



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 SALLENTE**

**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>2</b>      |
| 2.4. <b>Registro de zonas protegidas</b>  | <b>3</b>      |
| <b>3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS</b>                                  | <b>3</b>      |
| <b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>                                      | <b>5</b>      |
| 4.1. <b>Características físico-químicas de las aguas</b>                          | <b>5</b>      |
| 4.2. <b>Hidroquímica del embalse</b>  | <b>7</b>      |
| 4.3. <b>Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores</b> | <b>9</b>      |
| 4.3.1. <b>Cualidad bioindicadora</b>  | <b>12</b>     |
| <b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</b>   | <b>12</b>     |
| <b>6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</b>                                      | <b>13</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 Sallente 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 Sallente se ubica en los Pirineos centrales, cuya estructura consiste en un conjunto de láminas cabalgantes vergentes hacia el sur emplazadas entre el Cretácico superior y el Mioceno como consecuencia de la convergencia de las placas Ibérica y Europea.

El embalse, cuya presa fue terminada en 1.985, se sitúa en el municipio de Torre de Cabdella (Lerida). La presa, enclavada en el río Flamisell, regula sus aguas junto a las de pequeños torrentes, como el de Sallente y el de Estany Gento.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Es un embalse de pequeñas dimensiones con una morfología muy homogénea.

La cuenca vertiente al embalse de Sallente tiene una superficie total de 2 548,23 ha. El embalse tiene una extensión de 29 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 6 hm<sup>3</sup>. Tiene una profundidad media de 20 m, mientras que la profundidad máxima ronda los 80 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)                 | 2548,23 |
| Superficie de la cuenca parcial (ha)               | -       |
| Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)     | -       |
| Superficie del embalse (ha)                        | 29      |
| Longitud máxima del embalse (km)                   | 1       |
| Capacidad total (hm <sup>3</sup> )                 | 6       |
| Capacidad útil (hm <sup>3</sup> )                  | -       |
| Profundidad máxima (m)                             | 80      |
| Profundidad media (m)                              | 20      |
| Perímetro en máximo nivel (km)                     | 2       |
| Cota máximo nivel embalsado (msnm)                 | 1763    |
| Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm) | -       |

En verano de 2004, única campaña en la que pudo realizarse el perfil vertical, el embalse no presentaba estratificación. La capa fótica, por su parte, adquiere un grosor en torno a 12 m.

## 2.3. Usos del agua

Sus aguas se destinan principalmente a la producción hidroeléctrica. La capacidad de turbinación de la central de Sallente (125 m<sup>3</sup>/s) la convierte en la de mayor potencia (451.000 kw) de la cuenca del Ebro.

## 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Sallente 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*.

Se encuentra ubicado el LIC ES0000022, que coincide con el Parque Nacional de Aigüestortes-Estany de Sant Maurici. La vegetación forma un mosaico de notable diversidad de comunidades vegetales pirenaicas, en función de diversos gradientes ambientales como la altitud (964-3023 metros), el substrato, y la humedad. En general, la fauna es la propia de la alta montaña pirenaica y destacan la nutria (*Lutra lutra*), el desmán de los Pirineos (*Galemys pyrenaicus*) y el cavilat (*Cottus gobio*) como especies asociadas a ecosistemas acuáticos.

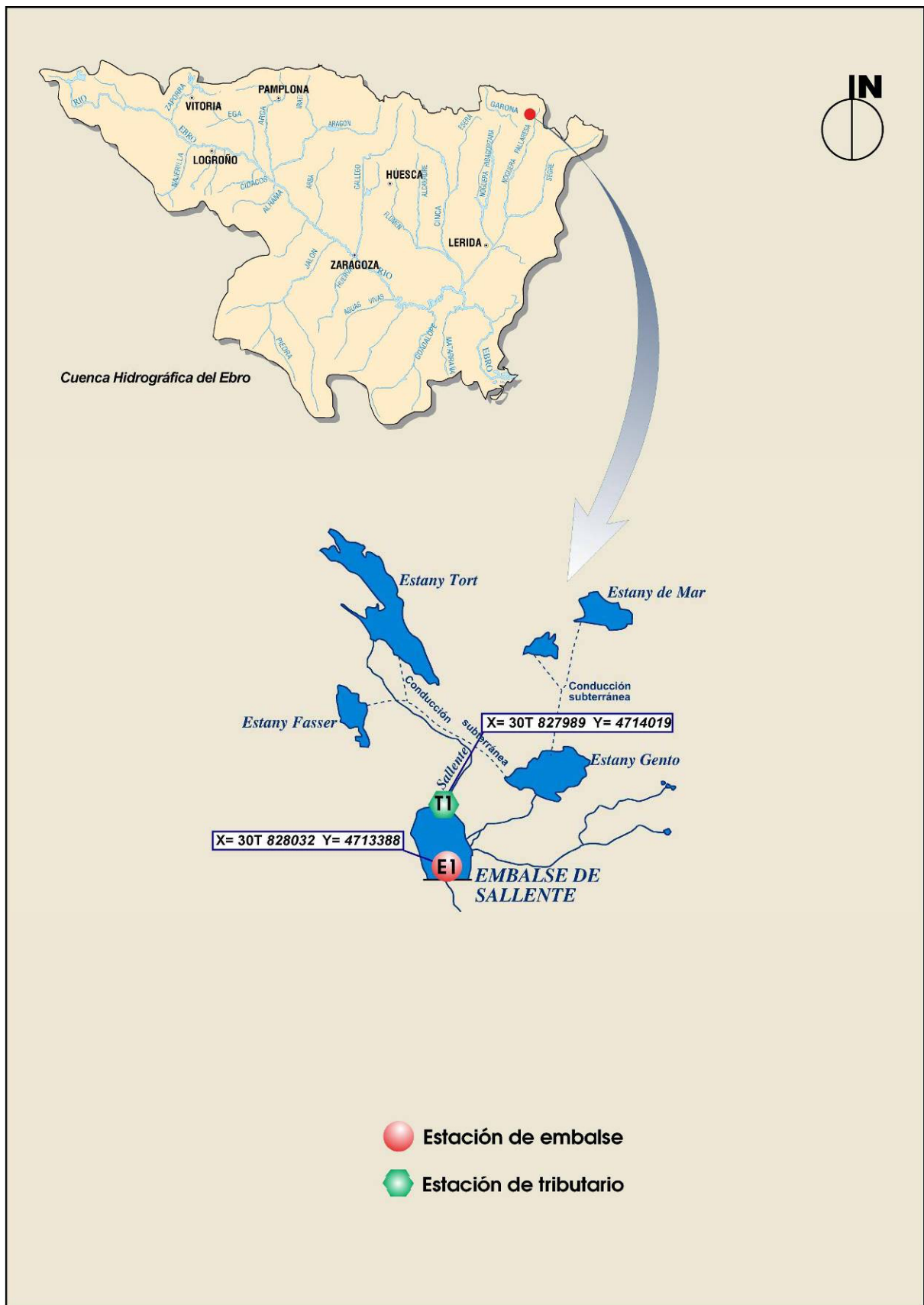
## 3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en la inmediaciones de la presa (**E1**) y otra en el ingreso del aporte procedente del Estany Tort (**T1**) (ver **Figura 1**). 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 II** se presentan las fechas de los muestreos y si en esa fecha hay estratificación térmica en el embalse.

