l de clorofila *a*; 29.566 cel/ml- coinciden en los mismos periodos de tiempo.

4.3.1. Calidad bioindicadora

Los elevados valores de densidad algal media -10.248 cel/ml-, de biomasa media -18,63 µg/l de clorofila *a*- y la sucesión de especies a lo largo del año de estudio indica que el embalse de Rialb es un medio eutrófico. Las asociaciones algales identificadas en el embalse se describen a continuación:



Aphanizomenon gracile

Las épocas estivales se caracterizan por la dominancia del grupo de las diatomeas – *Cyclotella ocellata* en 2004 y *Fragilaria crotonensis* en 2005-. Ambas especies pueden crecer en ambientes con distintos grados tróficos, de forma que la información bioindicadora es completada por las especies que las acompañan. En ambos periodos estivales la segunda especie más abundante es

la cianobacteria *Aphanizomenon gracile*. Esta especie es indicadora de medios eutróficos y crece más rápidamente en medios estratificados y con una concentración de nitrógeno reducida. En el periodo invernal y primaveral se registran valores de densidad algal moderados y las especies más representativas son características de medios mesotróficos: *Rhodomonas minuta* en invierno y *Cyclotella ocellata* en primavera.

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 Rialb, como **eutrófico**.

Atendiendo a criterios de la OCDE tanto el parámetro causal básico (PT) como los de respuesta (clorofila *a* y transparencia) sitúan al embalse en rangos de eutrofia. El máximo rango, hipereutrofia, se obtiene con la transparencia (considerada como media anual).

Cabe citar que los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson, 1974), estimados a partir de la clorofila *a*, del fósforo total y de la profundidad del disco de Secchi, definen al embalse como mesotrófico, aunque resulta significativo que, los resultados obtenidos, se encuentran muy próximos al umbral (60) establecido para definir medios eutróficos.

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 >	45	EUTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Nº células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	10.248	MESOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	51,7	EUTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	18,6	EUTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	45	EUTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	1,4	EUTRÓFICO
Margalef (1983)	<i>Nº células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	10.248	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	18,6	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	45	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	609	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	1,4	E. AVANZADA
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	18,6	EUTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	51,7	EUTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	45	EUTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6;; 6-3; 3-1.5; < 1.5	1,4	HIPEREUT.
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	0,8	EUTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): DST	<i>TSI= 10(6-log₂(DST))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	55	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): CLA	<i>10(6-log₂ 7,7(1/Cl^a^0,68))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	59	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>TSI= 10(6-log₂(54,9/PT))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	57	MESOTRÓFICO

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 Rialb es **DEFICIENTE**.

EMBALSE DE RIALB

Indicadores	Elementos	Parámetros	CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO					Valor obs.	Valoración del parámetro	Valoración del indicador	IPE	EQR
			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	10.248	4	2,0	2,0	0,55
		Biomasa algal, Cla a (µg/l); anual capa fótica	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	> 25	18,6	2			
		Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	>10 ⁵	7.382	3			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	1,4	1	2,3	2,0	0,55
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O ₂)	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	7,0	4			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	45,5	2			
			VALORACIÓN DE CADA CLASE									
			5	4	3	2	1					

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

ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

EMBALSE: RIALB (RI) **CAMPAÑA:** 1
COT. MAX: 433 **NIVEL:** 405

Estación: E1 Profundidad: 24,4
 Fecha: 03/08/2004 Hora: 17:15
 Disco Secchi (m): 1,6 Capa fótica (m): 2,7

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	405	26,06	9,42	6,52	80,40	227	247	145
1	404	26,03	9,46	6,64	81,60	228	250	146
2	403	25,66	9,49	6,80	84,40	227	254	144
3	402	24,65	9,40	6,83	85,00	226	254	145
4	401	24,49	9,25	6,62	78,50	227	251	144
5	400	24,42	9,22	6,72	80,30	225	252	144
6	399	22,57	8,36	2,92	32,80	240	223	153
7	398	21,18	8,22	2,36	25,40	238	219	153
8	397	20,53	8,19	1,83	20,90	238	219	153
9	396	19,94	8,13	1,74	18,80	238	220	153
10	395	19,52	8,04	1,69	18,40	236	215	150
11	394	19,06	8,01	1,53	16,60	235	215	150
12	393	18,80	7,98	1,53	16,60	232	214	149
13	392	18,58	7,97	1,51	16,30	231	214	146
14	391	18,46	7,96	1,67	18,30	226	213	145
15	390	18,26	7,94	1,71	17,50	225	213	145
16	389	17,92	7,93	1,65	17,60	226	213	144
17	388	17,70	7,92	1,77	18,90	222	212	142
18	387	17,54	7,89	1,69	17,20	224	212	144
19	386	17,34	7,88	1,63	16,90	222	211	142
20	385	17,19	7,87	1,58	16,20	223	211	143
21	384	17,10	7,85	1,53	15,40	223	210	143
22	383	16,94	7,85	1,56	16,10	221	210	141
23	382	16,87	7,83	1,60	16,50	220	209	141
24	381	16,73	7,82	1,57	16,10	222	210	142

