



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 ESCALES**

**ÍNDICE**

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</b>	<b>1</b>
2.1. <b>Ámbito geográfico</b>	<b>1</b>
2.2. <b>Características morfométricas e hidrológicas</b>	<b>2</b>
2.3. <b>Usos del agua</b>	<b>4</b>
2.4. <b>Registro de zonas protegidas</b>	<b>4</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS</b>	<b>5</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>6</b>
4.1. <b>Características físico-químicas de las aguas</b>	<b>6</b>
4.2. <b>Hidroquímica del embalse</b>	<b>8</b>
4.3. <b>Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores</b>	<b>10</b>
4.3.1. <b>Cualidad bioindicadora</b>	<b>13</b>
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</b>	<b>13</b>
<b>6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</b>	<b>14</b>
<b>ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS</b>	
<b>ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS</b>	
<b>ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS</b>	
<b>REPORTAJE FOTOGRÁFICO</b>	
<b>APÉNDICE 1. FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE</b>	

---

## **1. INTRODUCCIÓN**

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

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

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

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

## **2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE**

### **2.1. Ámbito geográfico**

La cuenca vertiente al embalse de Escales está situada en el margen meridional del Pirineo, sobre la “cobertera mesocenoica del Pirineo Axial” y al nordeste de la Depresión terciaria del Ebro.

El embalse se sitúa entre las provincias de Huesca y Lérida, en la línea divisoria de ambas provincias, aunque la presa, terminada en 1955, se localiza en el término municipal de Sopeira (Huesca). Regula, principalmente, las aguas del río Noguera Ribagorzana, aunque también las de otros ríos y arroyos de menor entidad, entre los que

destacan el río Aulet, por la margen derecha y el barranco de la Viú por la margen izquierda.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Es un embalse de moderadas dimensiones y se caracteriza por presentar un cuerpo alargado que se estrecha en sentido cola. Destaca en su morfología el brazo que, por margen izquierda, conforma el río Aulet.

La cuenca vertiente al embalse de Escales tiene una superficie total de 73 122,24 ha, de las cuales 16 360 ha corresponden a la cuenca de escorrentía directa.

El embalse tiene una extensión de 400 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 152,3 hm<sup>3</sup>. Tiene una profundidad media de 38 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 115 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)	73 122,24
Superficie de la cuenca parcial (ha)	73 122,24
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	16 360
Superficie del embalse (ha)	400
Longitud máxima del embalse (km)	9
Capacidad total (hm <sup>3</sup> )	152,3
Capacidad útil (hm <sup>3</sup> )	116,47
Profundidad máxima (m)	115
Profundidad media (m)	38
Perímetro en máximo nivel (km)	26
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	821
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	723,5; 763,6; 813,8

Se trata de un embalse monomítico<sup>1</sup>, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa a 5 metros de profundidad, mientras que la capa fótica alcanza los 10 metros de espesor.

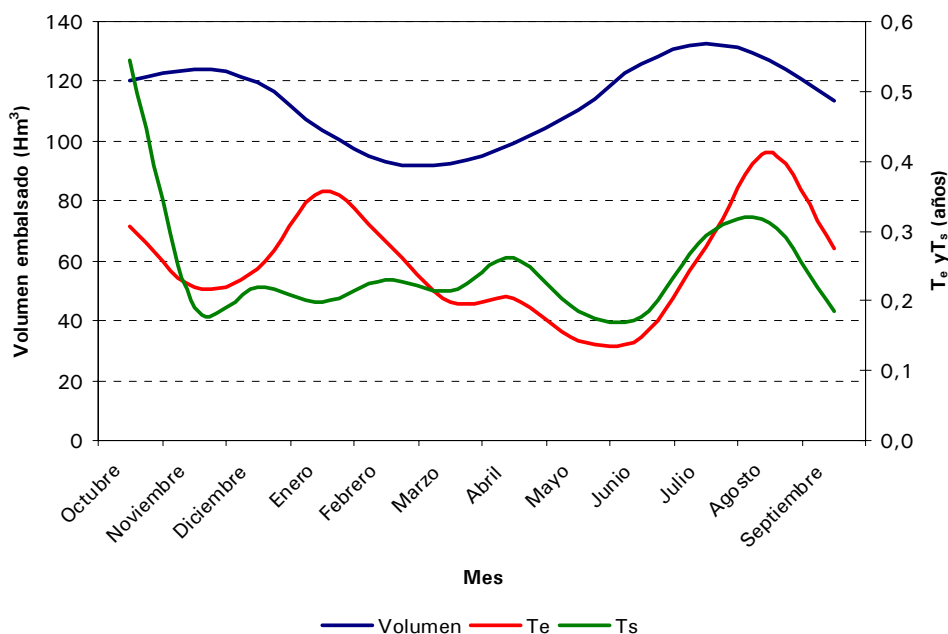
En el **cuadro II** se presentan las medias mensuales de la explotación hidráulica correspondientes al periodo 2001-2005.

**Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Periodo 2004-2005**

<b>BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL</b>					
<b>Periodo</b>	<b>Volumen</b>	<b>Salidas totales</b>	<b>Entradas Totales</b>	<b>Ts</b>	<b>Te</b>
<b>2001-2005</b>	<b>Hm<sup>3</sup></b>	<b>Hm<sup>3</sup></b>	<b>Hm<sup>3</sup></b>	<b>años</b>	<b>años</b>
Octubre	120,08	18,70	33,33	0,55	0,31
Noviembre	124,02	53,50	46,28	0,19	0,22
Diciembre	119,69	46,50	41,43	0,22	0,25
Enero	103,41	44,10	24,68	0,20	0,36
Febrero	93,25	31,20	24,95	0,23	0,29
Marzo	92,54	36,65	39,50	0,21	0,20
Abril	99,58	31,28	40,20	0,26	0,20
Mayo	110,31	50,35	66,15	0,19	0,14
Junio	125,65	58,30	69,58	0,18	0,15
Julio	132,61	38,30	40,75	0,29	0,28
Agosto	127,06	34,65	26,13	0,31	0,41
Septiembre	113,54	50,20	33,93	0,19	0,28
<b>Total anual</b>	<b>113,48</b>	<b>493,73</b>	<b>486,88</b>	<b>0,23</b>	<b>0,23</b>

El tiempo de residencia anual del agua es bajo, en torno a 2,8 meses. Considerando las salidas el mínimo se obtiene en el mes de junio –del orden de 65 días-; y el máximo en octubre (6,5 meses). Según las entradas el máximo tiempo de retención se da en agosto (5 meses) mientras que el mínimo se sitúa en mayo (en torno a 52 días).

<sup>1</sup> 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 mediante una central subterránea instalada a pie de presa. El agua turbinada se vierte en el embalse de Sopeira, situado inmediatamente aguas abajo de Escacale, para posteriormente, mediante un canal subterráneo, derivarlas a la central hidroeléctrica de Puente Montañana. A su vez, en el embalse se realizan actividades recreativas, pesca y navegación principalmente.

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Escales forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, dentro de la categoría *Zonas de protección de habitats o especies*.

En la margen izquierda de la cabecera limita con el LIC ES5130012 "Vall Alta de Serradell y Serra de Sant Gervàs" donde se encuentra una buena población de cangrejo autóctono (*Austropotamobius pallipes*). La margen derecha del embalse limita con la

ZEPA ES0000281 El "Turbón y Sierra de Sís", donde se registra la presencia de Nutria (*Lutra lutra*).