**Cuadro II: Campañas y fechas de muestreo**

|            |            |             |
|------------|------------|-------------|
| 1ª Campaña | 06/08/2004 | Mezcla      |
| 2ª Campaña | 19/11/2004 | Inaccesible |
| 3ª Campaña | 13/04/2005 | Inaccesible |
| 4ª Campaña | 27/07/2005 | Inaccesible |



**Figura 1:** Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Sallente

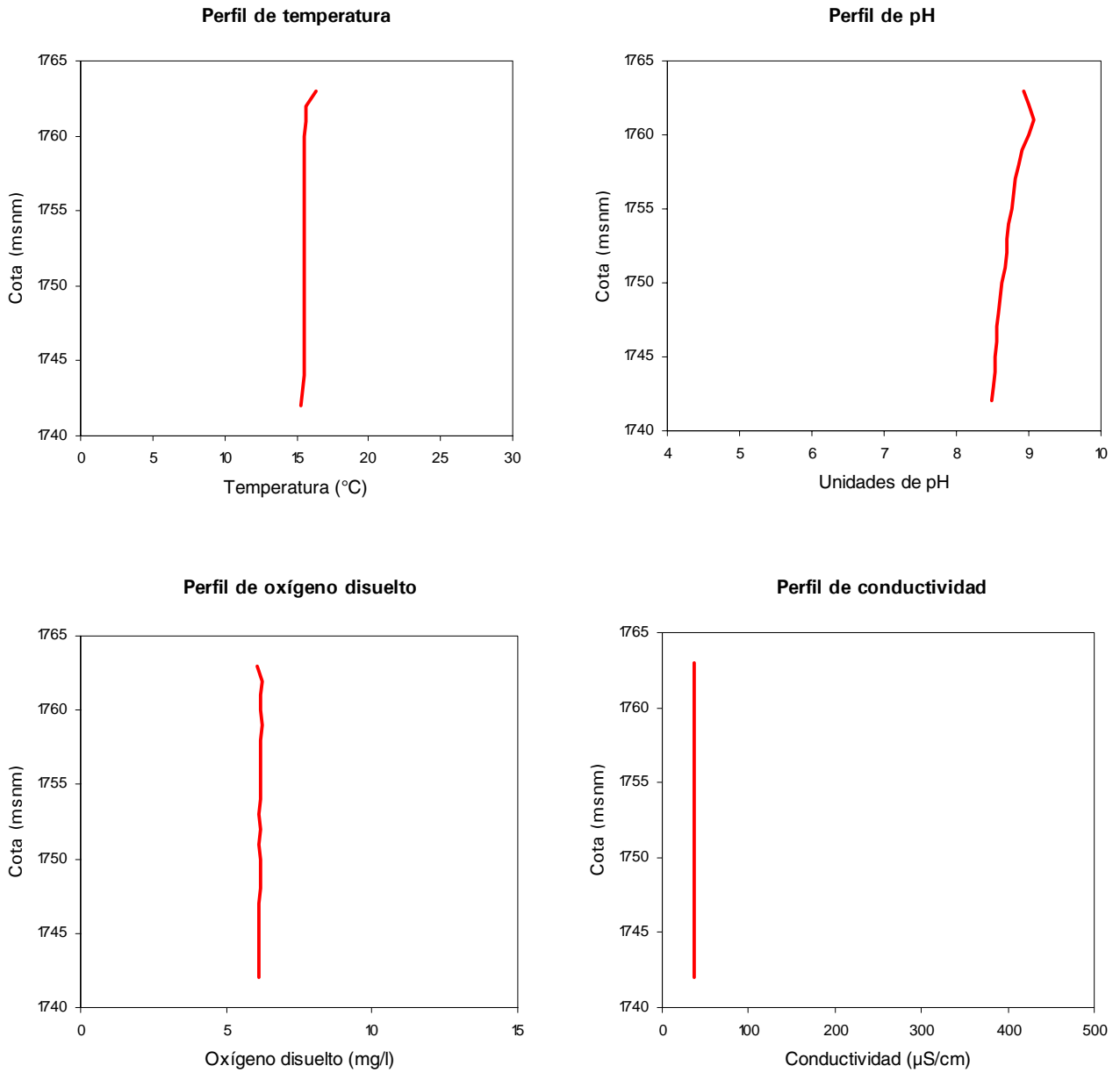
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 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 baja, oscilando entre 15 °C y 16 °C en el verano de 2004. En el momento de la realización de los trabajos de campo no se aprecia estratificación térmica, no obstante, parece poco probable que éste hecho suceda, ya que el embalse, que puede considerarse en la práctica como un depósito regulador, sufre variaciones de nivel muy acusadas, con un nivel ordinario de oscilación de unos 25 m.
- El pH del agua es ligeramente básico y los registros obtenidos oscilan entre 7,12 ud, mínimo superficial registrado en primavera, y 9,06 ud, máximo registrado en verano de 2004 a dos metros de profundidad.
- La transparencia del agua es alta, con un registro en la lectura de disco de Secchi, en verano de 2004 de 7 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 12 metros.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas. En verano de 2004 la concentración de oxígeno para toda la columna de agua ronda los 6 mg/l O<sub>2</sub>. En las sucesivas campañas sólo se pudieron registrar valores superficiales, situándose la concentración de oxígeno en torno a 10 mg/l O<sub>2</sub> en invierno y primavera, y en 7 mg/l O<sub>2</sub> en verano de 2005.
- La conductividad de las aguas es baja y los registros obtenidos han oscilado entre 24 y 52 µS/cm.

**Figura 2: Perfiles físico-químicos del embalse**



— ago-04



#### 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:

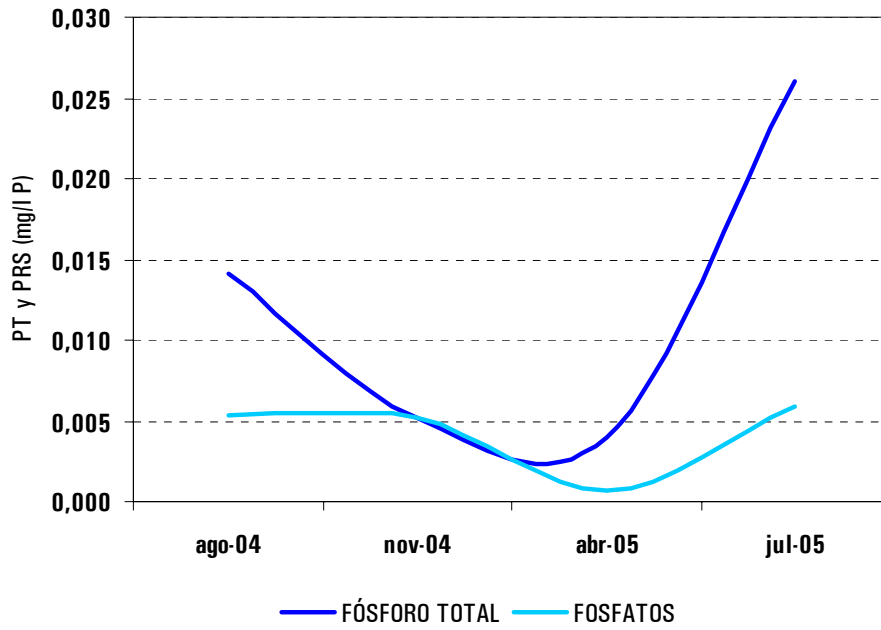
- Las concentraciones de nutrientes son bajas, alcanzando un valor medio de 0,012 mg/l P, para el fósforo total, y 0,29 mg/l N, en el caso del nitrógeno inorgánico total (NIT). Se aprecia un incremento en sus concentraciones en verano de 2005, donde el fósforo total adquiere un valor de 0,026 y el nitrógeno inorgánico total de 0,43 mg/l N.