TRIBUTARIO: Segre **CAMPAÑA:** 1

Estación: RIT1 Cod. Est.: RI1T1
 Fecha: 03/08/2004 Hora: 15:38

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	18,56	9,27	8,29	87,30	217	267	140

EMBALSE: RIALB (RI) **CAMPAÑA:** 2
COT. MAX: 433 **NIVEL:** 387

Estación: E1 Profundidad: 27
 Fecha: 20/11/2004 Hora: 13:43
 Disco Secchi (m): 2 Capa fótica (m): 3,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	387	11,83	8,03	10,27	95,40	395	201	257
1	386	11,82	8,03	10,04	93,80	395	201	257
2	385	11,76	8,04	10,00	92,40	395	202	257
3	384	11,73	8,03	9,96	92,00	395	201	257
4	383	11,70	8,03	9,89	91,20	395	151	257
5	382	11,69	8,03	9,89	91,30	395	202	257
6	381	11,69	8,03	9,89	91,20	395	202	257
7	380	11,68	8,03	9,89	91,20	395	202	257
8	379	11,68	8,04	9,89	91,20	395	203	257
9	378	11,67	8,03	9,89	91,20	395	203	257
10	377	11,67	8,03	9,89	91,20	395	202	257
11	376	11,67	8,03	9,89	91,20	395	203	257
12	375	11,67	8,03	9,89	91,20	395	203	257
13	374	11,63	8,03	9,91	91,20	395	203	257
14	373	11,48	8,04	9,97	91,40	397	204	258
15	372	11,35	8,05	10,12	92,40	398	204	259
16	371	11,27	8,04	10,19	93,10	400	204	260
17	370	11,17	8,03	10,20	92,90	403	205	262
18	369	10,99	8,00	10,14	92,00	407	203	265
19	368	10,88	8,00	10,18	91,80	408	204	265
20	367	10,65	7,98	10,20	92,00	412	203	268
21	366	10,55	7,98	10,17	91,40	413	204	268
22	365	10,55	7,97	10,16	91,30	414	203	269
23	364	10,46	7,95	10,12	90,70	416	203	270
24	363	10,43	7,94	10,07	90,10	417	203	271
25	362	10,39	7,92	9,99	89,40	418	202	272
26	361	10,26	7,91	9,94	88,60	420	202	273
27	360	10,17	7,91	9,93	88,40	421	202	274

TRIBUTARIO: Segre **CAMPAÑA:** 2

Estación: RIT1 Cod. Est.: RI2T1
 Fecha: 21/11/2004 Hora: 10:20

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	8,17	8,09	-	-	428	203	278

EMBALSE:	RIALB (RI)	CAMPAÑA:	3
COT. MAX:	433	NIVEL:	373

Estación:	E1	Profundidad:	13
Fecha:	18/04/2005	Hora:	18:30
Disco Secchi (m):	0,8	Capa fótica (m):	1,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	373	13,20	8,87	11,58	110,30	217	-	141
1	372	11,60	8,58	11,00	101,30	211	-	137
2	371	11,29	8,47	10,61	96,90	210	-	137
3	370	10,92	8,37	10,38	94,10	210	-	137
4	369	10,53	8,23	10,08	90,50	209	-	136
5	368	10,35	8,20	9,97	89,20	208	-	135
6	367	10,11	8,17	9,87	87,70	206	-	134
7	366	10,01	8,16	9,78	86,70	206	-	134
8	365	10,01	8,15	9,67	85,60	206	-	134
9	364	9,70	8,06	9,30	81,50	204	-	133
10	363	9,30	7,95	9,04	78,90	202	-	131
11	362	9,25	7,90	8,60	74,70	202	-	131
12	361	9,22	7,86	8,10	70,50	203	-	132
13	360	9,16	7,80	7,26	63,20	205	-	133

