



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 CANELLES

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 Canelles 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

El embalse de Canelles se enclava en el reborde meridional de las Sierras Exteriores Subpirenaicas (Sierra de Mongay, Sierra de Monsech), también conocido con el nombre de zona de “Las Nogueras”.

El embalse de Canelles, cuya presa fue terminada en 1960, se sitúa en los municipios de Estopiñan del Castillo (Huesca) y Os de Baguer (Lérida), justo en la línea divisoria de ambas provincias. La presa se enclava en el río Noguera Ribagorzana, regulando sus aguas y las procedentes del río Guart, tributario del Noguera Ribagorzana por la margen

derecha. Inmediatamente aguas abajo del embalse se encuentra el embalse de Santa Ana, a su vez, unos 25 km aguas arriba de Canelles, se emplaza el embalse de Escales.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones y morfología irregular. En general, el eje longitudinal del embalse es estrecho, exceptuando los acusados ensanchamientos que presenta en la zona de presa y en la zona intermedia. De ellos destaca, por la margen derecha, el que forma el río Guart en las proximidades de la presa.

La cuenca vertiente al embalse de Canelles tiene una superficie total de 163 578,54 ha, de las cuales 33 081 ha corresponden a la cuenca de escorrentía directa.

El embalse tiene una extensión de 1 569 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 687,5 hm³. Tiene una profundidad media de 44 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 137 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)	163 578,54
Superficie de la cuenca parcial (ha)	95 490
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	33 081
Superficie del embalse (ha)	1 569
Longitud máxima del embalse (km)	12
Capacidad total (hm ³)	687,5
Capacidad útil (hm ³)	-
Profundidad máxima (m)	137
Profundidad media (m)	44
Perímetro en máximo nivel (km)	91
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	506
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	400; 450; 466; 497,85

Se trata de un embalse monomítico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa entre 5 y 7 metros de profundidad, mientras que la capa fótica ronda los 4 metros de espesor.

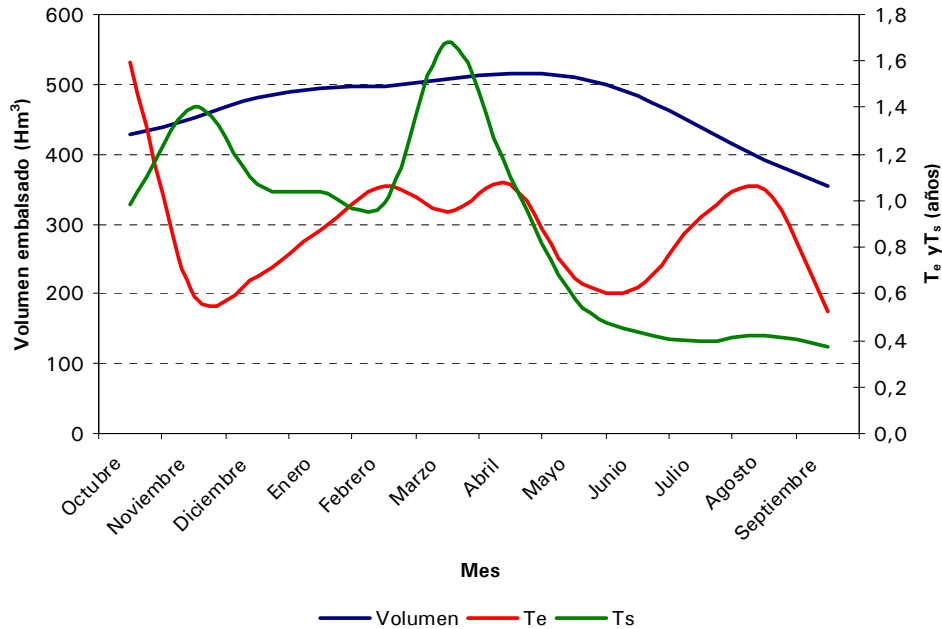
En el **cuadro II** se presentan las medias mensuales de la explotación hidráulica correspondientes al periodo 2001-2005.

Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Año hidrológico 2001-2005

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
2001-2005	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	428,60	37,08	22,80	0,98	1,60
Noviembre	451,69	26,43	62,90	1,40	0,59
Diciembre	480,04	38,18	60,65	1,07	0,67
Enero	493,70	40,25	48,25	1,04	0,87
Febrero	496,44	38,58	35,95	0,99	1,06
Marzo	506,45	25,55	45,28	1,68	0,95
Abril	515,59	38,35	39,50	1,11	1,07
Mayo	508,81	74,55	65,13	0,58	0,66
Junio	484,08	91,05	63,40	0,44	0,63
Julio	439,20	94,55	40,18	0,39	0,93
Agosto	392,09	79,78	31,88	0,42	1,04
Septiembre	354,44	77,50	55,35	0,38	0,53
Total anual	462,59	661,83	571,25	0,70	0,81

El tiempo de residencia anual del agua es alto, de 8,4 meses si se consideran las salidas y de 9,7 meses según las entradas. Los mínimos se obtienen en el mes de septiembre, entre 5 y 6 meses. El máximo, según las salidas, se da en febrero que alcanza un valor de 20,2 meses, por su parte, el tiempo de residencia máximo según las entradas se obtiene en octubre (19,2 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 a la producción hidroeléctrica y en menor medida a abastecimiento y riego. En el embalse también se realizan actividades recreativas (pesca, baño y navegación principalmente).

2.4. Registro de zonas protegidas

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

- *Zonas de extracción para consumo humano:* En el embalse de Canelles existe una captación de agua para consumo, cuyo titular es el ayuntamiento de Puente de Montañana, que abastece a una población de 95 habitantes.
- *Zonas de protección de habitats o especies:* La cola del embalse en el margen izquierdo limita con el LIC ES5130015 "Serra del Montsec", que representa la

transición entre paisajes pirenaicos y mediterráneos continentales. El margen derecho limita con el LIC ES2410042 y la ZEPA ES0000288 “Sierra del Mongay”, en este espacio dominan las formaciones de quercineas esclerófilas y marcescentes combinadas con masas naturales de pino negro (*Pinus nigra*) que alternan con áreas de repoblación. Destacan las formaciones rupícolas y la flora y fauna asociadas a ellas. En todas las áreas citadas destaca la presencia de la nutria (*Lutra lutra*), entre la fauna asociada a ambientes acuáticos.

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 Noguera Ribagorzana, en las proximidades de Puente Montañana, en el cruce de la carretera C-1311 con el río (**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	05/08/2004	Estratificación
2ª Campaña	17/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	19/04/2005	Mezcla
4ª Campaña	29/07/2005	Estratificación