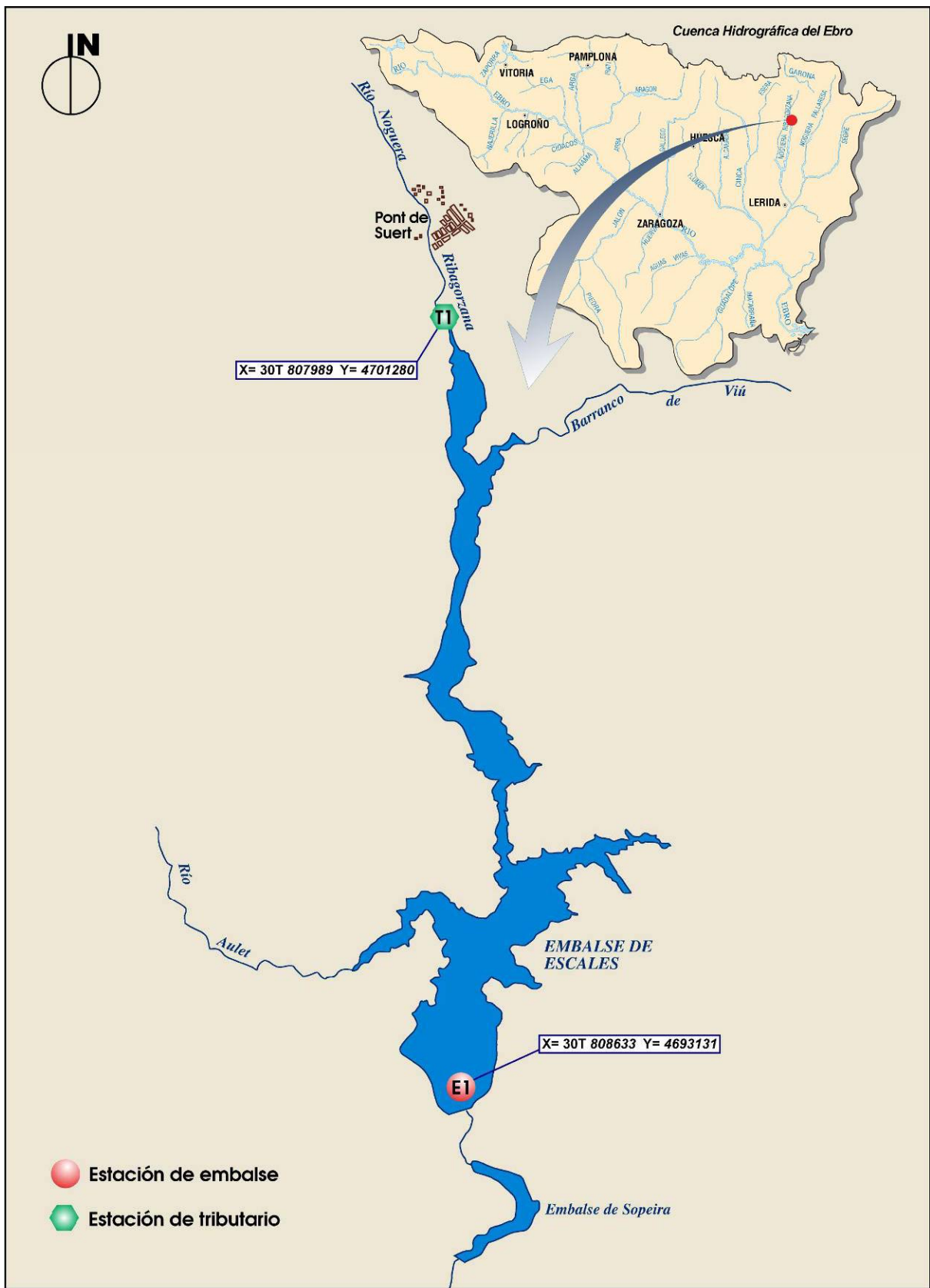
### 3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

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, aguas abajo de la población de Pont de Suert (**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	06/08/2004	Estratificación
2ª Campaña	18/11/2004	Estratificación
3ª Campaña	12/04/2005	Mezcla
4ª Campaña	27/07/2005	Estratificación



**Figura 2:** Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Escales



## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

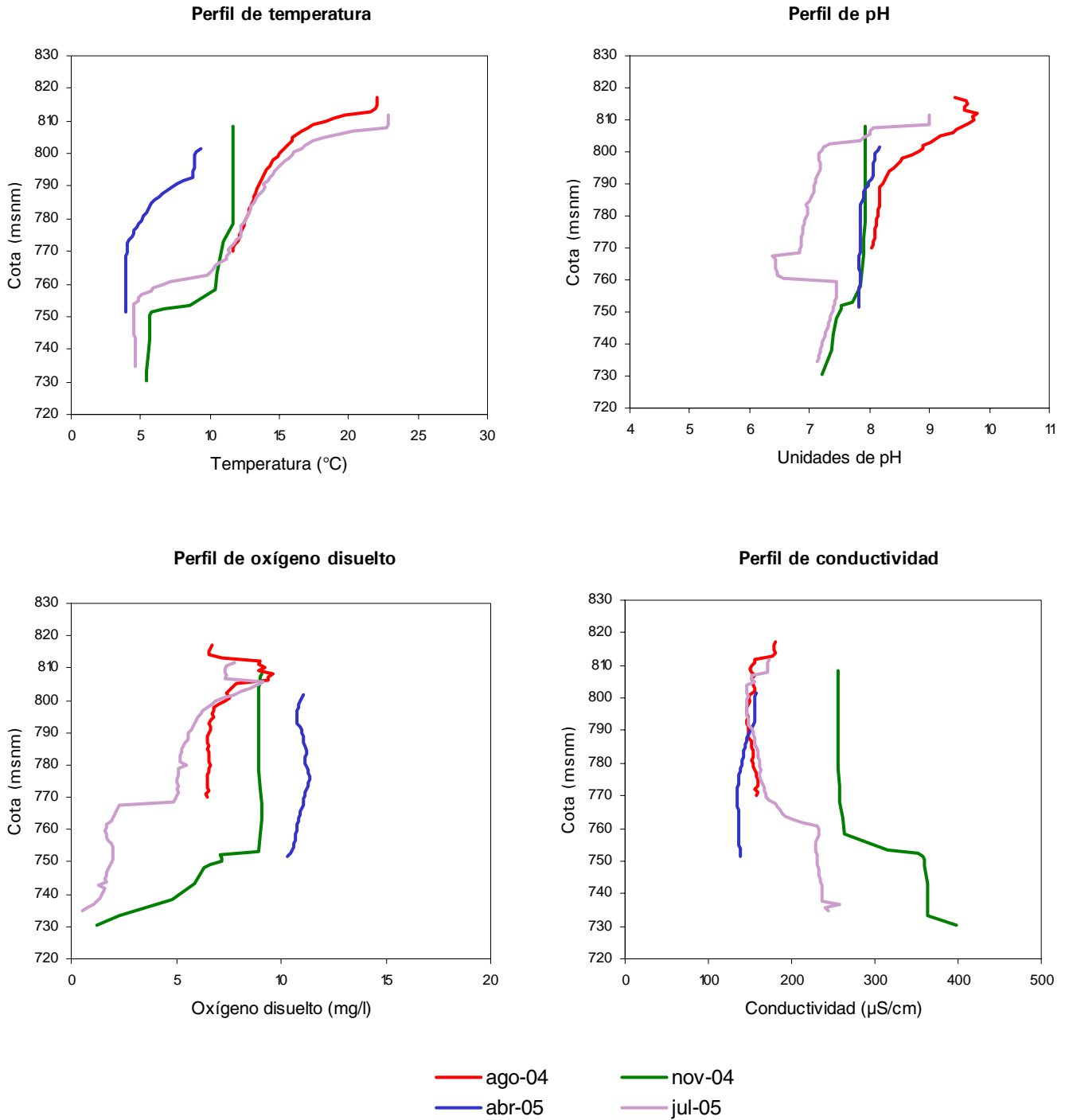
### 4.1. Características físico-químicas de las aguas

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-baja, oscilando entre los 3,9 °C -mínimo- y los 22,86 °C, -máximo registrado en el estío-. Exceptuando la campaña de primavera, la columna de agua ha presentado estratificación térmica. En el estío la termoclina se sitúa a 5 m de profundidad, detectándose, en verano de 2005, otro gradiente térmico más profundo, localizado a 50 m de profundidad. Éste gradiente se mantiene hasta el invierno, localizándose a 55 m de profundidad en noviembre de 2004.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 7,85 ud. El máximo epilimnético estival, localizado a 5 m de profundidad, es de 9,78 ud y el mínimo, registrado a 44 m de profundidad, de 6,37 ud.
- La transparencia del agua es alta, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 4,95 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 8 metros. El mínimo (3,7 m) se registra en la campaña de invierno, mientras que el máximo (6,1 m) se registra en julio de 2005.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son aceptables, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 7,2 mg/l O<sub>2</sub>. Tan sólo se han detectado condiciones anóxicas (<1 mg/l O<sub>2</sub>) en verano de 2005 y en los dos últimos metros de profundidad (76 y 77 m). El máximo (11,36 mg/l O<sub>2</sub>) se da en primavera, donde la concentración para toda la columna de agua se sitúa entre 10 y 11 mg/l O<sub>2</sub>.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 189 µS/cm. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores históricos de este ámbito. En las campañas de invierno y verano de 2005 se aprecia una

quimioclonas profundas, a 50 y 55 m respectivamente, coincidente con el gradiente térmico más profundo.

**Figura 3: Perfiles físico-químicos del embalse**



## 4.2. Hidroquímica del embalse

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

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

La concentración media de fósforo total para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, adquiere un valor de 0,018 mg/l P. El máximo de fósforo total se da en invierno, donde la concentración alcanza un valor de 0,032 mg/l P, mientras que el mínimo -0,005 mg/l P- se localiza en primavera. Los ortofosfatos mantienen la misma pauta que el fósforo total, presentando el máximo en invierno -0,024 mg/l P- y el mínimo en primavera -0,003 mg/l P-.