TRIBUTARIO:	Segre	CAMPAÑA:	3
--------------------	-------	-----------------	---

Estación:	RIT1	Cod. Est.:	RI3T1
Fecha:	18/04/2005	Hora:	20:00

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	9,66	7,98	11,21	98,70	181	63	118

EMBALSE:	RIALB (RI)	CAMPAÑA:	4
COT. MAX:	433	NIVEL:	381

Estación:	E1	Profundidad:	21,5
Fecha:	26/07/2005	Hora:	10:00
Disco Secchi (m):	1,1	Capa fótica (m):	1,9

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	381	24,68	8,92	9,19	110,60	187	185	122
1	380	24,66	8,57	9,26	110,70	187	165	122
2	379	24,58	8,36	9,17	110,10	187	156	122
3	378	24,48	8,06	8,90	107,10	189	140	123
4	377	24,45	7,50	8,70	104,20	189	109	123
5	376	24,21	7,81	8,16	97,40	191	129	124
6	375	23,91	6,61	7,30	86,60	199	62	129
7	374	23,47	6,58	6,39	75,20	211	61	137
8	373	23,17	6,77	6,07	71,00	213	73	138
9	372	22,90	6,88	5,91	68,80	215	80	140
10	371	22,50	6,99	5,86	67,70	218	87	142
11	370	22,23	6,99	5,95	68,30	224	87	146
12	369	22,73	7,06	6,01	68,40	230	93	150
13	368	21,27	7,43	5,99	67,60	235	116	153
14	367	20,81	7,20	5,93	66,20	240	104	156
15	366	20,61	7,23	5,84	64,90	242	107	157
16	365	20,41	7,26	5,73	63,50	242	109	157
17	364	20,27	7,30	5,59	61,80	242	112	157
18	363	19,98	7,33	5,27	58,00	245	114	159
19	362	19,78	7,37	4,88	53,90	248	117	161
20	361	17,22	7,67	3,39	35,20	252	136	164
21	360	15,42	7,85	2,95	29,40	269	133	175
21,5	360	14,64	7,94	2,91	28,40	289	105	188

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	RIALB	CÓDIGO:	RI1		
CAMPAÑA:	1	FECHA:	03/08/2004		
COTA MÁXIMA:	433	NIVEL:	405		
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	6	24	
COTA	msnm	404	399	381	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,7	5,8	5,9	5,8
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	83,3	83,1	87,3	79,2
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,7	1,7	1,3	1,0
DQO	mg O ₂ /l	7,9	15,8	7,9	4,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,008	0,012	0,029
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,022	0,026	0,018	0,020
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,008	0,006	0,007
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,63	0,73	0,80	0,56
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,04	0,03	0,08
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,02	0,06
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,62	0,70	0,77	0,49
NITRATOS	mg NO ₃ /l	0,00	0,00	2,09	2,85
NITRATOS	mg N/l	0,00	0,00	0,47	0,64
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,028	0,044	0,028	0,139
NITRITOS	mg N/l	0,009	0,013	0,009	0,042
N INORGÁNICO	mg N/l	0,03	0,04	0,50	0,75
CALCIO	mg Ca/l	34,6	32,4	36,0	
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	5,0	4,8	3,9	
SODIO	mg Na/l	5,3	5,3	3,9	
POTASIO	mg K/l	1,2	1,2	1,1	
CLORUROS	mg Cl/l	7,4	7,4	5,5	
SULFATOS	mg SO ₄ ⁻² /l	13,5	17,0	14,5	
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,002	
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	0,52	0,70	6,74	
CLOROFILA a	µg/l	5,9			

EMBALSE:	RIALB	CÓDIGO: RI2			
CAMPAÑA:	2	FECHA: 20/11/2004			
COTA MÁXIMA:	433	NIVEL: 387			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	14	26	
COTA	msnm	386	373	361	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,5			4,5
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	110,9			119,1
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,4			1,8
DQO	mg O ₂ /l	8,0			12,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,015	0,015	0,081	0,060
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,025	0,039	0,037	0,114
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,013	0,012	0,037
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,67	0,72	0,70	0,53
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,05	0,06	0,10	0,26
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,08	0,20
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,63	0,67	0,62	0,33
NITRATOS	mg NO ₃ /l	3,84	3,86	4,45	5,16
NITRATOS	mg N/l	0,87	0,87	1,00	1,17
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,062	0,055	0,062	0,111
NITRITOS	mg N/l	0,019	0,017	0,019	0,034
N INORGÁNICO	mg N/l	0,92	0,93	1,10	1,40
CLOROFILA a	µg/l	1,8			