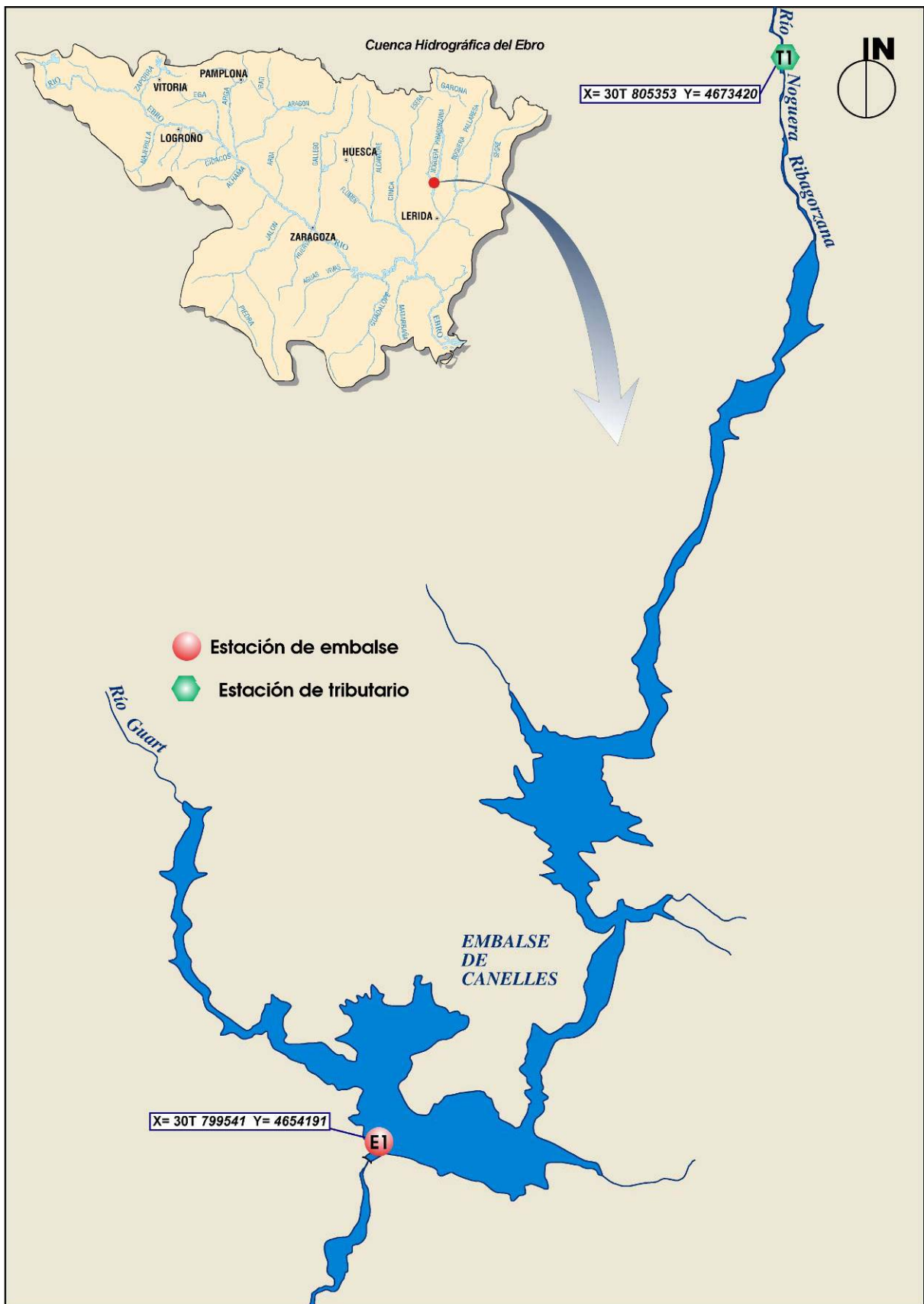


Figura 2: Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Canelles

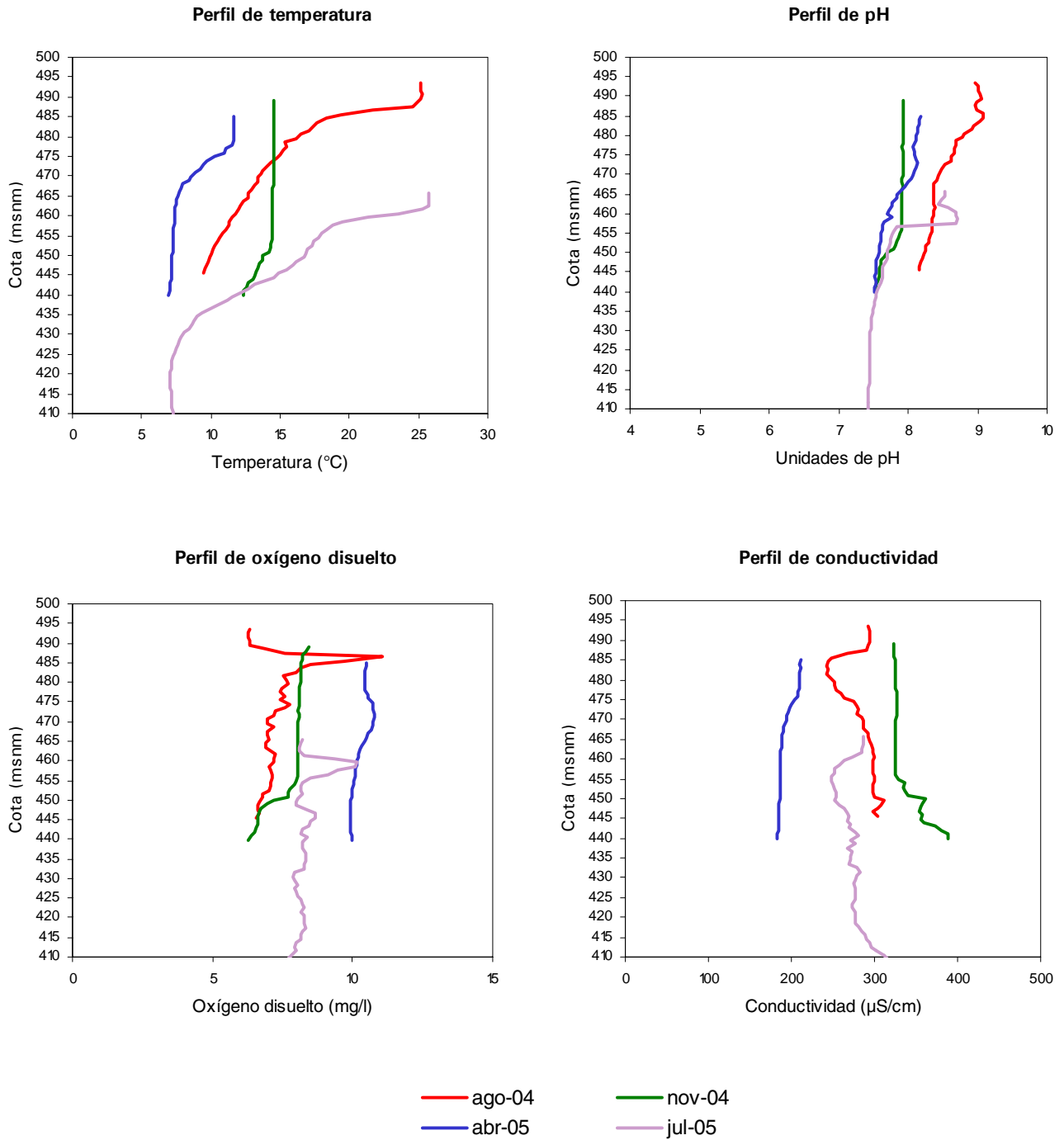
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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 6,98 °C -mínimo- y los 25,72 °C, -máximo registrado en el estío-. En la época estival la termoclina se sitúa entre 5 y 9 m de profundidad.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 7,98 ud. El máximo epilimnético estival es de 9,8 ud, máximo que coincide con un mayor porcentaje de saturación de oxígeno (localizado a la altura de la termoclina), lo que sugiere una alta actividad fotosintetizadora. Éste hecho se da en las dos campañas de muestreo realizadas en verano. Por su parte el mínimo, registrado en las capas más profundas, es de 7,42 ud.
- La transparencia del agua es moderada, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 3,4 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 6 metros. El mínimo (2,4 m) se registra en época estival mientras que el máximo (5,4 m) se registra en el invierno.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, durante el periodo de estudio la concentración media alcanza un valor de 8,36 mg/l O₂. No se han detectado condiciones anóxicas en el periodo estudiado, siendo el registro mínimo de 6,28 mg/l O₂, localizado en invierno y en el último metro de profundidad (49 m).
- La conductividad de las aguas es moderada, con un valor medio anual de 273 μ S/cm, que oscila entre los 183 –mínimo primaveral- y 389 μ S/cm –máximo invernal-. 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 bajas, considerando el fósforo total, y moderadas, teniendo en cuenta el nitrógeno inorgánico total, no obstante, 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 0,010 mg/l P. El máximo de fósforo total se da en verano de 2004, donde la concentración alcanza un valor de 0,013 mg/l P, mientras que el mínimo -0,007 mg/l P- se localiza en primavera. Los ortofosfatos, con una concentración media anual de 0,004 mg/l P, presentan su máximo en invierno con un registro de 0,005 mg/l P.