El aporte procedente del Estany Tort, presenta una concentración baja de nutrimentos (0,012 mg/l P para el fósforo total y 0,17 mg/l N para el nitrógeno inorgánico total).

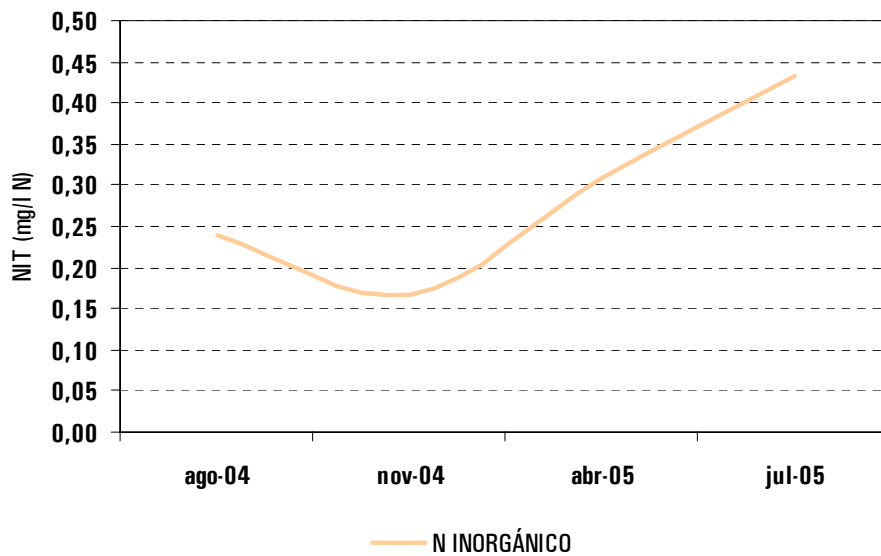
- El contenido de materia orgánica obtenido, tanto en el embalse como en el tributario, es bajo y no presenta variaciones interanuales destacables. Los valores medios obtenidos en el embalse han sido de 0,9 y 7,3 mg O<sub>2</sub>/l, para la DBO<sub>5</sub> y DQO, respectivamente.
- Las aguas embalsadas se encuentran poco mineralizadas, con una concentración de calcio de 6,9 mg Ca/l.

**Figura 3: Evolución temporal de la concentración de nutrientes**

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



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



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

Los resultados de los análisis cuantitativos de fitoplancton se presentan en el **Anexo III**.

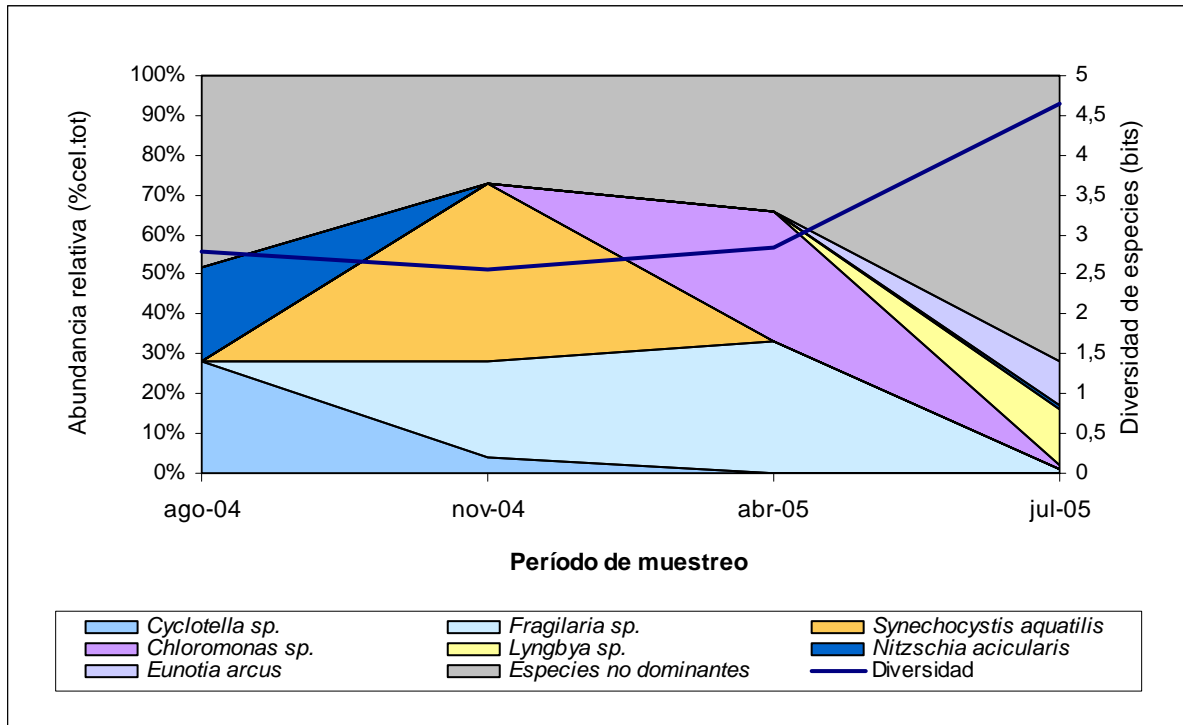
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

De la totalidad de 4 análisis realizados, se han identificado un total de 69 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 43 diatomeas
- 5 cianobacterias
- 9 clorofíceas
- 3 criptofíceas
- 6 crisofíceas
- 2 dinofíceas
- 1 zigofíceas

El siguiente gráfico recoge los cambios estacionales -climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico estudiado -2004-2005-. Las 7 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 4: Evolución temporal de las especies dominantes y diversidad de la comunidad algal**



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

En verano de 2004 se registra el mínimo valor de densidad algal -46 cel/ml-. La composición de la comunidad fitoplanctónica se caracteriza por un mayor número de especies de diatomeas, entre ellas destaca por la mayor abundancia relativa *Cyclotella sp* y *Nitzschia acicularis*.

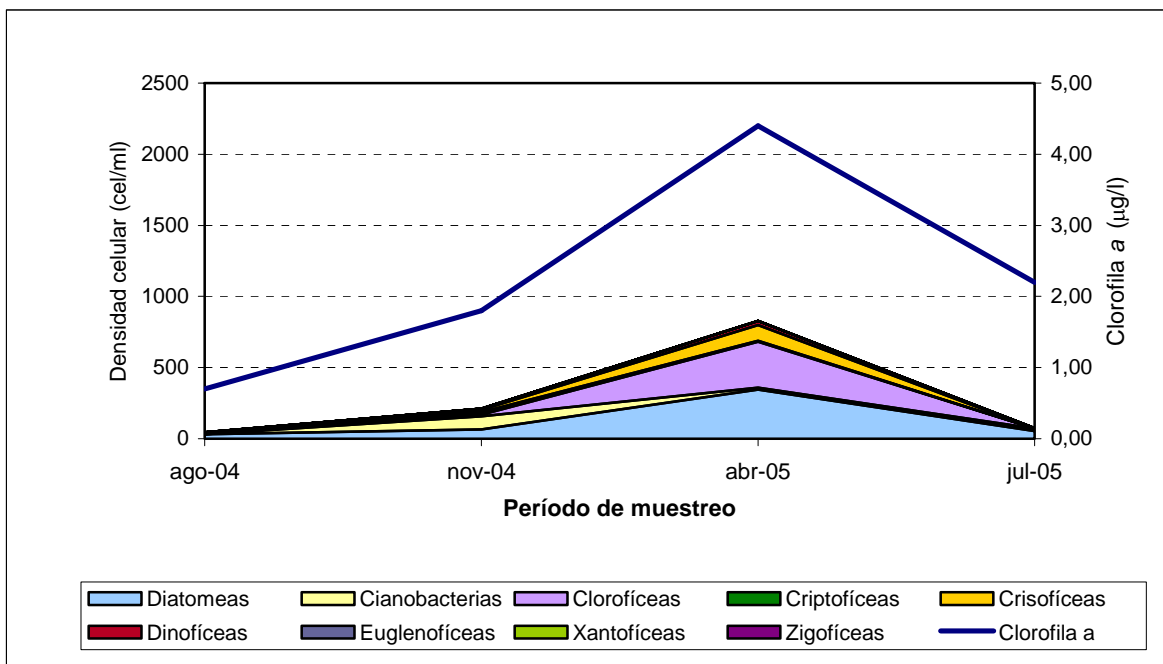
En el periodo invernal la densidad algal de la comunidad aumenta, aunque sigue manteniendo valores muy bajos -211 cel/ml-. La población de la cianobacteria *Synechocystis aquatilis* crece de manera que representa el 45% de la densidad algal de la comunidad, las diatomeas pasan a ser el segundo grupo en abundancia y *Fragilaria sp.* se identifica como la principal especie acompañante. En este periodo se observa un mayor desequilibrio en la distribución de abundancias hacia las dos especies citadas, esta situación se refleja en el mínimo valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver - 2,57 bits-.