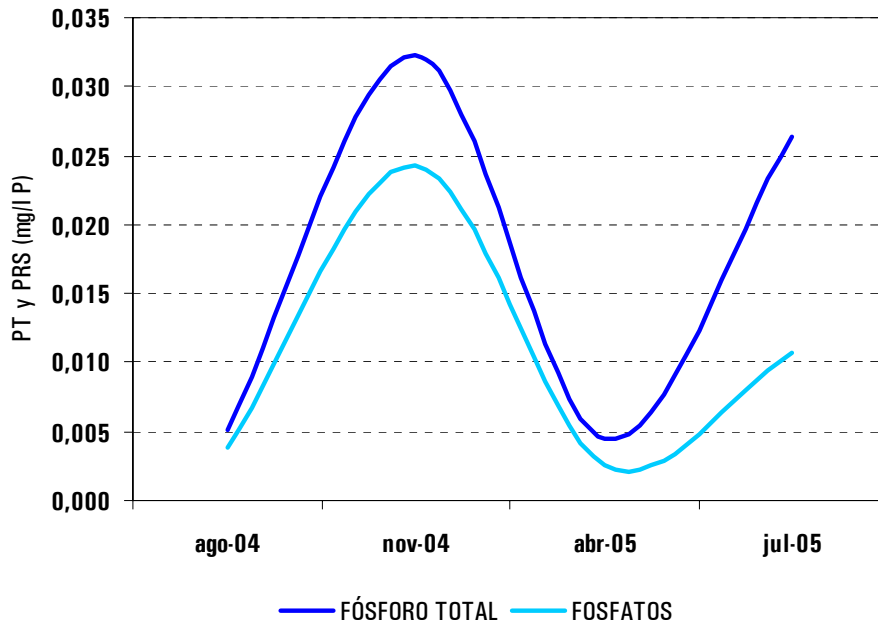
La concentración media del nitrógeno inorgánico total (NIT) alcanza un valor de 0,22 mg/l N. Entre las formas inorgánicas que lo componen la predominante es la de nitratos ( $\text{NO}_3/\text{NIT} = 87\%$ ), siendo la proporción de amonio y nitritos pequeñas ( $\text{NH}_4/\text{NIT} = 11\%$  ;  $\text{NO}_2/\text{NIT} = 2\%$ ). La máxima concentración de NIT -0,26 mg/l N- se sitúa en invierno, mientras que el mínimo -0,15 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 0,015 mg/l P. El valor máximo obtenido - 0,027 mg/l P- se ha registrado en agosto de 2004. Por su parte, la media anual para el NIT adquiere un valor de 0,24 mg/l N.

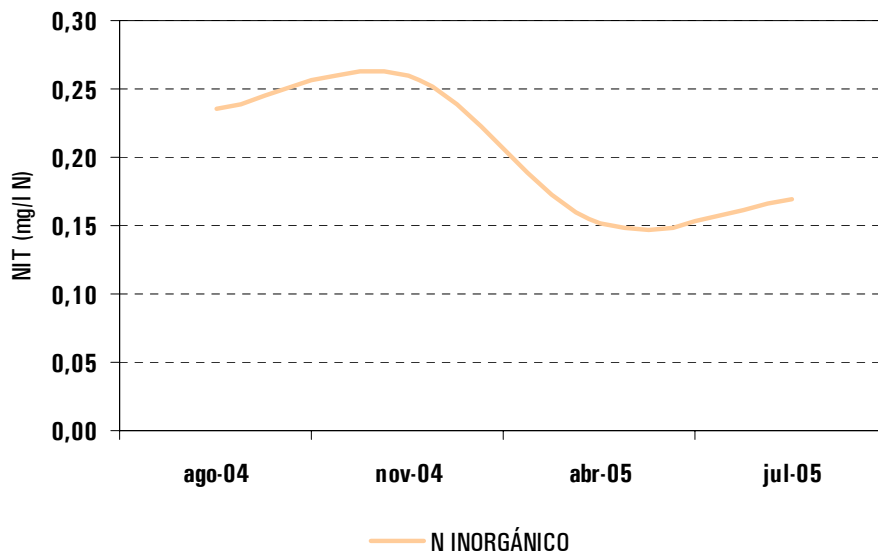
- El contenido de materia orgánica obtenido, tanto en el embalse como en el tributario, es bajo y no presenta variaciones interanuales destacables. Los valores medios obtenidos en el embalse han sido de 0,9 y 5,3 mg  $\text{O}_2/\text{l}$ , para la  $\text{DBO}_5$  y  $\text{DQO}$ , respectivamente.
- Las aguas embalsadas son moderadamente mineralizadas y la concentración de calcio (31,7 mg Ca/l) se sitúa en el rango habitual en el embalse.

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes

**Valores medios de Fósforo Total y Fósforo Reactivo Soluble  
Embalse de Ecales**



**Valores medios de Nitrógeno Inorgánico Total  
Embalse de Ecales**



#### **4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores**

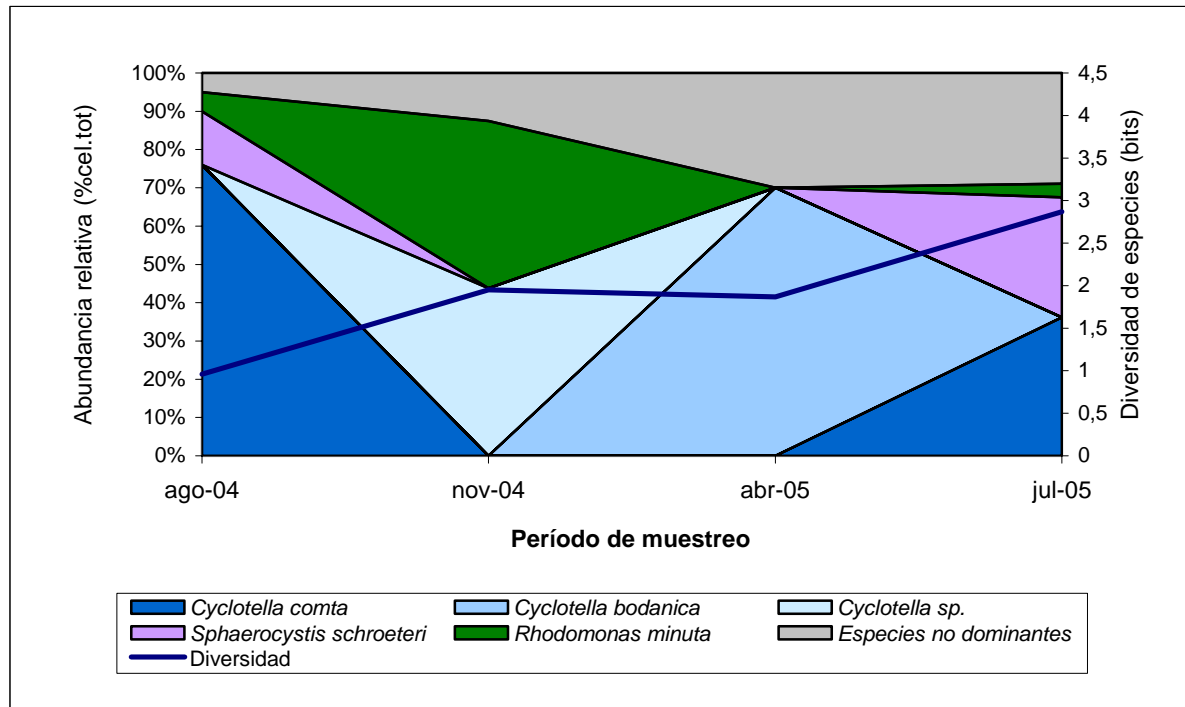
Los resultados de los análisis cuantitativos de fitoplancton se presentan en el **Anexo III**. De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones.

De la totalidad de 4 análisis realizados se han identificado un total de 42 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 14 diatomeas
- 2 cianobacterias
- 12 clorofíceas
- 6 criptofíceas
- 3 crisofíceas
- 4 dinofíceas
- 1 euglenofíceas

El gráfico siguiente recoge los cambios estacionales -climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico estudiado -2004-2005-. Las 5 especies que aparecen en el gráfico son consideradas las más representativas de este sistema léntico, atendiendo a la densidad algal -cel/ml- que presenten en una determinada estación climatológica.

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



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

En el primer período estival, la comunidad algal presenta un máximo poblacional -1.242 cel/ml- y el grupo dominante son las diatomeas (78% de la densidad total) debido a la abundancia de *Cyclotella comta*. La principal especie acompañante es *Sphaerocystis schroeteri*, clorofícea frecuente en medios mesotróficos bien iluminados. La elevada densidad relativa de *Cyclotella comta* reduce los valores del índice de diversidad de Shannon-Weaver al mínimo anual -0,96 bits-.