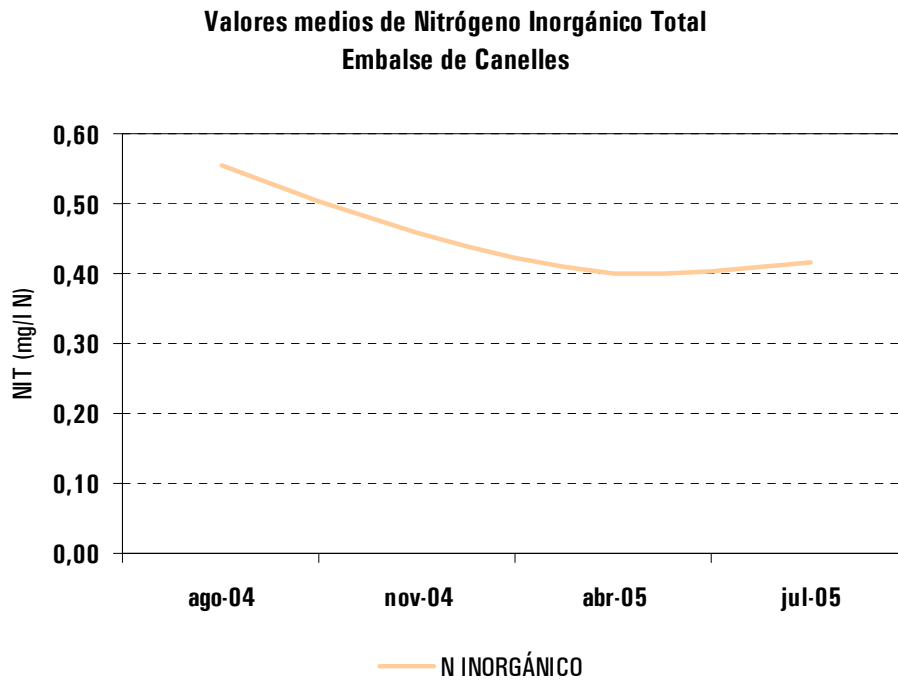
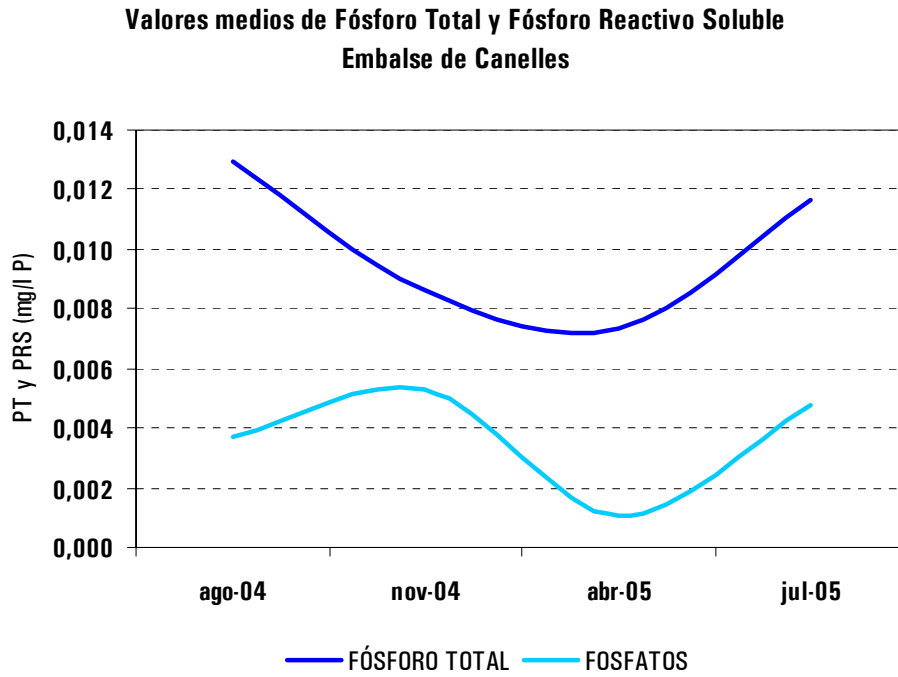
La concentración media del nitrógeno inorgánico total (NIT) alcanza un valor de 0,46 mg/l N. Entre las formas inorgánicas que lo componen la predominante es la de nitratos ($\text{NO}_3/\text{NIT}=93\%$), siendo la proporción de amonio y nitritos pequeñas ($\text{NH}_4/\text{NIT}=6\%$; $\text{NO}_2/\text{NIT}=1\%$). La máxima concentración de NIT -0,55 mg/l N- se sitúa en verano de 2004, mientras que el mínimo -0,40 mg/l N- se da en primavera.

El tributario presenta unas concentraciones de nutrientes moderadas. En el caso del fósforo total, la media anual se sitúa en 0,025 mg/l P, resultando las concentraciones de 2005 ligeramente superiores a las de 2004. El valor máximo obtenido -0,045 mg/l P- se ha registrado en julio de 2005. Por su parte, la media anual para el NIT adquiere un valor de 0,38 mg/l N.

- 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 0,8 y 10,0 mg O_2/l , para la DBO_5 y DQO , respectivamente.

- Las aguas embalsadas son moderadamente mineralizadas y la concentración de calcio (44 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 del fitoplancton se presentan en el **Anexo III**.

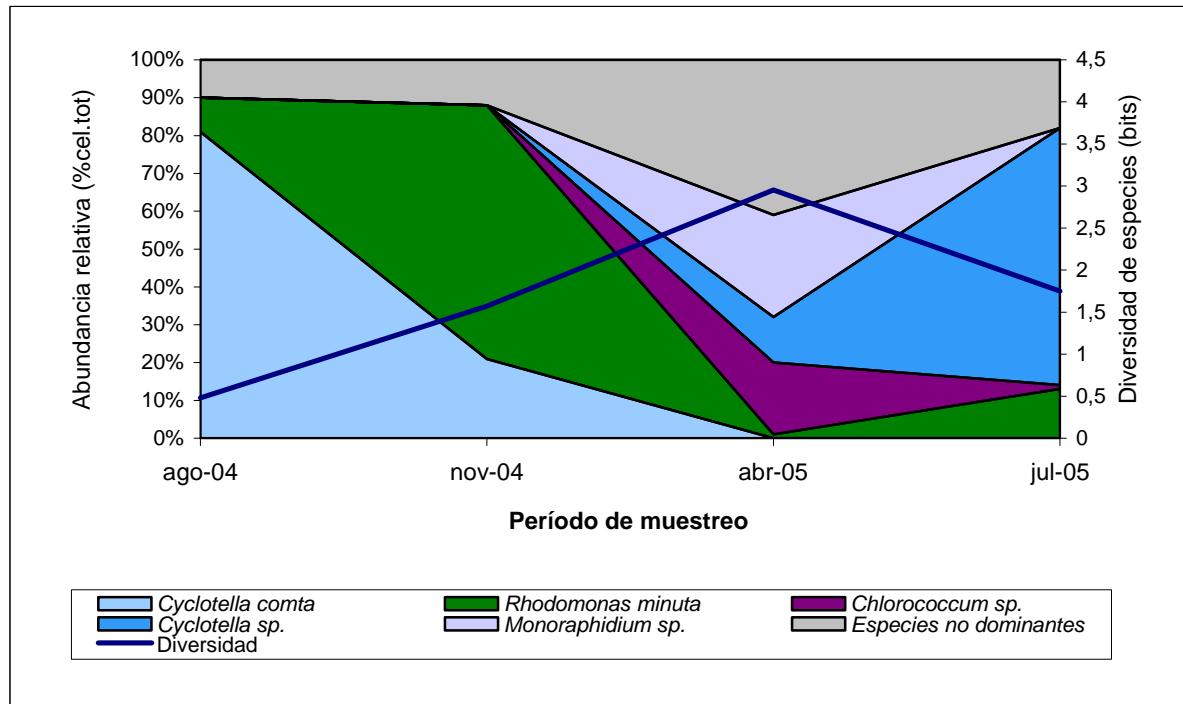
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

De la totalidad de 4 análisis realizados, se han identificado un total de 39 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 12 diatomeas
- 2 cianobacterias
- 12 clorofíceas
- 5 criptofíceas
- 5 crisofíceas
- 3 dinofíceas

El siguiente gráfico recoge los cambios estacionales -climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico estudiado -2004-2005-. Las 5 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 la siguiente pauta temporal:

En verano de 2004, la comunidad algal presenta el valor más elevado de densidad celular del periodo -2 200 cel/ml-. Cualitativamente se caracteriza por el dominio de la diatomeas céntricas representadas por la especie *Cyclotella comta* - 90% de la comunidad algal-. La principal especie acompañante es la criptofícea *Rhodomonas minuta*. El resto de especies identificadas son únicamente presenciales, de modo que el valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver es el más bajo del periodo estudiado - 0,48 bits-.