Durante la época primaveral la comunidad algal continúa con valores reducidos de densidad, si bien se observa un leve incremento que se traduce en el máximo valor de dicho parámetro -827 cel/ml-. En relación a la composición específica, la población de la cianobacteria *Synechocystis aquatilis* decrece y es desplazada por diatomeas y clorofíceas. En este periodo, la diatomea *Fragilaria sp.* y la clorofícea *Chloromonas sp.* destacan por su abundancia ya que entre ambas representan el 66% de la población.

En el estío de 2005 la densidad fitoplanctónica disminuye hasta cuantificarse 76 cel/ml, valor que se distribuye entre 37 especies, de las cuales 31 pertenecen al grupo de las diatomeas. El reducido tamaño de la comunidad y la riqueza específica encontrada, hace que no se identifiquen especies dominantes y, por lo tanto, que el índice de diversidad de Shannon-Weaver sea el máximo durante el periodo de estudio -4,64 bits-. Las diatomeas que componen la comunidad fitoplanctónica del embalse Sallente son características de medios fluviales -*Cocconeis placentula*, *Diatoma mesodon*, *Epithemia aarhus*, *Eunotia arcus*, *Eunotia bilunaris*, *Fragilaria arcus*, *Fragilaria capuchina*, *Gomphonema minutum* o *Gomphonema parvulum*- entre otras.

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:

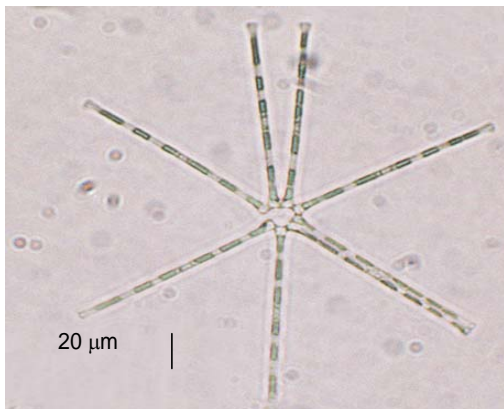
**Figura 5: Evolución temporal por clases taxonómicas**



Los valores de biomasa -medida como concentración de clorofila *a*- y de densidad algal -cel/ml- tienen una buena correspondencia a lo largo del periodo de estudio. Los máximos y mínimos valores coinciden en el tiempo, aunque el rango en el que se mueven está levemente desajustado. El valor de biomasa medio -2,28 µg/l- es alto para el valor medio de densidad algal -290 cel/ml-, esto podría explicarse por el reducido rango de ambos parámetros que determina una mayor probabilidad de error en las medidas.

#### 4.3.1. Calidad bioindicadora

El valor indicativo de las especies fitoplanctónicas presentes en el embalse es relativo dada su reducida abundancia. De manera que la calidad bioindicadora de las asociaciones algales se debe completar con los valores de biomasa y densidad algal. La



*Asterionella formosa*, identificada en el embalse el 27/07/2005.

sucesión algal se caracteriza por la presencia mayoritaria de diatomeas durante los dos periodos estivales, en el primero dominado por *Cyclotella sp.*, en el segundo no hay dominancia de ninguna especie y se observa una gran riqueza específica. En invierno crece la población de la pequeña cianobacteria *Synechocystis sp.*, pero en primavera vuelven a dominar las diatomeas junto con la clorofícea *Chloromonas sp.* La sucesión descrita es propia de pequeñas masas de agua

con escasa disponibilidad de nutrientes y poco contaminadas. Esta información es confirmada por el valor medio de densidad algal -290 cel/ml- y el valor medio de biomasa -2,28 µg/l-.

## 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 Sallente, como **oligotrófico**.

Atendiendo a criterios de la OCDE, prácticamente todos los índices contrastados sitúan al embalse en rangos oligotróficos. El máximo rango, mesotrofia, se obtiene con el

fósforo total, no obstante, éste parámetro se encuentra en unas concentraciones muy bajas.

Por su parte, los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson, 1974), estimados a partir de la clorofila a, del fósforo total y de la profundidad del disco de Secchi, definen al embalse como oligotrófico.

**Cuadro III 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 >                  | 12                  | <b>MESOTRÓFICO</b>  |
| EPA (Weber, 1976)        | <i>N° células algales/ml</i>                            | < 2000-MESO-15000 >             | 290                 | <b>OLIGOTRÓFICO</b> |
| EPA (Weber, 1976)        | <i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>                      | < 3-MESO-20 >                   | 4,4                 | <b>MESOTRÓFICO</b>  |
| Lee, Jones & Rast (1978) | <i>Clorofila (ug/l); media anual</i>                    | < 2,1- 3 - 6,7 -10 >            | 2,3                 | <b>OLIGO-MESOT.</b> |
| Lee, Jones & Rast (1978) | <i>PT (ug/l); media anual</i>                           | < 8- 12 - 28 -40 >              | 12                  | <b>MESOTRÓFICO</b>  |
| Lee, Jones & Rast (1978) | <i>SDT (m); media anual</i>                             | < 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >         | 7,0                 | <b>OLIGOTRÓFICO</b> |
| Margalef (1983)          | <i>N° células algales/ml</i>                            | 5000 (lím. eut.avan.-mod.)      | 290                 | <b>E. MODERADA</b>  |
| Margalef (1983)          | <i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>                     | 5 (lím. eut.avan.-mod.)         | 2,3                 | <b>E. MODERADA</b>  |
| Margalef (1983)          | <i>PT (ug/l); media anual</i>                           | 15 (lím. eut.avan.-mod.)        | 12                  | <b>E. MODERADA</b>  |
| Margalef (1983)          | <i>NO<sub>3</sub>-N (ug/l); media anual</i>             | 140 (lím. eut.avan.-mod.)       | 175                 | <b>E. AVANZADA</b>  |
| Margalef (1983)          | <i>SDT (m); media anual</i>                             | 3 (lím. eut.avan.-mod.)         | 7,0                 | <b>E. MODERADA</b>  |
| OCDE (1980)              | <i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>                     | < 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25   | 2,3                 | <b>OLIGOTRÓFICO</b> |
| OCDE (1980)              | <i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>                     | < 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75   | 4,4                 | <b>OLIGOTRÓFICO</b> |
| OCDE (1980)              | <i>PT (ug/l); media anual</i>                           | Uol. < 4-10-35-100 > Heu.       | 12                  | <b>MESOTRÓFICO</b>  |
| OCDE (1980)              | <i>SDT (m); media anual</i>                             | > 12; > 6;; 6-3; 3-1.5; < 1.5   | 7,0                 | <b>OLIGOTRÓFICO</b> |
| OCDE (1980)              | <i>SDT (m); mínimo anual</i>                            | > 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7 | 7,0                 | <b>ULTRAOLIGO.</b>  |
| TSI (Carlson, 1974): DST | <i>TSI= 10(6-log<sub>2</sub>(DST))</i>                  | Uol. < 20-40-60-80 > Heu.       | 32                  | <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.       | 39                  | <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.       | 38                  | <b>OLIGOTRÓFICO</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 Sallente es **ÓPTIMO**.