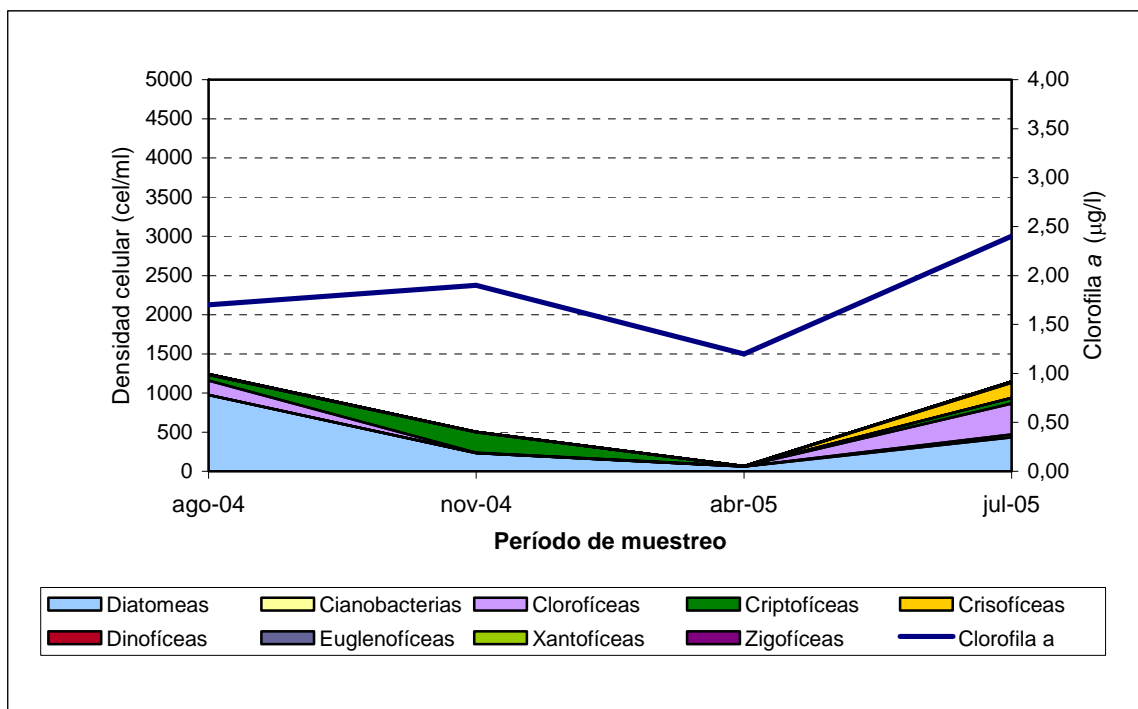
En el invierno, la comunidad fitoplanctónica reduce su densidad registrándose, en este periodo, 504 cel/ml. Las dos especies más abundantes son la diatomea *Cyclotella sp.* y la criptofícea *Rhodomonas minuta*, ambas características de medios bien mezclados y moderadamente fríos.

Durante la época primaveral continúa la disminución de la densidad celular de la comunidad hasta cuantificarse el mínimo anual -66 cel/ml-. La diatomea *Cyclotella bodanica*, con 46 cel/ml de densidad relativa, es la especie dominante en este periodo.

En la segunda época estival se registra un incremento de la densidad fitoplanctónica hasta alcanzar valores moderados -1.148 cel/ml-. En el verano de 2005 crece de nuevo la población de la diatomea *Cyclotella comta* y se establece como especie codominante junto con la clorofícea *Sphaerocystis Schroeteri*. También, destaca por su abundancia la crisofícea *Dinobryon sociale*, especie frecuente en medios estivales mesotróficos. Se identifica el mayor número de especies durante el periodo de estudio y no hay una especie con una dominancia fuerte, esta situación determina el valor máximo del índice de diversidad de Shannon-Weaver -2,87 bits-.

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 una buena correspondencia con la densidad fitoplanctónica. Se puede observar en la Figura 6 cómo el máximo valor de biomasa -2,40 µg/l- se produce cuando la densidad algal tiene valores más altos y cómo se hace mínimo -1,20 µg/l- cuando la densidad algal es mínima -66 cel/ml.

#### 4.3.1. Calidad bioindicadora

El conjunto de asociaciones algales identificadas en el embalse de Escales informan de embalse con un grado trófico medio. Según Reynolds (1996), la dominancia de



*Cyclotella bodanica*

*Cyclotella comta* y *Sphaerocystis schroeteri*,

principalmente, en los períodos estivales sucedidas

por otras especies del género *Cyclotella* y

*Rhodomonas minuta* en el período de mezcla describe

un medio mesotrófico. La información que aportan

las especies algales debe completarse con los valores

medios de clorofila *a* -1,80 μg/l- y de densidad algal -

740 cel/ml-, estos valores son indicativos de

oligotrofia. En resumen, el embalse se podría

considerar oligo-mesotrófico, ya que la densidad y biomasa es muy reducida pero las

especies presentes indican una mayor disponibilidad de nutrientes.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

En función de la variedad de índices que se plasma en el **cuadro IV**, se puede catalogar al embalse del Escales, como **oligo-mesotrófico**.

Atendiendo a criterios de la OCDE el parámetro causal básico (PT) sitúa al embalse en rangos de mesotrofia, mientras que el de respuesta (clorofila *a*) presenta un resultado, considerando su máximo anual, de ultraoligotrofia. La transparencia, por su parte, sitúa al embalse en rangos oligotróficos.

Cabe citar que los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson, 1974), estimados a partir del la clorofila *a*, del fósforo total y de la profundidad del disco de Secchi, coinciden con los criterios de la OCDE, situando al embalse en rango mesotrófico, si se considera el fósforo total, y en rangos oligotróficos, según la transparencia y la clorofila.



**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 >	18	<b>MESOTRÓFICO</b>
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	740	<b>OLIGOTRÓFICO</b>
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	2,4	<b>OLIGOTRÓFICO</b>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	1,8	<b>OLIGOTRÓFICO</b>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	18	<b>MESOTRÓFICO</b>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	5,0	<b>OLIGOTRÓFICO</b>
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	740	<b>E. MODERADA</b>
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	1,8	<b>E. MODERADA</b>
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	18	<b>E. AVANZADA</b>
Margalef (1983)	<i>NO<sub>3</sub>-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	189	<b>E. AVANZADA</b>
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	5,0	<b>E. MODERADA</b>
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	1,8	<b>OLIGOTRÓFICO</b>
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	2,4	<b>ULTRAOLIGO.</b>
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	18	<b>MESOTRÓFICO</b>
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6;; 6-3; 3-1.5; < 1.5	5,0	<b>MESOTRÓFICO</b>
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	3,7	<b>OLIGOTRÓFICO</b>
TSI (Carlson, 1974): DST	<i>TSI = 10(6-log<sub>2</sub>(DST))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	37	<b>OLIGOTRÓFICO</b>
TSI (Carlson, 1974): CLA	<i>10(6-log<sub>2</sub> 7,7(1/Cl<sup>a</sup> 0,68))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	36	<b>OLIGOTRÓFICO</b>
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>TSI = 10(6-log<sub>2</sub>(54,9/PT))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	44	<b>MESOTRÓFICO</b>

## 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 Ecales es **BUENO**.

EMBALSE DE ESCALES

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	740	5	4,0	3,3	0,91
		Biomasa algal, Cla a (µg/l); anual capa fótica	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	> 25	1,8	4			
		Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	> 10 <sup>5</sup>	36	5			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	5,0	3	3,3	3,3	0,91
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O <sub>2</sub> )	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	7,2	4			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	18,2	3			
			VALORACIÓN DE CADA CLASE									
			5	4	3	2	1					

EQR	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:** ESCALES (ES) **CAMPAÑA:** 1  
**COT. MAX:** 821 **NIVEL:** 817