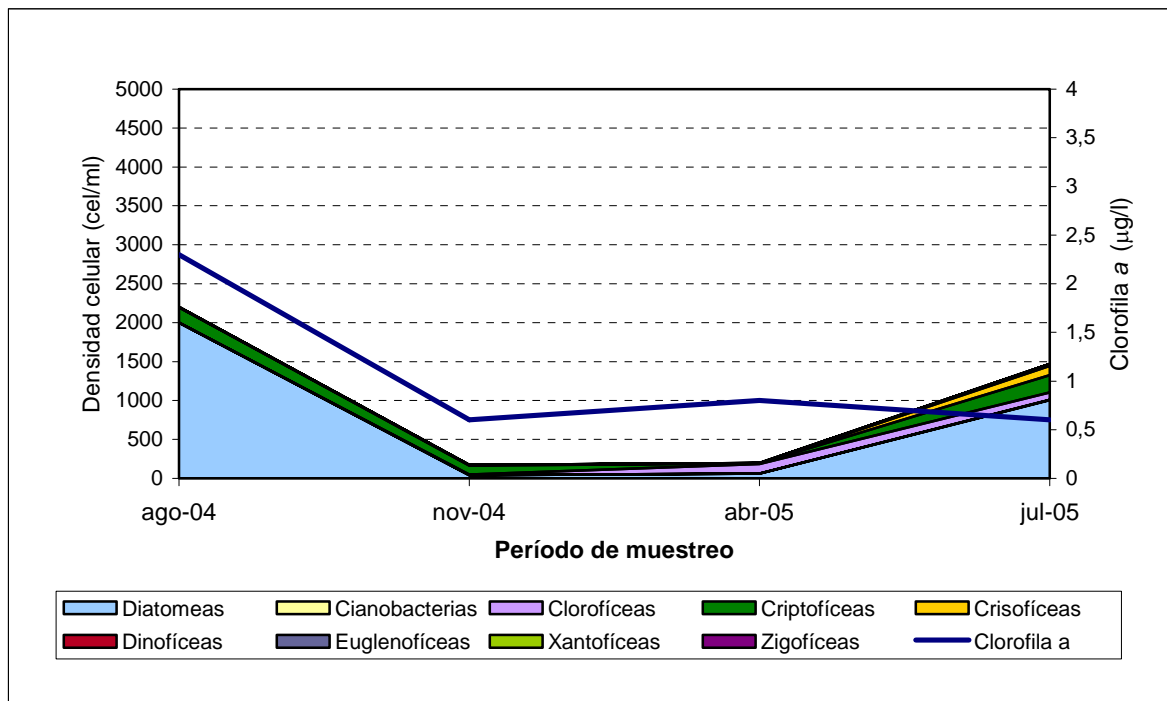
Durante el invierno, se reduce la densidad algal de la comunidad registrándose el mínimo valor de este parámetro -174 cel/ml-. En este período las especies más abundantes son muy similares a las identificadas en el verano anterior, aunque se invierte la distribución de abundancias de forma que comunidad fitoplanctónica está compuesta mayoritariamente por la criptofícea *Rhodomonas minuta* que cuenta como principal acompañante con *Cyclotella comta*.

Durante la época primaveral la densidad algal se mantiene en valores reducidos -195 cel/ml- pero se modifica completamente la composición de la comunidad. La mejora de las condiciones lumínicas y de temperatura favorece el crecimiento de algas clorofíceas como *Monoraphidium sp.* y *Chlorococcum sp.* Estas especies están acompañadas principalmente por la diatomea pennada *Nitzschia acicularis*. La ausencia de una especie claramente dominante determina el registro del máximo valor del índice de diversidad Shannon-Weaver -2,95 bits-.

En la segunda época estival se registra un incremento de la densidad algal hasta alcanzar valores moderados -1 468 cel/ml-. La composición de la comunidad algal es muy semejante a la del verano de 2004, de manera que domina *Cyclotella sp.* acompañada, principalmente, por *Rhodomonas minuta*.

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

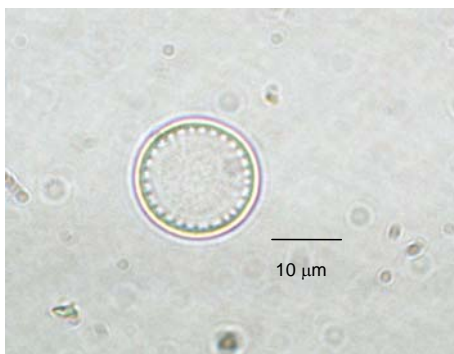


La evolución temporal de la biomasa medida como concentración de clorofila *a* presenta, en general, una buena correspondencia con la densidad fitoplanctónica. Se puede

observar en la Figura 6 cómo el máximo valor de densidad algal -2 200 cel/ml- se registra en el mismo periodo que el máximo valor de biomasa -2,30 µg/l-, y cómo el mínimo valor de densidad -174 cel/ml- se produce cuando el valor de biomasa es mínimo -0,60 µg/l-. Sin embargo en el periodo primavera - verano de 2005 la correspondencia no es tal ya que aunque se produce un incremento notable en la densidad fitoplanctónica, no ocurre lo mismo con la cantidad de clorofila *a* que disminuye ligeramente.

4.3.1. Calidad bioindicadora

El conjunto de asociaciones algales identificadas en el embalse de Canelles indican que se trata de un medio mesotrófico. La sucesión de especies se describe a continuación:



Cyclotella comta

El periodo estival se caracteriza por la dominancia de diatomeas céntricas (*Cyclotella comta* y *Cyclotella sp.*) acompañadas por la criptofícea *Rhodomonas minuta*. Esta última especie desplaza durante el invierno a las diatomeas y se establece como dominante en una época en la que la densidad celular es muy reducida. Durante la primavera se inicia el incremento de la densidad algal, protagonizado por el grupo de las clorofíceas (*Monoraphidium sp.* y *Chlorococcum sp.*). La información que aportan las especies de algas debe completarse con los valores medios de clorofila *a* - 1,08 µg/l- y de densidad algal -1 009 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 Canelles, como **oligo-mesotrófico**.

Atendiendo a criterios de la OCDE el máximo rango, mesotrofia, se obtiene tanto con el fósforo total (parámetro causal) como con la transparencia (parámetro de respuesta), el mínimo rango, ultraoligotrofia, se obtiene considerando el máximo anual de clorofila *a*.

Por su parte, los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson, 1974), estimados a partir de la clorofila a y del fósforo total, definen al embalse como oligotrófico, mientras que el obtenido con la transparencia lo sitúa en rangos mesotróficos.

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 >	10	MESOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	1.010	OLIGOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	2,3	OLIGOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	1,1	OLIGOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	10	OLIGO-MESOT.
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	3,4	MESOTRÓFICO
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	1.010	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	1,1	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	10	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	425	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	3,4	E. MODERADA
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	1,1	OLIGOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	2,3	ULTRAOLIGO.
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	10	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6;; 6-3; 3-1.5; < 1.5	3,4	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-log₂(DST))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	42	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): CLA	<i>10(6-log₂ 7,7(1/Cl^a^0,68))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	31	OLIGOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>TSI= 10(6-log₂(54,9/PT))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	36	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 Canelles es ÓPTIMO

EMBALSE DE CANELLES

			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	1,009	5	4,0	3,7	1,00
		Biomasa algal, Cla a (µg/l); anual capa fótica	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	> 25	1,1	4			
		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	3,4	3	3,7	3,7	1,00
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O ₂)	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	8,4	5			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	10,1	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: CANELLES (CN) **CAMPAÑA:** 1
COT. MAX: 506 **NIVEL:** 493,53

Estación: E1 Profundidad: 88
 Fecha: 05/08/2004 Hora: 11:50
 Disco Secchi (m): 2,4 Capa fótica (m): 4,1