| EMBALSE DE SALLENTE |   |  | CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO |            |             |              |                   | Valor obs. | Valoración del parámetro | Valoración del indicador | IPE | EQR  |
|---------------------|---|--|--------------------------------|------------|-------------|--------------|-------------------|------------|--------------------------|--------------------------|-----|------|
| Indicadores         | Elementos   | Parámetros   | Óptimo                         | Bueno      | Moderado    | Deficiente   | Malo              |            |                          |                          |     |      |
| Biológicos          | Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton | Densidad algal, media anual (cel/ml)                           | < 5000                         | 5000-15000 | 15000-25000 | 25000-50000  | > 50000           | 46         | 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              | 2,3        | 4                        |                          |     |      |
|                     |   | Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)                        | 0-500                          | 500-2000   | 2000-20000  | 20000-100000 | > 10 <sup>5</sup> | 15         | 5                        |                          |     |      |
| Físico-Químicos     | Transparencia                                     | Disco de Secchi; media anual (m)                               | > 12                           | 12-6       | 6-3         | 3-1,5        | < 1,5             | 7,0        | 4                        | 3,7                      | 3,7 | 1,00 |
|                     | Condiciones de oxigenación                        | Concentración hipolimnética media anual (mg/l O <sub>2</sub> ) | > 8                            | 8-6        | 6-4         | 4-2          | < 2               | 6,6        | 4                        |                          |     |      |
|                     | Concentración de nutrientes                       | Concentración de PT: media anual (µg/l P)                      | 0-4                            | 4-10       | 10-35       | 35-100       | > 100             | 12,3       | 3                        |                          |     |      |
|                     |   |  | VALORACIÓN DE CADA CLASE       |            |             |              |                   |            |                          |                          |     |      |
|                     |   |  | 5                              | 4          | 3           | 2            | 1                 |            |                          |                          |     |      |

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



**ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS**



|                   |               |         |                  |         |           |             |          |             |
|-------------------|---------------|---------|------------------|---------|-----------|-------------|----------|-------------|
| <b>EMBALSE:</b>   | SALLENTE (SL) |         | <b>CAMPAÑA:</b>  | 2       |           |             |          |             |
| <b>COT. MAX:</b>  | 1763          |         | <b>NIVEL:</b>    | 1763,00 |           |             |          |             |
| Estación:         | E1            |         | Profundidad:     | 21,2    |           |             |          |             |
| Fecha:            | 19/11/2004    |         | Hora:            | 16:50   |           |             |          |             |
| Disco Secchi (m): | -             |         | Capa fónica (m): | -       |           |             |          |             |
| Prof. m.          | Cota msnm     | Temp °C | pH unid          | OD mg/l | OD % sat. | Cond. µS/cm | Redox mV | T.D.S. mg/l |
| 0                 | 1763          | 5,38    | 7,68             | 10,43   | 82,40     | 44,0        | 151      | 29          |

*No se pudo acceder al embalse y sólo se registraron los datos superficie*

|                    |                    |         |                 |         |           |             |          |             |
|--------------------|--------------------|---------|-----------------|---------|-----------|-------------|----------|-------------|
| <b>TRIBUTARIO:</b> | Aporte Estany Tort |         | <b>CAMPAÑA:</b> | 2       |           |             |          |             |
| Estación:          | SLT1               |         | Cod. Est.:      | SL2T1   |           |             |          |             |
| Fecha:             | 19/11/2004         |         | Hora:           | 16:20   |           |             |          |             |
| Prof. m.           | Cota msnm          | Temp °C | pH unid         | OD mg/l | OD % sat. | Cond. µS/cm | Redox mV | T.D.S. mg/l |
| 1                  | -                  | 6,31    | 7,74            | 10,54   | 85,40     | 62          | 198      | 40          |

|                   |               |         |                  |         |           |             |          |             |
|-------------------|---------------|---------|------------------|---------|-----------|-------------|----------|-------------|
| <b>EMBALSE:</b>   | SALLENTE (SL) |         | <b>CAMPAÑA:</b>  | 3       |           |             |          |             |
| <b>COT. MAX:</b>  | 1763          |         | <b>NIVEL:</b>    | 1763,00 |           |             |          |             |
| Estación:         | E1            |         | Profundidad:     | 21,2    |           |             |          |             |
| Fecha:            | 13/04/2005    |         | Hora:            | 10:30   |           |             |          |             |
| Disco Secchi (m): | -             |         | Capa fónica (m): | -       |           |             |          |             |
| Prof. m.          | Cota msnm     | Temp °C | pH unid          | OD mg/l | OD % sat. | Cond. µS/cm | Redox mV | T.D.S. mg/l |
| 0                 | 1763          | 4,93    | 7,12             | 10,71   | 83,60     | 24,0        | 17       | 16          |

*No se pudo acceder al embalse y sólo se registraron los datos superficie*

|                    |                    |         |                 |         |           |             |          |             |
|--------------------|--------------------|---------|-----------------|---------|-----------|-------------|----------|-------------|
| <b>TRIBUTARIO:</b> | Aporte Estany Tort |         | <b>CAMPAÑA:</b> | 3       |           |             |          |             |
| Estación:          | SLT1               |         | Cod. Est.:      | SL3T1   |           |             |          |             |
| Fecha:             | 13/04/2005         |         | Hora:           | 10:00   |           |             |          |             |
| Prof. m.           | Cota msnm          | Temp °C | pH unid         | OD mg/l | OD % sat. | Cond. µS/cm | Redox mV | T.D.S. mg/l |
| 1                  | -                  | 4,99    | 7,39            | 11,17   | 81,70     | 31          | 33       | 20          |

|                   |               |         |                  |         |           |             |          |             |
|-------------------|---------------|---------|------------------|---------|-----------|-------------|----------|-------------|
| <b>EMBALSE:</b>   | SALLENTE (SL) |         | <b>CAMPAÑA:</b>  | 4       |           |             |          |             |
| <b>COT. MAX:</b>  | 1763          |         | <b>NIVEL:</b>    | 1763,00 |           |             |          |             |
| Estación:         | E1            |         | Profundidad:     | 21,2    |           |             |          |             |
| Fecha:            | 27/07/2005    |         | Hora:            | 12:00   |           |             |          |             |
| Disco Secchi (m): | -             |         | Capa fónica (m): | -       |           |             |          |             |
| Prof. m.          | Cota msnm     | Temp °C | pH unid          | OD mg/l | OD % sat. | Cond. µS/cm | Redox mV | T.D.S. mg/l |
| 0                 | 1763          | 21,60   | 8,85             | 7,31    | 82,10     | 52,0        | 153      | 34          |