EMBALSE:	RIALB	CÓDIGO: RI3			
CAMPAÑA:	3	FECHA: 18/04/2005			
COTA MÁXIMA:	433	NIVEL: 373			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	6	12	
COTA	msnm	372	367	361	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	9,6			20,1
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	87,0			76,0
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,0			2,6
DQO	mg O ₂ /l	11,9			7,9
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,077	0,089	0,116	0,153
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,200	0,131	0,142	0,326
FOSFATOS	mg P/l	0,065	0,043	0,046	0,106
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,40	0,42	0,64	0,81
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,03	0,04	0,08	0,20
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,07	0,15
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,38	0,39	0,58	0,65
NITRATOS	mg NO ₃ /l	4,02	4,25	4,25	3,91
NITRATOS	mg N/l	0,91	0,96	0,96	0,88
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,097	0,084	0,084	0,104
NITRITOS	mg N/l	0,030	0,026	0,026	0,032
N INORGÁNICO	mg N/l	0,96	1,01	1,05	1,07
COLORIFILA a	µg/l	15,1			

EMBALSE:	RIALB	CÓDIGO:	RI4		
CAMPAÑA:	4	FECHA:	26/07/2005		
COTA MÁXIMA:	433	NIVEL:	381		
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	10	21	
COTA	msnm	380	371	360	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	8,1			4,2
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,8			0,6
DQO	mg O ₂ /l	15,8			8,1
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,024	0,026	0,075	0,092
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,035	0,024	0,110	0,161
FOSFATOS	mg P/l	0,011	0,008	0,036	0,052
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,89	0,26	0,48	1,25
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,05	0,10	0,19	0,05
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,07	0,14	0,04
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,85	0,19	0,34	1,21
NITRATOS	mg NO ₃ /l	0,85	1,81	2,95	3,68
NITRATOS	mg N/l	0,19	0,41	0,67	0,83
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,065	0,087	0,081	0,109
NITRITOS	mg N/l	0,020	0,026	0,025	0,033
N INORGÁNICO	mg N/l	0,25	0,51	0,83	0,91
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,000	
CLOROFILA a	µg/l	51,7			

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	RIALB	CÓDIGO:	RI1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	03/08/2004
COTAMAX:	433	D. SECCHI:	1,6
NIVEL:	405	C.FÓTICA:	2,7
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	404	
CLOROFILA a	µg/l	5,90	
Población total	n° cel/ml	6.911	
Diversidad (H)	Bits	1,95	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	3.895	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1.597	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	1.099	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	313	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOICEA	n° cel/ml	5	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	2	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillarioficea	3.895	
<i>Aphanizomenon gracile</i>	Cianobacteria	1.597	
<i>Ankistrodesmus convolutus</i>	Clorofíceea	1	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofíceea	10	
<i>Botryococcus braunii</i>	Clorofíceea	12	
<i>Coelastrum microporum</i>	Clorofíceea	231	
<i>Coelastrum reticulatum</i>	Clorofíceea	11	
<i>Chodatella ciliata</i>	Clorofíceea	12	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofíceea	24	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofíceea	393	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofíceea	10	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofíceea	389	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofíceea	6	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofíceea	7	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofíceea	11	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofíceea	34	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofíceea	261	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofíceea	2	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofíceea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofíceea	2	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigofíceea	1	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigofíceea	1	

EMBALSE:	RIALB	CÓDIGO:	RI2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	20/11/2004
COTAMAX:	433	D. SECCHI:	2,0
NIVEL:	387	C.FÓTICA:	3,4
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	386	
CLOROFILA a	µg/l	1,80	
Población total	n° cel/ml	568	
Diversidad (H)	Bits	2,40	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	92	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	85	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	109	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	280	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	1	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillarioficea	26	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillarioficea	63	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Aphanizomenon gracile</i>	Cianobacteria	84	
<i>Chroococcus minutus</i>	Cianobacteria	1	
<i>Ankistrodesmus convolutus</i>	Cloroficea	1	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Cloroficea	1	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Coelastrum reticulatum</i>	Cloroficea	1	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Cloroficea	81	
<i>Oocystis sp.</i>	Cloroficea	3	
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	Cloroficea	1	
<i>Scenedesmus sp.</i>	Cloroficea	15	
<i>Sphaerocystis sp.</i>	Cloroficea	2	
<i>Tetraedron minimum</i>	Cloroficea	3	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptoficea	1	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptoficea	1	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptoficea	6	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptoficea	272	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinoficea	1	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigoficea	1	