Estación: E1 Profundidad: > 100  
 Fecha: 06/08/2004 Hora: 19:20  
 Disco Secchi (m): 5,5 Capa fótica (m): 9,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	817	22,06	9,42	6,70	75,7	180	259	115
1	816	21,99	9,60	6,67	75,9	179	268	115
2	815	22,00	9,63	6,58	75,3	179	271	115
3	814	21,97	9,58	6,60	75,5	180	272	115
4	813	21,53	9,59	7,16	80,9	176	274	113
5	812	19,75	9,79	9,04	98,6	155	286	100
6	811	18,89	9,72	8,90	95,9	155	287	100
7	810	18,29	9,74	9,25	98,1	151	290	96
8	809	17,48	9,66	8,94	92,8	150	288	97
9	808	17,05	9,55	9,61	89,2	152	286	98
10	807	16,67	9,44	9,36	85,5	155	284	100
11	806	16,26	9,39	9,40	85,7	151	284	97
12	805	15,98	9,19	7,83	79,2	154	279	99
13	804	15,93	9,09	7,72	78,0	154	276	99
14	803	15,71	9,01	7,52	75,7	155	273	100
15	802	15,48	8,89	7,37	73,9	155	269	98
16	801	15,23	8,89	7,52	74,7	150	270	95
17	800	15,01	8,81	7,36	72,9	149	267	95
18	799	14,83	8,69	7,01	68,9	150	263	97
19	798	14,56	8,55	6,79	67,1	149	258	95
20	797	14,48	8,52	6,81	66,7	147	257	94
21	796	14,27	8,45	6,73	65,4	147	255	94
22	795	14,13	8,41	6,76	65,7	147	254	94
23	794	14,00	8,32	6,62	64,3	148	251	94
24	793	13,90	8,29	6,58	63,8	147	250	94
25	792	13,77	8,27	6,66	64,2	147	249	94
26	791	13,61	8,24	6,62	63,5	149	248	94
27	790	13,51	8,21	6,56	63,0	148	247	94
28	789	13,39	8,18	6,50	62,2	148	246	96
29	788	13,24	8,17	6,49	61,8	149	246	96
30	787	13,14	8,17	6,51	61,8	151	247	96
31	786	13,13	8,16	6,53	60,0	151	246	97
32	785	13,05	8,16	6,52	61,9	151	246	97
33	784	12,96	8,16	6,56	92,3	154	246	98
34	783	12,86	8,16	6,59	62,0	154	246	98
35	782	12,80	8,14	6,58	62,2	154	246	98
36	781	12,68	8,14	6,57	61,6	152	246	98
37	780	12,60	8,13	6,62	62,1	154	247	99
38	779	12,50	8,12	6,58	61,7	154	246	99
39	778	12,44	8,11	6,55	61,3	156	245	100
40	777	12,37	8,11	6,50	60,7	157	245	100
41	776	12,27	8,10	6,52	60,9	158	246	101

*Continuación*

**EMBALSE:** ESCALES (ES) **CAMPAÑA:** 1  
**COT. MAX:** 821 **NIVEL:** 817

Estación: E1 Profundidad: > 100  
 Fecha: 06/08/2004 Hora: 19:20  
 Disco Secchi (m): 5,5 Capa fótica (m): 9,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
42	775	12,14	8,10	6,47	60,1	159	246	101
43	774	12,08	8,08	6,46	60,1	159	245	102
44	773	11,98	8,08	6,47	59,9	160	246	103
45	772	11,80	8,07	6,55	59,6	156	245	100
46	771	11,70	8,06	6,45	59,2	159	245	102
47	770	11,63	8,03	6,47	59,4	158	244	101

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

Estación: EST1 Cod. Est.: ES1T1  
 Fecha: 06/08/2004 Hora: 21:21

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
-------------	--------------	------------	------------	------------	--------------	----------------	-------------	----------------

**EMBALSE:** ESCALES (ES) **CAMPAÑA:** 2  
**COT. MAX:** 821 **NIVEL:** 808

Estación: E1 Profundidad: > 100  
 Fecha: 18/11/2004 Hora: 17:20  
 Disco Secchi (m): 3,73 Capa fótica (m): 6,3

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	808	11,60	7,94	9,07	83,4	255	202	166
1	807	11,62	7,94	9,00	82,9	255	202	166
2	806	11,62	7,94	8,99	82,7	255	202	166
3	805	11,62	7,94	8,97	82,6	255	203	166
4	804	11,63	7,94	8,96	82,6	255	203	166
5	803	11,64	7,93	8,95	82,4	255	203	166
6	802	11,64	7,94	8,94	82,3	255	203	166
7	801	11,64	7,93	8,93	82,3	256	203	166
8	800	11,64	7,93	8,93	82,3	255	203	166
9	799	11,64	7,93	8,92	82,2	255	203	166
10	798	11,64	7,93	8,92	82,1	255	204	166
11	797	11,63	7,93	8,92	82,1	255	204	166
12	796	11,63	7,93	8,92	82,1	255	204	166
13	795	11,63	7,93	8,91	82,1	255	204	166
14	794	11,63	7,92	8,91	82,1	255	203	166
15	793	11,63	7,92	8,91	82,0	255	204	166
16	792	11,63	7,93	8,91	82,1	255	205	166
17	791	11,63	7,93	8,91	82,1	255	205	166
18	790	11,63	7,92	8,91	82,1	255	204	166
19	789	11,63	7,93	8,91	82,0	255	205	166
20	788	11,63	7,92	8,91	82,1	255	205	166
21	787	11,63	7,93	8,91	82,1	255	205	166
22	786	11,63	7,93	8,91	82,0	255	206	166
23	785	11,63	7,92	8,91	82,0	256	205	166
24	784	11,63	7,93	8,91	82,0	255	206	166
25	783	11,62	7,92	8,91	82,0	255	206	166
26	782	11,62	7,92	8,90	82,0	255	206	166
27	781	11,62	7,92	8,91	81,9	255	206	166
28	780	11,62	7,92	8,91	82,0	255	206	166
29	779	11,61	7,92	8,91	82,0	256	206	166
30	778	11,61	7,93	8,92	82,1	255	207	166
35	773	10,93	7,91	9,03	81,9	257	206	167
40	768	10,78	7,89	9,06	81,8	258	207	168
45	763	10,55	7,87	9,05	81,4	262	206	170
50	758	10,37	7,86	8,99	80,5	264	207	172
55	753	8,52	7,72	8,90	76,3	316	204	205
56	752	6,64	7,54	7,13	58,1	352	199	229
57	751	5,72	7,52	7,19	57,4	357	199	232
58	750	5,70	7,49	7,16	57,1	359	199	233
59	749	5,66	7,47	6,62	52,8	360	198	234
60	748	5,60	7,45	6,34	50,7	359	198	233
65	743	5,63	7,40	5,85	46,6	364	196	237

*Continuación*

**EMBALSE:** ESCALES (ES) **CAMPAÑA:** 2  
**COT. MAX:** 821 **NIVEL:** 808

Estación: E1 Profundidad: > 100  
 Fecha: 18/11/2004 Hora: 17:20  
 Disco Secchi (m): 3,73 Capa fótica (m): 6,3

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
70	738	5,49	7,36	4,78	38,5	363	195	236
75	733	5,42	7,26	2,31	19,8	363	194	236
78	730	5,47	7,20	1,23	10,5	398	38	259

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

Estación: EST1 Cod. Est.: ES2T1  
 Fecha: 17/11/2004 Hora: 17:55

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	5,72	8,06	11,55	92,1	369	214	240

**EMBALSE:** ESCALES (ES) **CAMPAÑA:** 3  
**COT. MAX:** 821 **NIVEL:** 802

Estación: E1 Profundidad: > 100  
 Fecha: 12/04/2005 Hora: 12:00  
 Disco Secchi (m): 4,5 Capa fótica (m): 7,7

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	802	9,29	8,17	11,05	96,5	158	-	115
1	801	9,03	8,14	10,98	95,1	156	-	115
2	800	8,94	8,10	10,90	94,3	156	-	115
3	799	8,90	8,08	10,87	93,8	156	-	115
4	798	8,87	8,08	10,81	93,3	156	-	113
5	797	8,85	8,06	10,79	93,1	155	-	100
6	796	8,83	8,07	10,77	92,8	155	-	100
7	795	8,80	8,06	10,77	92,8	155	-	96
8	794	8,79	8,06	10,76	92,6	155	-	97
9	793	8,75	8,05	10,76	92,6	155	-	98
10	792	8,05	8,03	10,90	92,3	153	-	100
11	791	7,60	7,98	10,98	91,7	152	-	97
12	790	7,32	7,97	11,01	91,5	150	-	99
13	789	6,87	7,93	11,07	90,9	149	-	99
14	788	6,52	7,91	11,10	90,5	147	-	100
15	787	6,35	7,90	11,08	89,9	147	-	98
16	786	6,00	7,89	11,17	89,7	145	-	95
17	785	5,75	7,87	11,19	89,4	144	-	95
18	784	5,64	7,86	11,21	89,2	143	-	97
19	783	5,56	7,85	11,17	88,8	143	-	95
20	782	5,43	7,84	11,15	88,2	143	-	94
21	781	5,22	7,84	11,15	87,9	141	-	94
22	780	5,04	7,86	11,25	88,3	140	-	94
23	779	4,89	7,86	11,32	88,5	139	-	94
24	778	4,75	7,85	11,33	88,3	138	-	94
25	777	4,49	7,86	11,36	87,9	137	-	94
26	776	4,45	7,86	11,34	87,6	137	-	94
27	775	4,38	7,86	11,29	87,0	136	-	94
28	774	4,17	7,86	11,27	86,4	136	-	96
29	773	4,09	7,85	11,19	85,7	135	-	96
30	772	4,05	7,85	11,15	85,3	135	-	96
31	771	4,02	7,86	11,11	84,9	135	-	97
32	770	3,99	7,85	11,08	84,6	135	-	97
33	769	3,93	7,84	11,06	84,3	135	-	98
34	768	3,93	7,83	11,04	84,1	135	-	98
35	767	3,92	7,83	11,00	83,8	135	-	98
36	766	3,93	7,82	10,95	83,4	136	-	98
37	765	3,92	7,82	10,90	8,3	136	-	99
38	764	3,93	7,82	10,85	82,7	136	-	99
39	763	3,93	7,84	10,81	82,4	136	-	100
40	762	3,93	7,85	10,77	82,1	137	-	100
41	761	3,93	7,85	10,75	81,4	137	-	101