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	494	25,21	8,96	6,35	76,30	293	239	187
1	493	25,19	9,01	6,29	76,90	294	241	189
2	492	25,21	9,02	6,29	76,00	294	240	188
3	491	25,29	9,04	6,33	77,20	294	240	188
4	490	25,13	9,06	6,33	76,80	295	242	188
5	489	24,91	8,98	6,86	83,00	293	241	188
6	488	24,56	8,97	7,57	90,40	290	244	185
7	487	21,69	8,99	11,05	127,20	267	251	170
8	486	19,37	9,07	9,70	104,60	248	257	158
9	485	18,32	9,08	8,50	93,20	245	260	157
10	484	17,71	9,03	8,13	84,20	243	259	155
11	483	17,48	8,94	8,00	83,80	244	258	156
12	482	17,10	8,92	7,51	74,00	242	258	154
13	481	16,48	8,80	7,62	76,00	247	255	157
14	480	16,10	8,79	7,68	77,40	252	257	162
15	479	15,30	8,69	7,48	76,00	252	253	160
16	478	15,50	8,68	7,40	74,40	253	253	163
17	477	15,26	8,67	7,57	75,90	260	255	168
18	476	15,00	8,66	7,42	73,10	264	255	169
19	475	14,73	8,63	7,76	75,20	275	255	173
20	474	14,35	8,61	7,60	73,60	278	254	177
21	473	14,05	8,52	7,23	70,40	281	251	180
22	472	13,77	8,49	7,19	69,20	279	250	179
23	471	13,59	8,45	6,96	68,20	284	249	181
24	470	13,41	8,43	6,98	66,50	286	248	183
25	469	13,33	8,41	7,16	68,40	287	248	184
26	468	13,13	8,37	6,97	65,10	286	246	183
27	467	12,93	8,37	6,94	66,20	292	246	187
28	466	12,75	8,37	7,01	66,60	292	246	187
29	465	12,67	8,37	6,90	65,40	295	247	190
30	464	12,32	8,36	6,91	64,30	297	247	190
31	463	12,09	8,37	7,06	64,40	298	247	190
32	462	11,98	8,38	7,24	66,90	299	248	191
33	461	11,80	8,37	7,21	66,10	300	247	191
34	460	11,57	8,36	7,21	66,00	298	248	190
35	459	11,36	8,34	7,03	63,80	298	248	190
36	458	11,26	8,34	7,10	64,50	298	248	191
37	457	11,03	8,35	7,13	64,20	299	248	192
38	456	10,85	8,34	7,11	63,70	300	248	191
39	455	10,65	8,33	7,10	62,70	300	248	191
40	454	10,50	8,31	7,06	62,70	299	247	191
41	453	10,32	8,30	7,01	61,90	299	247	191
42	452	10,19	8,26	6,78	60,10	299	245	192
43	451	10,05	8,25	6,80	60,50	300	245	191
44	450	9,95	8,22	6,68	58,50	312	245	201

Continuación

EMBALSE:	CANELLES (CN)	CAMPAÑA:	1
COT. MAX:	506	NIVEL:	493,53
Estación:	E1	Profundidad:	88
Fecha:	05/08/2004	Hora:	11:50
Disco Secchi (m):	2,4	Capa fótica (m):	4,1

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
45	449	9,85	8,20	6,63	58,20	307	244	196
46	448	9,72	8,19	6,62	58,10	303	243	194
47	447	9,59	8,17	6,65	57,60	299	242	194
48	446	9,49	8,15	6,54	56,80	303	242	194

TRIBUTARIO:	Noguera-Ribagorzana	CAMPAÑA:	1
--------------------	---------------------	-----------------	---

Estación:	CNT1	Cod. Est.:	CN1T1
Fecha:	05/08/2004	Hora:	15:10

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	21,25	9,10	7,48	85,20	240	255	154

EMBALSE: CANELLES (CN)			CAMPAÑA: 2						
COT. MAX: 506			NIVEL: 488,91						
Estación: E1			Profundidad: 88						
Fecha: 17/11/2004			Hora: 13:10						
Disco Secchi (m): 5,35			Capa fótica (m): 9,1						
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
0	489	14,54	7,94	8,45	83,40	324	149	211	
1	488	14,58	7,94	8,30	81,60	324	149	211	
2	487	14,57	7,93	8,23	81,00	324	149	211	
3	486	14,55	7,94	8,21	80,60	324	150	211	
4	485	14,53	7,93	8,18	80,30	325	150	211	
5	484	14,52	7,93	8,17	80,20	325	150	211	
6	483	14,52	7,92	8,16	80,10	325	150	211	
7	482	14,51	7,93	8,15	80,00	325	151	211	
8	481	14,51	7,93	8,13	79,90	325	151	211	
9	480	14,51	7,93	8,13	79,80	325	152	211	
10	479	14,50	7,92	8,11	79,60	325	151	211	
11	478	14,50	7,93	8,11	79,60	325	153	211	
12	477	14,50	7,91	8,10	79,50	326	152	212	
13	476	14,50	7,92	8,09	79,40	326	153	212	
14	475	14,50	7,92	8,08	79,40	326	154	212	
15	474	14,50	7,92	8,08	79,30	326	155	212	
16	473	14,50	7,92	8,07	79,30	326	155	212	
17	472	14,50	7,92	8,08	79,30	326	155	212	
18	471	14,50	7,92	8,08	79,30	326	156	212	
19	470	14,49	7,92	8,07	79,20	325	156	211	
20	469	14,49	7,91	8,07	79,20	325	156	211	
21	468	14,49	7,91	8,06	79,10	325	157	211	
22	467	14,48	7,92	8,06	79,10	325	158	211	
23	466	14,48	7,91	8,05	79,00	325	157	211	
24	465	14,48	7,91	8,05	79,00	325	158	211	
25	464	14,48	7,91	8,05	78,90	325	158	211	
26	463	14,48	7,91	8,05	79,00	325	159	211	
27	462	14,48	7,91	8,05	79,00	325	159	211	
28	461	14,48	7,91	8,05	79,00	325	160	211	
29	460	14,48	7,90	8,04	79,00	325	160	211	
30	459	14,48	7,91	8,03	78,90	325	160	211	
31	458	14,48	7,91	8,03	78,80	325	161	211	
32	457	14,48	7,91	8,03	78,80	325	161	211	
33	456	14,47	7,91	8,03	78,80	325	162	211	
34	455	14,44	7,89	8,01	78,70	329	161	214	
35	454	14,38	7,86	7,92	77,50	336	161	218	
36	453	14,33	7,84	7,78	76,10	335	162	218	
37	452	14,28	7,82	7,72	75,50	337	160	219	
38	451	14,25	7,80	7,68	75,00	340	160	221	
39	450	13,78	7,70	7,20	70,30	361	157	235	
40	449	13,70	7,65	6,95	67,00	357	156	232	
41	448	13,48	7,62	6,75	64,80	356	155	231	
42	447	13,43	7,61	6,67	64,00	354	155	230	
43	446	13,24	7,59	6,64	63,40	357	155	232	

Continuación

EMBALSE:	CANELLES (CN)	CAMPAÑA:	2
COT. MAX:	506	NIVEL:	488,91
Estación:	E1	Profundidad:	88
Fecha:	17/11/2004	Hora:	13:10
Disco Secchi (m):	5,35	Capa fótica (m):	9,1

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
44	445	13,12	7,59	6,63	63,10	356	155	231
45	444	13,00	7,58	6,61	62,80	359	155	233
46	443	12,69	7,56	6,55	61,90	374	155	243
47	442	12,54	7,55	6,48	60,90	380	156	247
48	441	12,33	7,54	6,38	59,90	388	156	252
49	440	12,29	7,54	6,28	58,70	389	155	253

TRIBUTARIO: Noguera-Ribagorzana **CAMPAÑA:** 2

Estación:	CNT1	Cod. Est.:	CN2T1
Fecha:	17/11/2004	Hora:	17:00

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	7,70	8,12	11,10	93,10	353	207	229

EMBALSE: CANELLES (CN)			CAMPAÑA: 3					
COT. MAX: 506			NIVEL: 484,92					
Estación:		E1	Profundidad:		45			
Fecha:		19/04/2005	Hora:		14:00			
Disco Secchi (m):		3,5	Capa fótica (m):		6,0			
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	485	11,69	8,19	10,50	96,90	211	76	137
1	484	11,66	8,17	10,47	96,60	210	77	137
2	483	11,66	8,15	10,44	96,20	211	79	137
3	482	11,66	8,13	10,43	96,10	210	80	137
4	481	11,67	8,13	10,42	96,00	210	81	137
5	480	11,60	8,12	10,41	95,90	210	82	137
6	479	11,62	8,11	10,41	95,90	210	82	137
7	478	11,51	8,09	10,41	95,80	210	82	137
8	477	11,10	8,08	10,54	95,80	207	82	135
9	476	11,01	8,09	10,55	95,80	207	83	135
10	475	10,31	8,10	10,71	95,50	203	85	132
11	474	9,64	8,12	10,74	94,50	200	87	130
12	473	9,43	8,13	10,74	94,00	199	88	129
13	472	9,28	8,12	10,79	93,40	197	88	128
14	471	8,84	8,10	10,79	92,80	195	87	127
15	470	8,51	8,06	10,72	91,90	194	85	126
16	469	8,42	8,04	10,70	91,40	193	84	125
17	468	7,95	8,01	10,67	90,00	191	83	124
18	467	7,82	7,95	10,56	88,80	190	80	124
19	466	7,70	7,90	10,50	88,00	189	78	123
20	465	7,56	7,85	10,41	87,10	188	76	122
21	464	7,52	7,85	10,32	86,60	188	77	122
22	463	7,45	7,78	10,28	85,70	188	73	122
23	462	7,40	7,76	10,20	85,30	187	72	122
24	461	7,37	7,73	10,21	85,00	187	71	122
25	460	7,34	7,71	10,17	84,60	187	70	122
26	459	7,34	7,77	10,13	84,20	187	75	122
27	458	7,33	7,66	10,12	84,20	187	61	122
28	457	7,32	7,64	10,11	84,20	187	54	122
29	456	7,31	7,63	10,09	83,80	186	55	121
30	455	7,29	7,62	10,06	83,60	186	56	121
31	454	7,27	7,60	10,05	83,20	186	55	121
32	453	7,25	7,60	10,00	82,90	186	56	121
33	452	7,23	7,59	9,98	82,80	186	58	121
34	451	7,22	7,58	9,97	82,60	186	58	121
35	450	7,21	7,58	9,95	82,50	186	58	121
36	449	7,15	7,57	9,95	82,30	185	56	120
37	448	7,13	7,55	9,94	82,20	184	51	120
38	447	7,12	7,54	9,94	82,20	184	49	120
39	446	7,11	7,53	9,93	82,10	184	48	120
40	445	7,10	7,53	9,93	82,10	184	48	120
41	444	7,10	7,52	9,93	82,10	184	44	120
42	443	7,09	7,53	9,93	82,00	184	46	120
43	442	7,08	7,53	9,93	82,00	184	47	120