EMBALSE:	RIALB	CÓDIGO:	RI3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	18/04/2005
COTAMAX:	433	D. SECCHI:	0,8
NIVEL:	373	C.FÓTICA:	1,4
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	372	
CLOROFILA a	µg/l	15,10	
Población total	n° cel/ml	3.946	
Diversidad (H)	Bits	2,59	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	3.069	
Grupo CIANOACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	707	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	153	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOICEA	n° cel/ml	17	
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>Cyclostephanos dubius</i>	Bacillariofícea	1.255	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillariofícea	1.379	
<i>Cymbella minuta</i>	Bacillariofícea	21	
<i>Diatoma vulgare</i>	Bacillariofícea	21	
<i>Fragilaria sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	17	
<i>Gomphonema sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Melosira varians</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula cryptotenella</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula jaernefeltii</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	21	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	344	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	3	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Coelastrum microporum</i>	Clorofícea	111	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	340	
<i>Chlorella sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	188	
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	Clorofícea	1	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	2	
<i>Pediastrum duplex</i>	Clorofícea	1	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Clorofícea	34	
<i>Sphaerocystis sp.</i>	Clorofícea	28	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	56	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	97	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	17	

EMBALSE:	RIALB	CÓDIGO:	RI4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	26/07/2005
COTAMAX:	433	D. SECCHI:	1,1
NIVEL:	381	C.FÓTICA:	1,9
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	380	
CLOROFILA a	µg/l	51,70	
Población total	n° cel/ml	29.566	
Diversidad (H)	Bits	2,08	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	14.218	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	13.256	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	1.981	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	70	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	5	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	36	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillarioficea	22	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillarioficea	60	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Bacillarioficea	2	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillarioficea	3	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillarioficea	14.130	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Anabaena flos-aquae</i>	Cianobacteria	656	
<i>Aphanizomenon gracile</i>	Cianobacteria	6.726	
<i>Chroococcus sp.</i>	Cianobacteria	14	
<i>Merismopedia tenuissima</i>	Cianobacteria	5.860	
<i>Coelastrum astroideum</i>	Clorofíceas	28	
<i>Coelastrum microporum</i>	Clorofíceas	2	
<i>Coelastrum reticulatum</i>	Clorofíceas	424	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofíceas	350	
<i>Chodatella ciliata</i>	Clorofíceas	8	
<i>Elakatothrix genevensis</i>	Clorofíceas	3	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofíceas	52	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Clorofíceas	14	
<i>Pediastrum duplex</i>	Clorofíceas	610	
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	Clorofíceas	15	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofíceas	30	
<i>Schroederia setigera</i>	Clorofíceas	20	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	Clorofíceas	390	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofíceas	35	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofíceas	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofíceas	16	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofíceas	53	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofíceas	2	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofíceas	3	
<i>Closterium acutum</i>	Zigofíceas	1	
<i>Cosmarium formosulum</i>	Zigofíceas	17	

Continuación 4ª Campaña

EMBALSE:	RIALB	CÓDIGO:	RI4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	26/07/2005
COTAMAX:	433	D. SECCHI:	1,1
NIVEL:	381	C.FÓTICA:	1,9
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO E1S	
ESPECIES	TAXÓN	nº cel/ml	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigofícea	17	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigofícea	1	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2004 (03/08/2004)



Detalle de la presa del embalse de Rialb. Verano de 2005 (26/07/2005)



Panorámica del embalse desde la estación de muestreo (E1). Primavera de 2005 (18/04/2004)



Río Segre, tributario principal del embalse de Rialb. Verano de 2005 (26/07/2005).

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio 2006

EMBALSE: RIALB

CÓDIGO: RI

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: Cataluña
Provincia: Lérida
Municipio: Baronía de Rialb



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

Table with 2 columns: Characteristics and Values. Includes Tributario principal, Año de terminación, Cuenca a la que pertenece, Capacidad total, Longitud máxima, Profundidad máxima, Usos principales, Otros tributarios, Propietario, Altitud, Capacidad útil, Perímetro, Profundidad media, and Otros usos.