*No se pudo acceder al embalse y sólo se registraron los datos superficie*

## **ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS**

|                                     |                                     |                |                   |            |           |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------|------------|-----------|
| <b>EMBALSE:</b>                     | <b>SALLENTE</b>                     | <b>CÓDIGO:</b> | <b>SL1</b>        |            |           |
| <b>CAMPAÑA:</b>                     | <b>1</b>                            | <b>FECHA:</b>  | <b>06/08/2004</b> |            |           |
| <b>COTA MÁXIMA:</b>                 | <b>1763</b>                         | <b>NIVEL:</b>  | <b>1763,0</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              | 10                | 18         |           |
| COTA                                | msnm                                | 1762           | 1753              | 1745       |           |
| SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN               | mg/l                                | 0,2            | 0,1               | 1,2        | 0,8       |
| ALCALINIDAD TOTAL                   | mg CO <sub>3</sub> Ca/l             | 15,9           | 15,8              | 16,1       | 16,4      |
| DBO <sub>5</sub>                    | mg O <sub>2</sub> /l                | 0,3            | 0,7               | 0,5        | 0,2       |
| DQO                                 | mg O <sub>2</sub> /l                | 3,9            | 3,9               | 7,8        | 3,9       |
| FÓSFORO TOTAL                       | mg P/l                              | 0,008          | 0,009             | 0,025      | 0,025     |
| FOSFATOS                            | mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l | 0,026          | 0,015             | 0,008      | 0,006     |
| FOSFATOS                            | mg P/l                              | 0,008          | 0,005             | 0,003      | 0,002     |
| NITRÓGENO KJELDAHL                  | mg N/l                              | 0,39           | 0,42              | 0,68       | 0,35      |
| AMONIO TOTAL                        | mg NH <sub>4</sub> /l               | 0,03           | 0,04              | 0,05       | 0,04      |
| AMONIO TOTAL                        | mg N/l                              | 0,02           | 0,03              | 0,04       | 0,03      |
| NITRÓGENO ORGÁNICO                  | mg N/l                              | 0,37           | 0,39              | 0,65       | 0,32      |
| NITRATOS                            | mg NO <sub>3</sub> /l               | 0,81           | 0,81              | 1,13       | 0,55      |
| NITRATOS                            | mg N/l                              | 0,18           | 0,18              | 0,26       | 0,12      |
| NITRITOS                            | mg NO <sub>2</sub> /l               | 0,006          | 0,008             | 0,006      | 0,002     |
| NITRITOS                            | mg N/l                              | 0,002          | 0,002             | 0,002      | 0,001     |
| N INORGÁNICO                        | mg N/l                              | 0,21           | 0,22              | 0,29       | 0,15      |
| CALCIO                              | mg Ca/l                             | 6,6            | 7,0               | 7,1        |           |
| MAGNESIO DISUELTO                   | mg Mg/l                             | 0,3            | 0,4               | 0,4        |           |
| SODIO                               | mg Na/l                             | 0,8            | 0,9               | 0,9        |           |
| POTASIO                             | mg K/l                              | 0,3            | 0,3               | 0,3        |           |
| CLORUROS                            | mg Cl/l                             | 1,0            | 0,5               | 0,5        |           |
| SULFATOS                            | mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l | 2,5            | 2,3               | 2,8        |           |
| SULFUROS                            | mg S <sup>2-</sup> /l               |                |                   | 0,002      |           |
| SÍLICE                              | mg SiO <sub>2</sub> /l              | 3,66           | 3,78              | 4,02       |           |
| CLOROFILA a                         | µg/l                                | 0,7            |                   |            |           |

|                                     |                                     |                |                   |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>EMBALSE:</b>                     | <b>SALLENTE</b>                     | <b>CÓDIGO:</b> | <b>SL2</b>        |
| <b>CAMPAÑA:</b>                     | <b>2</b>                            | <b>FECHA:</b>  | <b>19/11/2004</b> |
| <b>COTA MÁXIMA:</b>                 | <b>1763</b>                         | <b>NIVEL:</b>  | <b>1763,0</b>     |
| <b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b> |                                     |                |                   |
| <b>PARÁMETRO</b>                    | <b>UNIDAD</b>                       | <b>E1S</b>     | <b>T1</b>         |
| PROFUNDIDAD                         | m                                   | 1              |                   |
| COTA                                | msnm                                | 1762           |                   |
| SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN               | mg/l                                | 0,8            | 0,5               |
| ALCALINIDAD TOTAL                   | mg CO <sub>3</sub> Ca/l             | 13,8           | 23,6              |
| DBO <sub>5</sub>                    | mg O <sub>2</sub> /l                | 1,0            | 0,8               |
| DQO                                 | mg O <sub>2</sub> /l                | 4,0            | 4,0               |
| FÓSFORO TOTAL                       | mg P/l                              | 0,005          | 0,007             |
| FOSFATOS                            | mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l | 0,016          | 0,012             |
| FOSFATOS                            | mg P/l                              | 0,005          | 0,004             |
| NITRÓGENO KJELDAHL                  | mg N/l                              | 0,30           | 0,13              |
| AMONIO TOTAL                        | mg NH <sub>4</sub> /l               | 0,01           | 0,01              |
| AMONIO TOTAL                        | mg N/l                              | 0,01           | 0,01              |
| NITRÓGENO ORGÁNICO                  | mg N/l                              | 0,29           | 0,12              |
| NITRATOS                            | mg NO <sub>3</sub> /l               | 0,67           | 0,71              |
| NITRATOS                            | mg N/l                              | 0,15           | 0,16              |
| NITRITOS                            | mg NO <sub>2</sub> /l               | 0,014          | 0,022             |
| NITRITOS                            | mg N/l                              | 0,004          | 0,007             |
| N INORGÁNICO                        | mg N/l                              | 0,17           | 0,17              |
| CLOROFILA a                         | µg/l                                | 1,8            |                   |

|                                     |                                    |                |                   |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>EMBALSE:</b>                     | <b>SALLENTE</b>                    | <b>CÓDIGO:</b> | <b>SL3</b>        |
| <b>CAMPAÑA:</b>                     | <b>3</b>                           | <b>FECHA:</b>  | <b>13/04/2005</b> |
| <b>COTA MÁXIMA:</b>                 | <b>1763</b>                        | <b>NIVEL:</b>  | <b>1763,0</b>     |
| <b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b> |                                    |                |                   |
| <b>PARÁMETRO</b>                    | <b>UNIDAD</b>                      | <b>E1S</b>     | <b>T1</b>         |
| PROFUNDIDAD                         | m                                  | 1              |                   |
| COTA                                | msnm                               | 1762           |                   |
| SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN               | mg/l                               | 0,4            | 0,4               |
| ALCALINIDAD TOTAL                   | mg CO <sub>3</sub> Ca/l            | 15,0           | 20,6              |
| DBO <sub>5</sub>                    | mg O <sub>2</sub> /l               | 1,3            | 1,3               |
| DQO                                 | mg O <sub>2</sub> /l               | 12,0           | 8,0               |
| FÓSFORO TOTAL                       | mg P/l                             | 0,004          | 0,010             |
| FOSFATOS                            | mg PO <sub>4</sub> <sup>3</sup> /l | 0,002          | 0,009             |
| FOSFATOS                            | mg P/l                             | 0,001          | 0,003             |
| NITRÓGENO KJELDAHL                  | mg N/l                             | 0,45           | 0,31              |
| AMONIO TOTAL                        | mg NH <sub>4</sub> /l              | 0,02           | 0,01              |
| AMONIO TOTAL                        | mg N/l                             | 0,01           | 0,01              |
| NITRÓGENO ORGÁNICO                  | mg N/l                             | 0,43           | 0,30              |
| NITRATOS                            | mg NO <sub>3</sub> /l              | 1,29           | 0,88              |
| NITRATOS                            | mg N/l                             | 0,29           | 0,20              |
| NITRITOS                            | mg NO <sub>2</sub> /l              | 0,016          | 0,014             |
| NITRITOS                            | mg N/l                             | 0,005          | 0,004             |
| N INORGÁNICO                        | mg N/l                             | 0,31           | 0,21              |
| CLOROFILA a                         | µg/l                               | 4,4            |                   |