Continuación

EMBALSE:	CANELLES (CN)	CAMPAÑA:	3
COT. MAX:	506	NIVEL:	484,92
Estación:	E1	Profundidad:	45
Fecha:	19/04/2005	Hora:	14:00
Disco Secchi (m):	3,5	Capa fótica (m):	6,0

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
44	441	7,00	7,52	9,96	82,10	183	48	119
45	440	6,98	7,51	9,98	82,20	183	46	119

TRIBUTARIO: Noguera-Ribagorzana **CAMPAÑA:** 3

Estación:	CNT1	Cod. Est.:	CN3T1
Fecha:	19/04/2005	Hora:	16:00

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	15,86	8,45	10,23	103,40	257	-	167

EMBALSE: CANELLES (CN)			CAMPAÑA: 4						
COT. MAX: 506			NIVEL: 465,50						
Estación: E1			Profundidad: 56						
Fecha: 29/07/2005			Hora: 17:30						
Disco Secchi (m): 2,4			Capa fótica (m): 4,1						
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
0	466	25,69	8,54	8,19	100,40	286	147	186	
1	465	25,70	8,53	8,14	100,00	286	149	186	
2	464	25,72	8,48	8,12	99,70	286	149	186	
3	463	25,70	8,44	8,11	99,50	285	147	185	
4	462	25,30	8,58	8,25	99,90	284	156	185	
5	461	23,52	8,69	9,37	109,10	274	164	178	
6	460	21,32	8,70	10,15	114,40	263	166	171	
7	459	19,52	8,72	10,09	110,70	257	169	167	
8	458	18,84	8,69	9,44	101,30	252	168	164	
9	457	18,37	7,85	9,12	97,10	252	120	164	
10	456	18,02	7,80	8,51	90,00	249	117	162	
11	455	17,74	7,77	8,22	86,30	249	116	162	
12	454	17,45	7,75	8,13	85,10	250	116	163	
13	453	17,28	7,74	8,16	84,70	252	115	164	
14	452	17,01	7,73	8,20	84,70	253	115	164	
15	451	16,88	7,71	8,05	83,10	254	115	165	
16	450	16,70	7,69	7,99	82,10	252	114	164	
17	449	16,21	7,69	7,98	81,10	257	115	167	
18	448	15,88	7,68	8,39	83,80	263	116	171	
19	447	15,44	7,64	8,66	86,00	267	105	174	
20	446	14,84	7,63	8,67	86,00	269	115	175	
21	445	14,52	7,63	8,51	83,30	268	116	174	
22	444	13,81	7,63	8,46	80,90	272	116	177	
23	443	13,17	7,60	8,21	78,00	270	115	176	
24	442	12,73	7,59	8,18	76,80	276	115	179	
25	441	12,18	7,56	8,40	78,10	280	114	182	
26	440	11,50	7,54	8,21	75,50	271	114	176	
27	439	11,22	7,53	8,23	74,90	276	113	179	
28	438	10,54	7,51	8,24	74,20	267	113	174	
29	437	10,03	7,51	8,32	73,40	273	113	177	
30	436	9,35	7,49	8,31	72,30	271	112	176	
31	435	9,02	7,49	8,35	72,30	272	113	177	
32	434	8,74	7,48	8,27	71,10	270	113	176	
33	433	8,60	7,48	8,25	70,70	279	113	181	
34	432	8,39	7,47	7,90	67,60	282	113	183	
35	431	8,12	7,46	7,85	66,00	278	114	181	
36	430	7,80	7,45	7,90	66,60	276	112	179	
37	429	7,75	7,45	8,06	67,60	275	112	179	
38	428	7,57	7,45	7,93	66,80	276	113	179	
39	427	7,48	7,45	8,00	66,90	276	113	179	
40	426	7,34	7,45	8,05	66,90	277	113	180	
41	425	7,31	7,45	8,18	67,40	276	113	179	
42	424	7,21	7,44	8,20	67,90	274	113	178	
43	423	7,14	7,44	8,27	68,50	274	113	178	

Continuación

EMBALSE:	CANELLES (CN)	CAMPAÑA:	4
COT. MAX:	506	NIVEL:	465,50
Estación:	E1	Profundidad:	56
Fecha:	29/07/2005	Hora:	17:30
Disco Secchi (m):	2,4	Capa fótica (m):	4,1

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
44	422	7,14	7,44	8,17	67,60	276	113	179
45	421	7,09	7,45	8,26	68,20	277	114	180
46	420	7,05	7,45	8,25	68,50	277	114	180
47	419	7,05	7,44	8,28	68,60	277	114	180
48	418	7,04	7,44	8,30	68,50	280	113	182
49	417	7,07	7,44	8,24	68,10	285	114	185
50	416	7,10	7,43	8,15	67,70	289	113	188
51	415	7,11	7,43	8,15	67,50	291	113	189
52	414	7,15	7,43	7,98	66,30	295	114	192
53	413	7,16	7,42	7,92	65,60	297	113	193
54	412	7,19	7,42	7,98	66,20	301	113	196
55	411	7,24	7,42	7,82	64,30	311	114	202
56	410	7,29	7,42	7,70	64,00	316	114	205

TRIBUTARIO: Noguera-Ribagorzana **CAMPAÑA:** 4

Estación: CNT1 Cod. Est.: CN4T1
 Fecha: 29/07/2005 Hora: 21:30

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	24,20	8,80	7,36	88,50	254	230	165

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	CANELLES	CÓDIGO:	CN1		
CAMPAÑA:	1	FECHA:	05/08/2004		
COTA MÁXIMA:	506	NIVEL:	494		
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	8	47	
COTA	msnm	493	486	447	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	1,9	4,6	16,1	16,7
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	113,8	88,2	107,2	94,8
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,1	1,3	0,4	0,5
DQO	mg O ₂ /l	8,0	8,0	8,0	8,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,004	0,032	0,019
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,009	0,012	0,013	0,014
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,004	0,004	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,02	1,03	0,80	0,39
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,04	0,06	0,04
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,03	0,04	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	1,01	1,00	0,76	0,35
NITRATOS	mg NO ₃ /l	2,57	1,93	2,41	1,81
NITRATOS	mg N/l	0,58	0,44	0,54	0,41
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,019	0,017	0,008	0,021
NITRITOS	mg N/l	0,006	0,005	0,002	0,006
N INORGÁNICO	mg N/l	0,60	0,47	0,59	0,45
CALCIO	mg Ca/l	41,5	39,8	50,6	
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	6,0	5,6	5,9	
SODIO	mg Na/l	7,7	6,8	6,9	
POTASIO	mg K/l	1,1	1,0	1,0	
CLORUROS	mg Cl/l	10,9	8,9	9,4	
SULFATOS	mg SO ₄ ⁻² /l	31,5	26,3	30,0	
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,002	
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	1,78	2,15	5,23	
CLOROFILA a	µg/l	2,3			