Panorámica del embalse (18/04/2005)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



● Estación de embalse

● Estación de tributario

Nº Plano/s 1:50.000: 291,329



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

		GRADO TRÓFICO	POTENCIAL ECOLÓGICO
RIALB		Eutrófico	Deficiente
Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Óptimo/Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

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

1ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 03/08/2004
Tª superficie (°C): 26,06	pH superficie (ud): 9,42	Conductividad superficie (µS/cm): 227
Tª fondo (°C): 16,73	pH fondo (ud): 7,82	Conductividad fondo (µS/cm): 222
Tª TI (°C): 18,56	pH TI (ud): 9,27	Conductividad TI (µS/cm): 217
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	1,6	2,7
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 6
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
2ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 20/11/2004
Tª superficie (°C): 11,83	pH superficie (ud): 8,03	Conductividad superficie (µS/cm): 395
Tª fondo (°C): 10,17	pH fondo (ud): 7,91	Conductividad fondo (µS/cm): 421
Tª TI (°C): 8,17	pH TI (ud): 8,09	Conductividad TI (µS/cm): 428
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2	3,4
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
3ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 18/04/2005
Tª superficie (°C): 13,20	pH superficie (ud): 8,87	Conductividad superficie (µS/cm): 217
Tª fondo (°C): 9,16	pH fondo (ud): 7,80	Conductividad fondo (µS/cm): 205
Tª TI (°C): 9,66	pH TI (ud): 7,98	Conductividad TI (µS/cm): 181
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	0,8	1,4
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
4ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo:
Tª superficie (°C): 24,68	pH superficie (ud): 8,92	Conductividad superficie (µS/cm): 187
Tª fondo (°C): 14,64	pH fondo (ud): 7,94	Conductividad fondo (µS/cm): 289
Tª TI (°C): -	pH TI (ud): -	Conductividad TI (µS/cm): -
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	1,1	1,9
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 13
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): No



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 03/08/2004			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	RIEIS	RIEIT	RIEIF	RITI
PROFUNDIDAD	m	1	6	24	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,008	0,012	0,029
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,008	0,006	0,007
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,63	0,73	0,80	0,56
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,02	0,06
NITRATOS	mg N/l	0,00	0,00	0,47	0,64
NITRITOS	mg N/l	0,009	0,013	0,009	0,042
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	5,9			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	6.911			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 3.895	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella ocellata</i>			Nº células/ml: 3.895	
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 20/11/2004			
PARÁMETRO	UNIDAD	RIEIS	RIEIM	RIEIF	RITI
PROFUNDIDAD	m	1	14	26	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,015	0,015	0,081	0,060
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,013	0,012	0,037
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,67	0,72	0,70	0,53
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,08	0,20
NITRATOS	mg N/l	0,87	0,87	1,00	1,17
NITRITOS	mg N/l	0,019	0,017	0,019	0,034
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	1,8			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	568			
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofícea			Nº células/ml: 280	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>			Nº células/ml: 272	
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 18/04/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	RIEIS	RIEIM	RIEIF	RITI
PROFUNDIDAD	m	1	6	12	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,077	0,089	0,116	0,153
FOSFATOS	mg P/l	0,065	0,043	0,046	0,106
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,40	0,42	0,64	0,81
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,07	0,15
NITRATOS	mg N/l	0,91	0,96	0,96	0,88
NITRITOS	mg N/l	0,030	0,026	0,026	0,032
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	15,1			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	3.946			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 3.069	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella ocellata</i>			Nº células/ml: 1.379	
4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 26/07/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	RIEIS	RIEIM	RIEIF	RITI
PROFUNDIDAD	m	1	10	21	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,024	0,026	0,075	0,092
FOSFATOS	mg P/l	0,011	0,008	0,036	0,052
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,89	0,26	0,48	1,25
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,07	0,14	0,04
NITRATOS	mg N/l	0,19	0,41	0,67	0,83
NITRITOS	mg N/l	0,020	0,026	0,025	0,033
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	51,7			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	29.566			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 14.218	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Fragilaria crotonensis</i>			Nº células/ml: 14.130	

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE RIALB 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Rialb 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 FISICOQUÍMICOS

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 RIALB

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 Rialb 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	13,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,60	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	5,90	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	6911	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,00	MESOTRÓFICO

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 Rialb en 2004 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 Rialb 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	24,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,10	Eutrófico
COLOROFILA <i>a</i>	51,70	Hipereutrófico
DENSIDAD ALGAL	29566	Eutrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	4,00	EUTRÓFICO

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

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE RIALB

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	
		<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	≥ 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 Rialb 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	5,90	0,44	0,61	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,60	Moderado			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,09	Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	13,00	Moderado			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3			MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Rialb para el año 2004 es de nivel 3, **INFERIOR A 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 Rialb 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	51,70	0,05	0,07	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO				5		MALO	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PE	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,10			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,47			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	24,00			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO				MALO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

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