|                                     |                                    |                |                   |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>EMBALSE:</b>                     | <b>SALLENTE</b>                    | <b>CÓDIGO:</b> | <b>SL4</b>        |
| <b>CAMPAÑA:</b>                     | <b>4</b>                           | <b>FECHA:</b>  | <b>27/07/2005</b> |
| <b>COTA MÁXIMA:</b>                 | <b>1763</b>                        | <b>NIVEL:</b>  | <b>1763,0</b>     |
| <b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b> |                                    |                |                   |
| <b>PARÁMETRO</b>                    | <b>UNIDAD</b>                      | <b>E1S</b>     | <b>T1</b>         |
| PROFUNDIDAD                         | m                                  | 1              |                   |
| COTA                                | msnm                               | 1762           |                   |
| SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN               | mg/l                               | 13,3           | 0,8               |
| DBO <sub>5</sub>                    | mg O <sub>2</sub> /l               | 0,9            | 0,9               |
| DQO                                 | mg O <sub>2</sub> /l               | 7,9            | 15,8              |
| FÓSFORO TOTAL                       | mg P/l                             | 0,026          | 0,007             |
| FOSFATOS                            | mg PO <sub>4</sub> <sup>3</sup> /l | 0,018          | 0,014             |
| FOSFATOS                            | mg P/l                             | 0,006          | 0,005             |
| NITRÓGENO KJELDAHL                  | mg N/l                             | 0,34           | 0,36              |
| AMONIO TOTAL                        | mg NH <sub>4</sub> /l              | 0,42           | 0,05              |
| AMONIO TOTAL                        | mg N/l                             | 0,33           | 0,04              |
| NITRÓGENO ORGÁNICO                  | mg N/l                             | 0,01           | 0,32              |
| NITRATOS                            | mg NO <sub>3</sub> /l              | 0,44           | 0,39              |
| NITRATOS                            | mg N/l                             | 0,10           | 0,09              |
| NITRITOS                            | mg NO <sub>2</sub> /l              | 0,021          | 0,009             |
| NITRITOS                            | mg N/l                             | 0,006          | 0,003             |
| N INORGÁNICO                        | mg N/l                             | 0,43           | 0,13              |
| CLOROFILA a                         | µg/l                               | 2,2            |                   |



**ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS**

|                              |                 |   |                   |
|------------------------------|-----------------|---|-------------------|
| <b>EMBALSE:</b>              | <b>SALLENTE</b> | <b>CÓDIGO:</b>                          | <b>SL1</b>        |
| <b>CAMPAÑA:</b>              | <b>1</b>        | <b>FECHA:</b>                           | <b>06/08/2004</b> |
| <b>COTAMAX:</b>              | <b>1763</b>     | <b>D. SECCHI:</b>                       | <b>7,0</b>        |
| <b>NIVEL:</b>                | <b>1763</b>     | <b>C.FÓTICA:</b>                        | <b>11,9</b>       |
| <b>PARÁMETRO</b>             | <b>UNIDAD</b>   | <b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO EIS</b> |                   |
| PROFUNDIDAD                  | m               | 1                                       |                   |
| COTA                         | msnm            | 1762                                    |                   |
| CLOROFILA a                  | µg/l            | 0,70                                    |                   |
| Población total              | n° cel/ml       | 46                                      |                   |
| Diversidad (H)               | Bits            | 2,78                                    |                   |
| Clase BACILLARIOFICEA        | n° cel/ml       | 31                                      |                   |
| Grupo CIANOBACTERIA          | n° cel/ml       | 0                                       |                   |
| Clase CLOROFICEA             | n° cel/ml       | 2                                       |                   |
| Clase CRIFTOFICEA            | n° cel/ml       | 0                                       |                   |
| Clase CRISOFICEA             | n° cel/ml       | 2                                       |                   |
| Clase DINOICEA               | n° cel/ml       | 11                                      |                   |
| 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>Amphora sp.</i>           | Bacillariofícea | 1                                       |                   |
| <i>Cyclotella sp.</i>        | Bacillariofícea | 13                                      |                   |
| <i>Cymbella sp.</i>          | Bacillariofícea | 1                                       |                   |
| <i>Diatoma vulgáris</i>      | Bacillariofícea | 1                                       |                   |
| <i>Eunotia arcus</i>         | Bacillariofícea | 1                                       |                   |
| <i>Fragilaria arcus</i>      | Bacillariofícea | 1                                       |                   |
| <i>Navicula sp.</i>          | Bacillariofícea | 1                                       |                   |
| <i>Nitzschia acicularis</i>  | Bacillariofícea | 11                                      |                   |
| <i>Tabellaria fenestrata</i> | Bacillariofícea | 1                                       |                   |
| <i>Ankistrodesmus sp.</i>    | Clorofícea      | 1                                       |                   |
| <i>Oocystis sp.</i>          | Clorofícea      | 1                                       |                   |
| <i>Dinobryon cylindricum</i> | Crisofícea      | 2                                       |                   |
| <i>Peridinium sp.</i>        | Dinofícea       | 11                                      |                   |

|                                    |                 |                                     |                   |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------|
| <b>EMBALSE:</b>                    | <b>SALLENTE</b> | <b>CÓDIGO:</b>                      | <b>SL2</b>        |
| <b>CAMPAÑA:</b>                    | <b>2</b>        | <b>FECHA:</b>                       | <b>19/11/2004</b> |
| <b>COTAMAX:</b>                    | <b>1763</b>     | <b>D. SECCHI:</b>                   | <b>-</b>          |
| <b>NIVEL:</b>                      | <b>1763</b>     | <b>C.FÓTICA:</b>                    | <b>-</b>          |
| <b>PARÁMETRO</b>                   | <b>UNIDAD</b>   | <b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b> |                   |
|                                    |                 | <b>EIS</b>                          |                   |
| PROFUNDIDAD                        | m               | 1                                   |                   |
| COTA                               | msnm            | 1762                                |                   |
| CLOROFILA a                        | µg/l            | 1,80                                |                   |
| Población total                    | n° cel/ml       | 211                                 |                   |
| Diversidad (H)                     | Bits            | 2,57                                |                   |
| Clase BACILLARIOFICEA              | n° cel/ml       | 64                                  |                   |
| Grupo CIANOBACTERIA                | n° cel/ml       | 94                                  |                   |
| Clase CLOROFICEA                   | n° cel/ml       | 10                                  |                   |
| Clase CRIPTOFICEA                  | n° cel/ml       | 18                                  |                   |
| Clase CRISOFICEA                   | n° cel/ml       | 15                                  |                   |
| Clase DINOFICEA                    | n° cel/ml       | 10                                  |                   |
| 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 | 1                                   |                   |
| <i>Aulacoseira distans</i>         | Bacillariofícea | 3                                   |                   |
| <i>Cyclotella sp.</i>              | Bacillariofícea | 8                                   |                   |
| <i>Fragilaria sp.</i>              | Bacillariofícea | 51                                  |                   |
| <i>Nitzschia acicularis</i>        | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Synechocystis aquatilis</i>     | Cianobacteria   | 94                                  |                   |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i>     | Clorofícea      | 1                                   |                   |
| <i>Crucigeniella rectangularis</i> | Clorofícea      | 4                                   |                   |
| <i>Oocystis sp.</i>                | Clorofícea      | 1                                   |                   |
| <i>Tetraedron minimum</i>          | Clorofícea      | 4                                   |                   |
| <i>Cryptomonas erosa</i>           | Criptofícea     | 1                                   |                   |
| <i>Cryptomonas marssonii</i>       | Criptofícea     | 2                                   |                   |
| <i>Rhodomonas minuta</i>           | Criptofícea     | 15                                  |                   |
| <i>Dinobryon bavaricum</i>         | Crisofícea      | 1                                   |                   |
| <i>Dinobryon divergens</i>         | Crisofícea      | 12                                  |                   |
| <i>Mallomonas akrokomos</i>        | Crisofícea      | 1                                   |                   |
| <i>Mallomonas sp.</i>              | Crisofícea      | 1                                   |                   |
| <i>Gymnodinium sp.</i>             | Dinofícea       | 10                                  |                   |