EMBALSE:	CANELLES	CÓDIGO: CN2			
CAMPAÑA:	2	FECHA: 17/11/2004			
COTA MÁXIMA:	506	NIVEL: 489			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	25	48	
COTA	msnm	488	464	441	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	0,6			2,6
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	86,2			98,9
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,4			0,3
DQO	mg O ₂ /l	8,0			4,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,004	0,006	0,016	0,004
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,012	0,018	0,019	0,011
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,006	0,006	0,004
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,54	0,46	0,33	0,32
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,02	0,01	0,01
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,02	0,01	0,01
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,53	0,44	0,32	0,31
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,88	1,94	2,03	1,74
NITRATOS	mg N/l	0,42	0,44	0,46	0,39
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,024	0,015	0,008	0,022
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,005	0,002	0,007
N INORGÁNICO	mg N/l	0,44	0,46	0,47	0,41
CLOROFILA a	µg/l	0,6			

EMBALSE:	CANELLES	CÓDIGO: CN3			
CAMPAÑA:	3	FECHA: 19/04/2005			
COTA MÁXIMA:	506	NIVEL: 485			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	22	44	
COTA	msnm	484	463	441	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	0,5			18,7
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	91,3			103,3
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,9			1,4
DQO	mg O ₂ /l	16,0			16,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,013	0,006	0,003	0,033
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,004	0,004	0,002	0,055
FOSFATOS	mg P/l	0,001	0,001	0,001	0,018
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,34	0,31	0,50	0,51
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,01	0,02	0,03
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,01	0,01	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,33	0,30	0,48	0,48
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,62	1,68	1,76	1,08
NITRATOS	mg N/l	0,36	0,38	0,40	0,24
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,030	0,040	0,015	0,027
NITRITOS	mg N/l	0,009	0,012	0,005	0,008
N INORGÁNICO	mg N/l	0,39	0,40	0,42	0,28
CLOROFILA a	µg/l	0,8			

EMBALSE:	CANELLES	CÓDIGO:	CN4		
CAMPAÑA:	4	FECHA:	29/07/2005		
COTA MÁXIMA:	506	NIVEL:	466		
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	27	55	
COTA	msnm	465	439	411	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,1			4,3
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l				
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,9			1,5
DQO	mg O ₂ /l	7,9			15,8
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,012	0,011	0,012	0,045
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,017	0,018	0,009	0,018
FOSFATOS	mg P/l	0,006	0,006	0,003	0,006
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,85	0,16	0,24
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,06	0,05	0,08	0,09
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,05	0,04	0,06	0,07
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,53	0,81	0,10	0,17
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,35	1,74	1,70	1,40
NITRATOS	mg N/l	0,30	0,39	0,38	0,32
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,018	0,016	0,007	0,021
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,005	0,002	0,006
N INORGÁNICO	mg N/l	0,36	0,44	0,45	0,39
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,000	
CLOROFILA a	µg/l	0,6			

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	CANELLES	CÓDIGO:	CN1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	05/08/2004
COTAMAX:	506	D. SECCHI:	2,4
NIVEL:	494	C.FÓTICA:	4,1
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	493	
CLOROFILA a	µg/l	2,30	
Población total	n° cel/ml	2.200	
Diversidad (H)	Bits	0,48	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	2.000	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	0	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	195	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	3	
Clase EUGLENOVICEA	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 comta</i>	Bacillariofícea	1.997	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Aphanizomenon sp.</i>	Cianobacteria	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	194	
<i>Dinobryon sp.</i>	Crisofícea	1	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	

EMBALSE:	CANELLES	CÓDIGO:	CN2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	17/11/2004
COTAMAX:	506	D. SECCHI:	5,4
NIVEL:	489	C.FÓTICA:	9,1
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	488	
CLOROFILA a	µg/l	0,60	
Población total	n° cel/ml	174	
Diversidad (H)	Bits	1,57	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	39	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	3	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	6	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	118	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	8	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	36	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Chroococcus minutus</i>	Cianobacteria	3	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Clorofícea	2	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	1	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Scenedesmus sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	117	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	8	

EMBALSE:	CANELLES	CÓDIGO:	CN3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	19/04/2005
COTAMAX:	506	D. SECCHI:	3,5
NIVEL:	485	C.FÓTICA:	6,0
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	484	
CLOROFILA a	µg/l	0,80	
Población total	n° cel/ml	195	
Diversidad (H)	Bits	2,95	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	63	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	121	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	8	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	2	
Clase DINOFICEA	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>Achnanthes minutissima</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Cyclostephanos sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella bodanica</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	23	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	34	
<i>Asterococcus sp.</i>	Clorofícea	13	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	37	
<i>Monoraphidium sp.</i>	Clorofícea	52	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Selenastrum sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofícea	17	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	7	
<i>Dinobryon bavaricum</i>	Crisofícea	1	
<i>Dinobryon cylindricum</i>	Crisofícea	1	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	

EMBALSE:	CANELLES	CÓDIGO:	CN4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	29/07/2005
COTAMAX:	506	D. SECCHI:	2,4
NIVEL:	466	C.FÓTICA:	4,1
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	465	
CLOROFILA a	µg/l	0,60	
Población total	n° cel/ml	1.468	
Diversidad (H)	Bits	1,75	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	1.007	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	98	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	220	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	120	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	22	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Achnanthes sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	10	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	993	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Tabellaria fenestrata</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Aphanizomenon sp.</i>	Cianobacteria	1	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	7	
<i>Didymocystis sp.</i>	Clorofícea	81	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Paulschulzia tenera</i>	Clorofícea	1	
<i>Tetrachlorella alternans</i>	Clorofícea	8	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	11	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	4	
<i>Cryptomonas phaseolus</i>	Criptofícea	8	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	197	
<i>Dinobryon bavaricum</i>	Crisofícea	1	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	96	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisofícea	1	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	22	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	20	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	2	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Panorámica del embalse. Verano de 2004 (05/08/2004)



Detalle de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2005 (29/07/2005)



Río Noguera-Ribagorzana, tributario principal del embalse de Canelles. Verano de 2005
(29/07/2005)

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

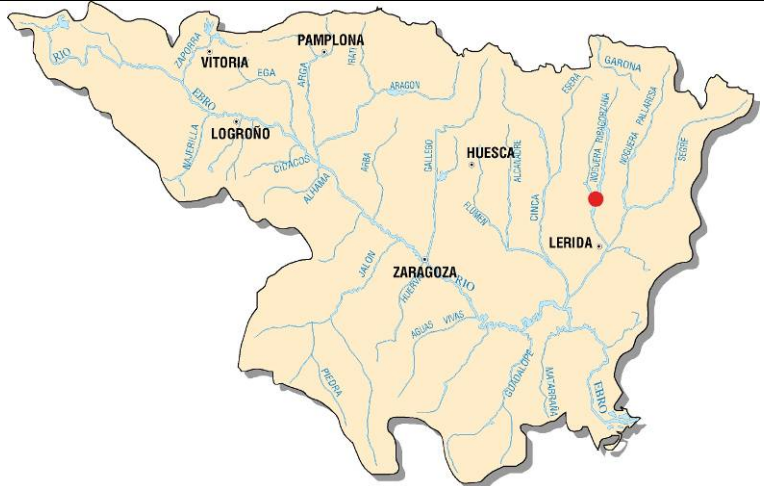
Fecha actualización: Junio 2006

EMBALSE: CANELLES

CÓDIGO: CN

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: Aragón-Cataluña
Provincia: Huesca-Lérida
Municipio: Estopiñan