*Continuación*

<b>EMBALSE:</b>	ESCALES (ES)	<b>CAMPAÑA:</b>	3
<b>COT. MAX:</b>	821	<b>NIVEL:</b>	802

Estación:	E1	Profundidad:	> 100
Fecha:	12/04/2005	Hora:	12:00
Disco Secchi (m):	4,5	Capa fótica (m):	7,7

42	760	3,93	7,86	10,73	81,7	137	-	101
43	759	3,93	7,85	10,70	81,6	137	-	102
44	758	3,92	7,82	10,69	81,4	137	-	103
45	757	3,92	7,83	10,65	81,3	137	-	100
46	756	3,92	7,83	10,62	80,9	137	-	102
47	755	3,93	7,83	10,60	80,7	137	-	101
48	754	3,93	7,83	10,56	80,5	138	-	102
49	753	3,94	7,83	10,45	79,6	138	-	103
50	752	3,94	7,83	10,32	78,7	138	-	104

<b>TRIBUTARIO:</b>	Noguera-Ribagorzana	<b>CAMPAÑA:</b>	3
--------------------	---------------------	-----------------	---

Estación:	EST1	Cod. Est.:	ES3T1
Fecha:	12/04/2005	Hora:	14:10

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	8,59	8,02	11,59	99,6	191	-	124

**EMBALSE:** ESCALES (ES) **CAMPAÑA:** 4  
**COT. MAX:** 821 **NIVEL:** 811,7

Estación: E1 Profundidad: > 100  
 Fecha: 27/07/2005 Hora: 17:30  
 Disco Secchi (m): 6,1 Capa fótica (m): 10,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	812	22,86	8,99	7,76	90,2	173	170	112
1	811	22,85	9,00	7,43	86,4	172	171	112
2	810	22,83	9,00	7,34	85,3	172	172	112
3	809	22,81	9,00	7,31	85,0	172	173	112
4	808	22,73	8,05	7,39	85,3	172	120	112
5	807	20,35	8,00	7,35	85,4	151	117	98
6	806	19,31	8,01	9,15	99,3	151	121	98
7	805	18,26	7,91	8,86	93,5	155	117	101
8	804	17,41	7,85	8,57	89,4	147	115	96
9	803	16,84	7,33	8,07	83,4	146	86	95
10	802	16,64	7,22	7,77	79,8	146	81	95
11	801	16,05	7,21	7,28	73,9	149	81	97
12	800	15,92	7,15	6,88	69,5	147	78	96
13	799	15,69	7,16	6,68	67,3	146	80	95
14	798	15,29	7,16	6,48	64,2	147	81	96
15	797	15,09	7,17	6,23	62,0	147	82	96
16	796	14,92	7,18	6,22	61,6	147	83	96
17	795	14,63	7,19	6,02	60,3	147	84	96
18	794	14,54	7,15	5,95	58,7	148	82	96
19	793	14,33	7,13	5,87	57,4	149	82	97
20	792	14,20	7,11	5,79	56,4	149	81	97
21	791	13,90	7,09	5,76	54,9	152	81	99
22	790	13,91	7,07	5,57	53,9	153	80	99
23	789	13,83	7,07	5,59	53,8	153	80	99
24	788	13,65	7,06	5,56	53,4	155	80	101
25	787	13,43	7,04	5,44	52,1	156	79	101
26	786	13,29	7,03	5,33	50,9	156	79	101
27	785	13,20	6,99	5,30	50,5	158	77	103
28	784	12,98	6,94	5,27	49,2	159	75	103
29	783	12,92	6,97	5,22	49,5	160	77	104
30	782	12,85	6,96	5,22	49,5	160	77	104
31	781	12,72	6,96	5,21	49,2	162	77	105
32	780	12,62	6,93	5,47	48,7	162	76	105
33	779	12,51	6,92	5,08	47,6	162	75	105
34	778	12,27	6,91	5,11	47,8	164	75	107
35	777	12,27	6,89	5,08	47,4	162	75	105
36	776	12,19	6,89	5,04	47,1	162	75	105
37	775	12,18	6,88	5,04	46,9	164	75	107
38	774	11,90	6,87	5,08	47,0	165	74	107
39	773	11,72	6,87	5,06	46,8	167	75	109
40	772	11,56	6,86	5,10	46,8	167	75	109
41	771	11,26	6,86	5,05	46,9	169	75	110

*Continuación*

**EMBALSE:** ESCALES (ES) **CAMPAÑA:** 4  
**COT. MAX:** 821 **NIVEL:** 811,7

Estación: E1 Profundidad: > 100  
 Fecha: 27/07/2005 Hora: 17:30  
 Disco Secchi (m): 6,1 Capa fótica (m): 10,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
42	770	11,40	6,84	4,98	45,6	170	75	111
43	769	11,15	6,83	4,89	44,7	173	75	112
44	768	11,16	6,37	2,31	21,2	180	47	117
45	767	10,73	6,42	2,24	20,2	182	50	118
46	766	10,41	6,43	2,14	19,5	186	52	121
47	765	10,27	6,43	2,08	18,6	188	52	122
48	764	10,05	6,44	1,98	17,5	192	54	125
49	763	9,81	6,45	1,88	16,3	202	55	131
50	762	8,58	6,46	1,71	14,6	214	57	139
51	761	7,11	6,56	1,68	13,9	230	64	150
52	760	6,57	7,45	1,59	13,0	233	116	151
53	759	5,92	7,45	1,70	13,7	233	116	151
54	758	5,73	7,45	1,68	13,4	232	116	151
55	757	5,11	7,45	1,79	14,1	230	115	150
56	756	4,85	7,45	1,92	15,5	229	114	149
57	755	4,82	7,44	1,98	15,4	229	113	149
58	754	4,45	7,43	1,96	15,1	228	112	148
59	753	4,51	7,42	2,00	15,5	229	111	149
60	752	4,50	7,40	1,99	15,4	230	110	150
61	751	4,51	7,38	1,95	15,1	231	109	150
62	750	4,49	7,37	1,89	14,6	231	108	150
63	749	4,45	7,35	1,81	14,0	230	107	150
64	748	4,49	7,33	1,78	13,8	232	106	151
65	747	4,52	7,32	1,70	13,2	232	105	151
66	746	4,52	7,30	1,68	13,0	233	104	151
67	745	4,54	7,29	1,64	12,7	234	104	152
68	744	4,57	7,27	1,65	12,8	234	103	152
69	743	4,63	7,25	1,30	12,6	236	102	153
70	742	4,66	7,23	1,58	12,3	236	101	153
71	741	4,67	7,21	1,51	11,7	237	100	154
72	740	4,64	7,20	1,44	11,2	237	100	154
73	739	4,61	7,19	1,36	10,6	237	99	154
74	738	4,61	7,17	1,20	9,3	237	98	154
75	737	4,64	7,16	1,05	8,2	258	98	168
76	736	4,64	7,15	0,80	7,3	240	98	156
77	735	4,67	7,13	0,54	4,9	244	97	159

## **ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS**

<b>EMBALSE:</b>	<b>ESCALES</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>ES1</b>		
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>1</b>	<b>FECHA:</b>	<b>06/08/2004</b>		
<b>COTA MÁXIMA:</b>	<b>821</b>	<b>NIVEL:</b>	<b>817</b>		
<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>					
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>E1S</b>	<b>E1T</b>	<b>E1F</b>	<b>T1</b>
PROFUNDIDAD	m	1	5	88	
COTA	msnm	816	812	729	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	0,3	1,9	1,3	1,9
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO <sub>3</sub> Ca/l	58,3	58,5	95,5	39,0
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	0,9	0,9	2,2	0,4
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	16,0	4,0	8,0	3,9
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,003	0,010	0,027
FOSFATOS	mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	0,009	0,008	0,018	0,011
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,003	0,006	0,004
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,55	0,68	0,59	0,18
AMONIO TOTAL	mg NH <sub>4</sub> /l	0,05	0,05	0,05	0,07
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,04	0,05
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,51	0,64	0,55	0,13
NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /l	0,30	0,33	1,93	0,99
NITRATOS	mg N/l	0,07	0,08	0,44	0,22
NITRITOS	mg NO <sub>2</sub> /l	0,005	0,007	0,025	0,007
NITRITOS	mg N/l	0,002	0,002	0,008	0,002
N INORGÁNICO	mg N/l	0,11	0,11	0,48	0,28
CALCIO	mg Ca/l	27,5	26,3	41,3	
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	3,2	3,1	4,6	
SODIO	mg Na/l	3,8	4,0	5,9	
POTASIO	mg K/l	0,5	0,5	0,7	
CLORUROS	mg Cl/l	5,9	5,9	9,4	
SULFATOS	mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /l	20,6	16,3	26,5	
SULFUROS	mg S <sup>-2</sup> /l			0,002	
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /l	0,58	0,52	7,16	
CLOROFILA a	µg/l	1,7			