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

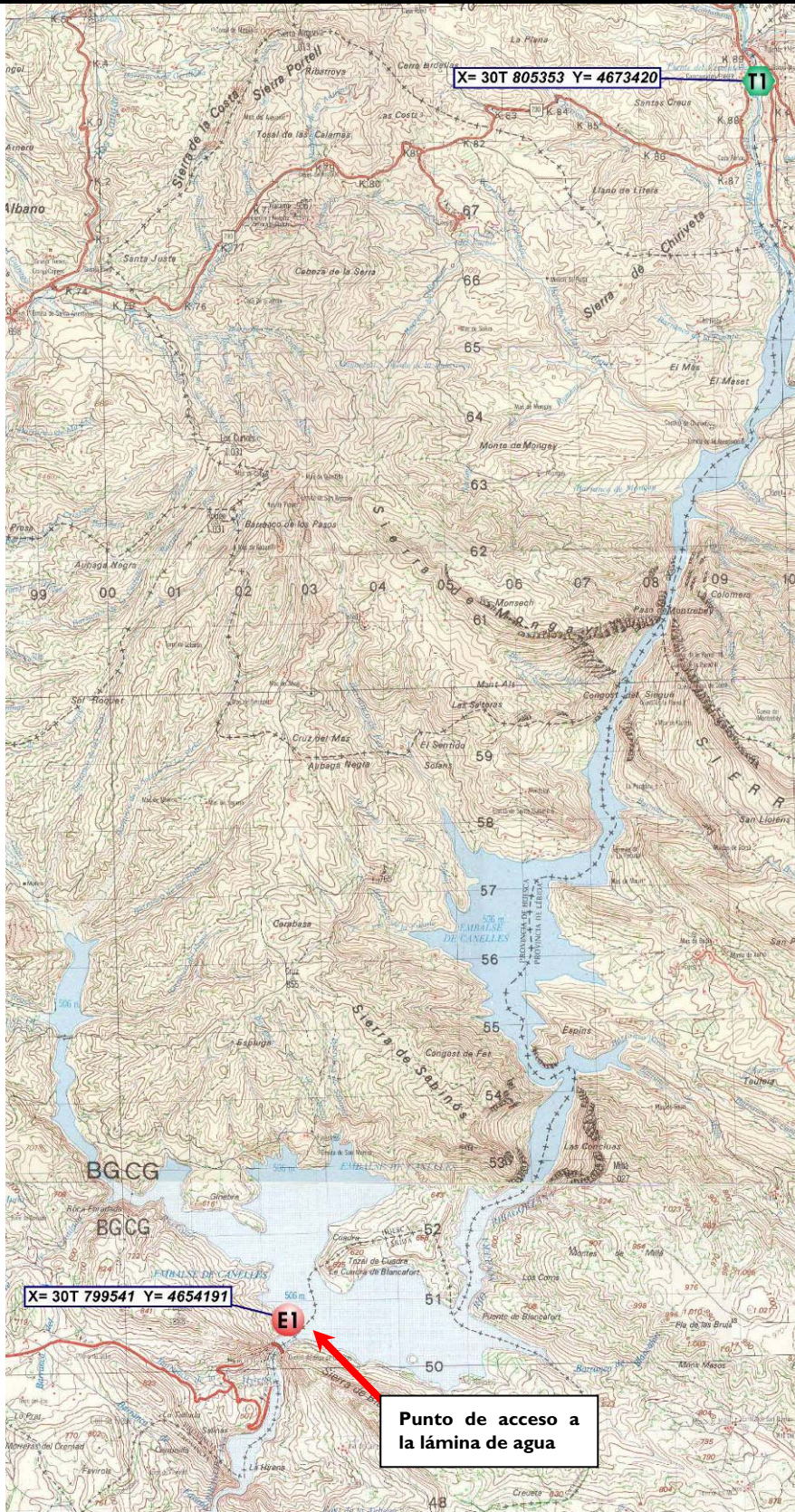
Tributario principal:	Río Noguera-Ribagorzana	Otros tributarios:	-
Año de terminación:	1960	Propietario:	ENHER
Cuenca a la que pertenece:	Gállego	Altitud (msnm):	506
Capacidad total (hm ³):	688	Capacidad útil (hm ³):	-
Longitud máxima (km):	12	Perímetro (km):	91
Profundidad máxima (m):	137	Profundidad media (m):	43,3
Usos principales:	Hidroeléctrico	Otros usos:	Riego



Panorámica del embalse (05/08/2004)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



● Estación de embalse

⬡ Estación de tributario

Nº Plano/s 1:50.000: 289,327

Embalse de Canelles. 2 de 4



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

		GRADO TRÓFICO	POTENCIAL ECOLÓGICO
	CANELLES	Oligo-meso	Óptimo
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: 05/08/2004
Tª superficie (°C): 25,21	pH superficie (ud): 8,96	Conductividad superficie (µS/cm): 293	
Tª fondo (°C): 9,49	pH fondo (ud): 8,15	Conductividad fondo (µS/cm): 303	
Tª TI (°C): 21,25	pH TI (ud): 9,10	Conductividad TI (µS/cm): 240	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	2,4	4,1	
Termoclina: Si		Profundidad (m): 7	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	
2ª CAMPAÑA	Muestreador: David García		Fecha de muestreo: 17/11/2004
Tª superficie (°C): 14,54	pH superficie (ud): 7,94	Conductividad superficie (µS/cm): 324	
Tª fondo (°C): 12,29	pH fondo (ud): 7,54	Conductividad fondo (µS/cm): 389	
Tª TI (°C): 7,70	pH TI (ud): 8,12	Conductividad TI (µS/cm): 353	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	5,35	9,1	
Termoclina: No		Profundidad (m): -	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	
3ª CAMPAÑA	Muestreador: David García		Fecha de muestreo: 19/04/2005
Tª superficie (°C): 11,69	pH superficie (ud): 8,19	Conductividad superficie (µS/cm): 137	
Tª fondo (°C): 6,98	pH fondo (ud): 7,51	Conductividad fondo (µS/cm): 119	
Tª TI (°C):	pH TI (ud):	Conductividad TI (µS/cm):	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	3,5	6	
Termoclina: No		Profundidad (m): -	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	
4ª CAMPAÑA	Muestreador: David García		Fecha de muestreo: 29/07/2005
Tª superficie (°C): 25,69	pH superficie (ud):	Conductividad superficie (µS/cm): 286	
Tª fondo (°C): 7,29	pH fondo (ud):	Conductividad fondo (µS/cm): 316	
Tª TI (°C):	pH TI (ud):	Conductividad TI (µS/cm):	
Tª T2 (°C):	pH T2 (ud):	Conductividad T2 (µS/cm):	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	2,4	4,1	
Termoclina: Si		Profundidad (m): 5	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 05/08/2004			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	CNEIS	CNEIT	CNEIF	CNTI
PROFUNDIDAD	m	1	8	47	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,004	0,032	0,019
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,004	0,004	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,02	1,03	0,80	0,39
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,03	0,04	0,03
NITRATOS	mg N/l	0,58	0,44	0,54	0,41
NITRITOS	mg N/l	0,006	0,005	0,002	0,006
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,3			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	2.200			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 2.000	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella comta</i>			Nº células/ml: 1.997	
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 17/11/2004			
PARÁMETRO	UNIDAD	CNEIS	CNEIM	CNEIF	CNTI
PROFUNDIDAD	m	1	25	48	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,004	0,006	0,016	0,004
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,006	0,006	0,004
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,54	0,46	0,33	0,32
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,02	0,01	0,01
NITRATOS	mg N/l	0,42	0,44	0,46	0,39
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,005	0,002	0,007
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	0,6			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	174			
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofícea			Nº células/ml: 118	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>			Nº células/ml: 117	
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 19/04/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	CNEIS	CNEIM	CNEIF	CNTI
PROFUNDIDAD	m	1	22	44	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,013	0,006	0,003	0,033
FOSFATOS	mg P/l	0,001	0,001	0,001	0,018
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,34	0,31	0,50	0,51
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,01	0,01	0,03
NITRATOS	mg N/l	0,36	0,38	0,40	0,24
NITRITOS	mg N/l	0,009	0,012	0,005	0,008
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	0,8			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	195			
CLASE PREDOMINANTE:	Clorofícea			Nº células/ml: 121	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Monoraphidium sp.</i>			Nº células/ml: 52	
4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 29/07/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	CNEIS	CNEIM	CNEIF	CNTI
PROFUNDIDAD	m	1	27	55	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,012	0,011	0,012	0,045
FOSFATOS	mg P/l	0,006	0,006	0,003	0,006
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,85	0,16	0,24
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,05	0,04	0,06	0,07
NITRATOS	mg N/l	0,30	0,39	0,38	0,32
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,005	0,002	0,006
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	0,6			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.468			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 1.468	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella sp.</i>			Nº células/ml: 993	

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE CANELLES 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Canelles 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	Buena 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 CANELLES

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 Canelles 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	3,00	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI	2,40	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	2,30	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	2200	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,25	OLIGOTRÓFICO

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

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 Canelles 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	383,00	Hipereutrófico
DISCO SECCHI	2,40	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	2,20	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1468	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,25	MESOTRÓFICO

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

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE CANELLES

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 Canelles 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,30	1,13	1,09	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,40	Moderado			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,61	Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	3,00	Muy bueno			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3			MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Canelles 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 Canelles 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,20	1,18	1,06	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
INDICADOR FISICOQUÍMICO							
Indicador	Elementos	Indicador	Valor				PE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,40				Moderado
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,22				Muy Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	383,00				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 Canelles para el año 2005 es de nivel 3, **INFERIOR A BUENO**.