<b>EMBALSE:</b>	<b>ESCALES</b>	<b>CÓDIGO: ES2</b>			
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>2</b>	<b>FECHA: 18/11/2004</b>			
<b>COTA MÁXIMA:</b>	<b>821</b>	<b>NIVEL: 808</b>			
<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>					
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>E1S</b>	<b>E1M</b>	<b>E1F</b>	<b>T1</b>
PROFUNDIDAD	m	1	40	75	
COTA	msnm	807	768	733	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	1,0			2,0
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO <sub>3</sub> Ca/l	86,5			80,1
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	0,6			0,5
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	4,0			8,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,062	0,014	0,021	0,010
FOSFATOS	mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	0,174	0,021	0,029	0,013
FOSFATOS	mg P/l	0,057	0,007	0,009	0,004
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,09	0,65	0,08	0,28
AMONIO TOTAL	mg NH <sub>4</sub> /l	0,01	0,01	0,01	0,07
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,01	0,01	0,05
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	1,08	0,64	0,06	0,22
NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /l	0,89	0,92	1,44	0,99
NITRATOS	mg N/l	0,20	0,21	0,33	0,22
NITRITOS	mg NO <sub>2</sub> /l	0,015	0,017	0,010	0,014
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,005	0,003	0,004
N INORGÁNICO	mg N/l	0,21	0,22	0,34	0,28
CLOROFILA a	µg/l	1,9			

<b>EMBALSE:</b>	<b>ESCALES</b>	<b>CÓDIGO: ES3</b>			
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>3</b>	<b>FECHA: 12/04/2005</b>			
<b>COTA MÁXIMA:</b>	<b>821</b>	<b>NIVEL: 802</b>			
<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>					
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>E1S</b>	<b>E1M</b>	<b>E1F</b>	<b>T1</b>
PROFUNDIDAD	m	1	25	49	
COTA	msnm	801	777	753	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	22,4			4,2
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO <sub>3</sub> Ca/l	35,9			67,0
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	0,4			0,6
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	4,0			4,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,005	0,004		0,008
FOSFATOS	mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	0,008	0,008		0,013
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,003		0,004
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,43	0,37	0,39	0,58
AMONIO TOTAL	mg NH <sub>4</sub> /l	0,04	0,01	0,01	0,05
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,01	0,01	0,04
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,40	0,36	0,39	0,54
NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /l	0,85	0,91		0,70
NITRATOS	mg N/l	0,19	0,21		0,16
NITRITOS	mg NO <sub>2</sub> /l	0,015	0,015		0,015
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,005		0,005
N INORGÁNICO	mg N/l	0,23	0,22	0,01	0,20
CLOROFILA a	µg/l	1,2			

<b>EMBALSE:</b>	<b>ESCALES</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>ES4</b>		
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>4</b>	<b>FECHA:</b>	<b>27/07/2005</b>		
<b>COTA MÁXIMA:</b>	<b>821</b>	<b>NIVEL:</b>	<b>812</b>		
<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>					
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>E1S</b>	<b>E1M</b>	<b>E1F</b>	<b>T1</b>
PROFUNDIDAD	m	1	38	76	
COTA	msnm	811	774	736	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	6,9			1,9
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	1,1			0,9
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	4,0			19,8
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,010	0,038	0,031	0,016
FOSFATOS	mg PO <sub>4</sub> <sup>3</sup> /l	0,018	0,062	0,018	0,018
FOSFATOS	mg P/l	0,006	0,020	0,006	0,006
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,15	0,15	0,18	0,15
AMONIO TOTAL	mg NH <sub>4</sub> /l	0,05	0,04	0,04	0,04
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,03	0,03	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,11	0,12	0,15	0,12
NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /l	0,05	0,82	0,87	0,76
NITRATOS	mg N/l	0,01	0,18	0,20	0,17
NITRITOS	mg NO <sub>2</sub> /l	0,011	0,021	0,018	0,011
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,006	0,005	0,003
N INORGÁNICO	mg N/l	0,05	0,22	0,23	0,20
SULFUROS	mg S <sup>-2</sup> /l			0,000	
COLOROFLA a	µg/l	2,4			



**ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS**

<b>EMBALSE:</b>	<b>ESCALES</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>ES1</b>
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>1</b>	<b>FECHA:</b>	<b>06/08/2004</b>
<b>COTAMAX:</b>	<b>821</b>	<b>D. SECCHI:</b>	<b>5,5</b>
<b>NIVEL:</b>	<b>817</b>	<b>C.FÓTICA:</b>	<b>9,4</b>
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
		<b>EIS</b>	
PROFUNDIDAD	m	<b>1</b>	
COTA	msnm	816	
CLOROFILA a	µg/l	1,70	
Población total	n° cel/ml	1.242	
Diversidad (H)	Bits	0,96	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	974	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	184	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	74	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	8	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
<b>ESPECIES</b>	<b>TAXÓN</b>	<b>n° cel/ml</b>	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	938	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	34	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Aphanizomenon gracile</i>	Cianobacteria	1	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	3	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	7	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	172	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	4	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	3	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	3	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	4	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	60	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisofícea	1	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	6	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	

<b>EMBALSE:</b>	<b>ESCALES</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>ES2</b>
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>2</b>	<b>FECHA:</b>	<b>18/11/2004</b>
<b>COTAMAX:</b>	<b>821</b>	<b>D. SECCHI:</b>	<b>3,7</b>
<b>NIVEL:</b>	<b>808</b>	<b>C.FÓTICA:</b>	<b>6,3</b>
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
		<b>E1S</b>	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	807	
CLOROFILA a	µg/l	1,90	
Población total	n° cel/ml	503	
Diversidad (H)	Bits	1,95	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	235	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	2	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	263	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	2	
Clase DINOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
<b>ESPECIES</b>	<b>TAXÓN</b>	<b>n° cel/ml</b>	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	211	
<i>Diatoma vulgare</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	20	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Clorofícea	1	
<i>Selenastrum sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	10	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	3	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	21	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	5	
<i>Chroomonas sp.</i>	Criptofícea	14	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	210	
<i>Dinobryon sp.</i>	Crisofícea	2	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenofícea	1	

<b>EMBALSE:</b>	<b>ESCALES</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>ES3</b>
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>3</b>	<b>FECHA:</b>	<b>12/04/2005</b>
<b>COTAMAX:</b>	<b>821</b>	<b>D. SECCHI:</b>	<b>4,5</b>
<b>NIVEL:</b>	<b>802</b>	<b>C.FÓTICA:</b>	<b>7,7</b>
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
		<b>EIS</b>	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	801	
CLOROFILA a	µg/l	1,20	
Población total	n° cel/ml	66	
Diversidad (H)	Bits	1,87	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	61	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	5	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
<b>ESPECIES</b>	<b>TAXÓN</b>	<b>n° cel/ml</b>	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	5	
<i>Cyclotella bodanica</i>	Bacillariofícea	46	
<i>Cymbella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Diploneis oblongella</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	4	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Stephanodiscus alpinus</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Didymocystis sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	1	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	1	

<b>EMBALSE:</b>	<b>ESCALES</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>ES4</b>
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>4</b>	<b>FECHA:</b>	<b>27/07/2005</b>
<b>COTAMAX:</b>	<b>821</b>	<b>D. SECCHI:</b>	<b>6,1</b>
<b>NIVEL:</b>	<b>812</b>	<b>C.FÓTICA:</b>	<b>10,4</b>
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
		<b>EIS</b>	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	811	
CLOROFILA a	µg/l	2,40	
Población total	n° cel/ml	1.148	
Diversidad (H)	Bits	2,87	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	435	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	36	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	395	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	72	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	194	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	16	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
<b>ESPECIES</b>	<b>TAXÓN</b>	<b>n° cel/ml</b>	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	12	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	345	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	76	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Tabellaria fenestrata</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Anabaena sp.</i>	Cianobacteria	36	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	31	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	4	
<i>Eudorina elegans</i>	Clorofícea	1	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Radiococcus sp.</i>	Clorofícea	54	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	Clorofícea	300	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofícea	4	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	8	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	8	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	2	
<i>Chroomonas sp.</i>	Criptofícea	18	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	35	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisofícea	1	
<i>Dinobryon sociale</i>	Crisofícea	193	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	13	
<i>Peridinium cinctum</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	

**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2005 (27/07/2005)



Panorámica del embalse desde la estación de muestreo (E1). Invierno de 2004 (18/11/2004)



Panorámica del embalse desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2005 (27/07/2005)



Río Noguera-Ribagorzana, tributario principal del embalse de Escales. Primavera de 2005 (12/04/2005)



**APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE**



**Datos generales de embalse**

Fecha actualización: Junio de 2006

**EMBALSE: ESCALES**

**CÓDIGO: ES**

**LOCALIZACIÓN:**

**Autonomía:** Aragón-Cataluña  
**Provincia:** Huesca-Lérida  
**Municipio:** Sopeira y Esplugas



*Situación en C.H.Ebro*

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:**

<b>Tributario principal:</b>	<b>Noguera Ribagorzana</b>	<b>Otros tributarios:</b>	-
<b>Año de terminación:</b>	<b>1955</b>	<b>Propietario:</b>	<b>ENHER</b>
<b>Cuenca a la que pertenece:</b>	<b>Segre</b>	<b>Altitud (msnm):</b>	<b>821</b>
<b>Capacidad total (hm<sup>3</sup>):</b>	<b>152</b>	<b>Capacidad útil (hm<sup>3</sup>):</b>	-
<b>Longitud máxima (km):</b>	<b>9</b>	<b>Perímetro (km):</b>	<b>26</b>
<b>Profundidad máxima (m):</b>	<b>115</b>	<b>Profundidad media (m):</b>	<b>38</b>
<b>Usos principales:</b>	<b>Hidroeléctrico</b>	<b>Otros usos:</b>	



*Panorámica del embalse (campana de verano)*



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



Estación de embalse



Estación de tributario

Nº Plano/s 1:50.000: 213,251



**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD**

ESCALES		GRADO TRÓFICO	POTENCIAL ECOLÓGICO
		Oligo-Meso	Bueno
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: 06/08/2004
Tª superficie (°C): 22,06	pH superficie (ud): 9,42	Conductividad superficie (µS/cm): 180
Tª fondo (°C): 11,63	pH fondo (ud): 8,03	Conductividad fondo (µS/cm): 158
Tª TI (°C): 13,67	pH TI (ud): 8,57	Conductividad TI (µS/cm): 93
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	5,5	9,4
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 5
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
2ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 18/11/2004
Tª superficie (°C): 11,60	pH superficie (ud): 7,94	Conductividad superficie (µS/cm): 255
Tª fondo (°C): 5,47	pH fondo (ud): 7,20	Conductividad fondo (µS/cm): 398
Tª TI (°C): 5,72	pH TI (ud): 8,06	Conductividad TI (µS/cm): 369
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	3,73	6,3
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 55
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
3ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 12/04/2005
Tª superficie (°C): 9,29	pH superficie (ud): 8,17	Conductividad superficie (µS/cm): 158
Tª fondo (°C): 3,94	pH fondo (ud): 7,83	Conductividad fondo (µS/cm): 138
Tª TI (°C): 8,59	pH TI (ud): 8,02	Conductividad TI (µS/cm): 191
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	4,5	7,7
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
4ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 27/07/2005
Tª superficie (°C): 22,86	pH superficie (ud): 8,99	Conductividad superficie (µS/cm): 173
Tª fondo (°C): 4,67	pH fondo (ud): 7,13	Conductividad fondo (µS/cm): 244
Tª TI (°C): -	pH TI (ud): -	Conductividad TI (µS/cm): -
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	6,1	10,4
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 5
Condiciones anóxicas:	Si	Grosor capa anóxica (m): 2



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 06/08/2004			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	ESEIS	ESEIT	ESEIF	ESTI
PROFUNDIDAD	m	1	5	88	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,003	0,010	0,027
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,003	0,006	0,004
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,55	0,68	0,59	0,18
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,04	0,05
NITRATOS	mg N/l	0,07	0,08	0,44	0,22
NITRITOS	mg N/l	0,002	0,002	0,008	0,002
CLOROFILA $\alpha$	$\mu\text{g/l}$	1,7			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.294			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 974	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella comta</i>			Nº células/ml: 938	
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 18/11/2004			
PARÁMETRO	UNIDAD	ESEIS	ESEIM	ESEIF	ESTI
PROFUNDIDAD	m	1	40	75	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,062	0,014	0,021	0,010
FOSFATOS	mg P/l	0,057	0,007	0,009	0,004
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,09	0,65	0,08	0,28
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,01	0,01	0,05
NITRATOS	mg N/l	0,20	0,21	0,33	0,22
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,005	0,003	0,004
CLOROFILA $\alpha$	$\mu\text{g/l}$	1,9			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	503			
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofícea			Nº células/ml: 263	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>			Nº células/ml: 210	
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 12/04/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	ESEIS	ESEIM	ESEIF	ESTI
PROFUNDIDAD	m	1	25	49	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,005	0,004	-	0,008
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,003	-	0,004
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,43	0,37	0,39	0,58
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,01	0,01	0,04
NITRATOS	mg N/l	0,19	0,21	-	0,16
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,005	-	0,005
CLOROFILA $\alpha$	$\mu\text{g/l}$	1,2			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	66			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 61	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella bodanica</i>			Nº células/ml: 46	
4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 27/07/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	ESEIS	ESEIM	ESEIF	ESTI
PROFUNDIDAD	m	1	38	76	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,010	0,038	0,031	0,016
FOSFATOS	mg P/l	0,006	0,020	0,006	0,006
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,15	0,15	0,18	0,15
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,03	0,03	0,03
NITRATOS	mg N/l	0,01	0,18	0,20	0,17
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,006	0,005	0,003
CLOROFILA $\alpha$	$\mu\text{g/l}$	2,4			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1 148			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 435	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella comta</i>			Nº células/ml: 345	

## ADICIONAL INFORME EMBALSE DE ESCALES 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Escales 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 ( $\text{n}^\circ$  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 ( $\mu\text{g}$ )	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>	<b>Criptófitos</b>	<i>Cia</i>	<b>Cianobacterias</b>
<i>Cc</i>	<b>Crisófitos coloniales</b>	<i>D</i>	<b>Dinoflageladas</b>
<i>Dc</i>	<b>Diatomeas coloniales</b>	<i>Cnc</i>	<b>Crisófitos no coloniales</b>
<i>Chc</i>	<b>Clorococales coloniales</b>	<i>Chnc</i>	<b>Clorococales no coloniales</b>
<i>Vc</i>	<b>Volvocales coloniales</b>	<i>Dnc</i>	<b>Diatomeas no coloniales</b>

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 <sub>CIA</sub>	Biovolumen de cianobacterias totales
	BVOL <sub>CHR</sub>	Biovolumen de Chroococcales
	BVOL <sub>MIC</sub>	Biovolumen de <i>Microcystis</i>
	BVOL <sub>WOR</sub>	Biovolumen de <i>Woronichinia</i>
	BVOL <sub>TOT</sub>	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<sub>trans</sub>). 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 <sup>3</sup>	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sub>2</sub> )	> 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 ESCALES

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
<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>&lt; 1,8</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</b>

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 Escales 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	3,00	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI	5,50	Oligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,70	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1242	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>2,00</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de P total ha clasificado el embalse como ultraoligotrófico; la transparencia como oligotrófico; 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 Escales 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 Escales 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	10,00	Oligotrófico
DISCO SECCHI	6,10	Ultraoligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	2,40	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1148	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>2,00</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de P total ha clasificado el embalse como oligotrófico; la transparencia como ultraoligotrófico; 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 Escales en 2005 ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

## DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE ESCALES

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 <sup>3</sup> /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	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>&gt; 0,6</b>	<b>0,4 - 0,6</b>	<b>0,2 - 0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>	
			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 <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	> 8	8 - 6	6 - 4	4 - 2	< 2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0 - 4	4 - 10	10 - 35	35 - 100	> 100
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 – 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</b>		

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 Escales 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,70	1,53	1,37	Bueno o superior
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>2</b>			<b>BUENO O SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,50	Bueno			
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	7,49	Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	3,00	Muy Bueno			
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>2</b>			<b>BUENO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>BUENO O SUPERIOR</b>			
<b>ESTADO FINAL</b>				<b>BUENO</b>			

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

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

**Tabla A23b.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Escales 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,40	1,08	1,06	Bueno o superior
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>2</b>		<b>BUENO O SUPERIOR</b>	
<hr/>							
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	6,10	Muy Bueno			
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	3,80	Moderado			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	10,00	Bueno			
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3</b>		<b>MODERADO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>MODERADO</b>			
<b>ESTADO FINAL</b>				<b>INFERIOR A BUENO</b>			

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