|                                 |                 |                                     |                   |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------|
| <b>EMBALSE:</b>                 | <b>SALLENTE</b> | <b>CÓDIGO:</b>                      | <b>SL3</b>        |
| <b>CAMPAÑA:</b>                 | <b>3</b>        | <b>FECHA:</b>                       | <b>13/04/2005</b> |
| <b>COTAMAX:</b>                 | <b>1763</b>     | <b>D. SECCHI:</b>                   | <b>-</b>          |
| <b>NIVEL:</b>                   | <b>1763</b>     | <b>C.FÓTICA:</b>                    | <b>-</b>          |
| <b>PARÁMETRO</b>                | <b>UNIDAD</b>   | <b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b> |                   |
|                                 |                 | <b>EIS</b>                          |                   |
| PROFUNDIDAD                     | m               | 1                                   |                   |
| COTA                            | msnm            | 1762                                |                   |
| CLOROFILA a                     | µg/l            | 4,40                                |                   |
| Población total                 | n° cel/ml       | 827                                 |                   |
| Diversidad (H)                  | Bits            | 2,85                                |                   |
| Clase BACILLARIOFICEA           | n° cel/ml       | 345                                 |                   |
| Grupo CIANOBACTERIA             | n° cel/ml       | 15                                  |                   |
| Clase CLOROFICEA                | n° cel/ml       | 322                                 |                   |
| Clase CRIPTOFICEA               | n° cel/ml       | 7                                   |                   |
| Clase CRISOFICEA                | n° cel/ml       | 111                                 |                   |
| Clase DINOFICEA                 | n° cel/ml       | 27                                  |                   |
| 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>Achnanthes lanceolata</i>    | Bacillariofícea | 22                                  |                   |
| <i>Asterionella formosa</i>     | Bacillariofícea | 12                                  |                   |
| <i>Aulacoseira alpigena</i>     | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Aulacoseira muzzanensis</i>  | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Cyclotella comta</i>         | Bacillariofícea | 10                                  |                   |
| <i>Cymbella cystula</i>         | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Cymbella sp.</i>             | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Diatoma ehrenbergii</i>      | Bacillariofícea | 11                                  |                   |
| <i>Diploneis oblongella</i>     | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Eunotia arcus</i>            | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Fragilaria arcus</i>         | Bacillariofícea | 3                                   |                   |
| <i>Fragilaria sp.</i>           | Bacillariofícea | 274                                 |                   |
| <i>Gomphonema parvulum</i>      | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Gomphonema truncatum</i>     | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Gyrosigma sp.</i>            | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Navicula laevissima</i>      | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Nitzschia acicularis</i>     | Bacillariofícea | 3                                   |                   |
| <i>Planktothrix sp.</i>         | Cianobacteria   | 15                                  |                   |
| <i>Chlamydomonas sp.</i>        | Clorofícea      | 1                                   |                   |
| <i>Chloromonas sp.</i>          | Clorofícea      | 277                                 |                   |
| <i>Elakatothrix gelatinosa</i>  | Clorofícea      | 6                                   |                   |
| <i>Oocystis sp.</i>             | Clorofícea      | 5                                   |                   |
| <i>Sphaerocystis schroeteri</i> | Clorofícea      | 5                                   |                   |
| <i>Tetraedron minimum</i>       | Clorofícea      | 28                                  |                   |
| <i>Rhodomonas minuta</i>        | Criptofícea     | 7                                   |                   |
| <i>Dinobryon bavaricum</i>      | Crisofícea      | 30                                  |                   |
| <i>Dinobryon cylindricum</i>    | Crisofícea      | 55                                  |                   |
| <i>Dinobryon sertularia</i>     | Crisofícea      | 26                                  |                   |
| <i>Gymnodinium sp.</i>          | Dinofícea       | 27                                  |                   |

|                               |                 |                                     |                   |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------|
| <b>EMBALSE:</b>               | <b>SALLENTE</b> | <b>CÓDIGO:</b>                      | <b>SL4</b>        |
| <b>CAMPAÑA:</b>               | <b>4</b>        | <b>FECHA:</b>                       | <b>27/07/2005</b> |
| <b>COTAMAX:</b>               | <b>1763</b>     | <b>D. SECCHI:</b>                   | <b>-</b>          |
| <b>NIVEL:</b>                 | <b>1763</b>     | <b>C.FÓTICA:</b>                    | <b>-</b>          |
| <b>PARÁMETRO</b>              | <b>UNIDAD</b>   | <b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b> |                   |
|                               |                 | <b>EIS</b>                          |                   |
| PROFUNDIDAD                   | m               | 1                                   |                   |
| COTA                          | msnm            | 1762                                |                   |
| CLOROFILA a                   | µg/l            | 2,20                                |                   |
| Población total               | n° cel/ml       | 76                                  |                   |
| Diversidad (H)                | Bits            | 4,64                                |                   |
| Clase BACILLARIOFICEA         | n° cel/ml       | 54                                  |                   |
| Grupo CIANOBACTERIA           | n° cel/ml       | 17                                  |                   |
| Clase CLOROFICEA              | n° cel/ml       | 0                                   |                   |
| Clase CRIPTOFICEA             | n° cel/ml       | 0                                   |                   |
| Clase CRISOFICEA              | n° cel/ml       | 1                                   |                   |
| Clase DINOICEA                | n° cel/ml       | 1                                   |                   |
| Clase EUGLENOFICEA            | n° cel/ml       | 0                                   |                   |
| Clase XANTOFICEA              | n° cel/ml       | 0                                   |                   |
| Clase ZIGOFICEA               | n° cel/ml       | 1                                   |                   |
| <b>ESPECIES</b>               | <b>TAXÓN</b>    | <b>n° cel/ml</b>                    |                   |
| <i>Achnanthes sp.</i>         | Bacillariofícea | 2                                   |                   |
| <i>Asterionella formosa</i>   | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Cocconeis placentula</i>   | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Cyclostephanos damasii</i> | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Cyclotella comta</i>       | Bacillariofícea | 2                                   |                   |
| <i>Cymbella cistula</i>       | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Diatoma mesodon</i>        | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Epithemia argus</i>        | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Eunotia arcus</i>          | Bacillariofícea | 8                                   |                   |
| <i>Eunotia bilunaris</i>      | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Fragilaria arcus</i>       | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Fragilaria capucina</i>    | Bacillariofícea | 4                                   |                   |
| <i>Fragilaria sp.</i>         | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Fragilaria ulna</i>        | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Gomphonema acuminatum</i>  | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Gomphonema minutum</i>     | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Gomphonema parvulum</i>    | Bacillariofícea | 2                                   |                   |
| <i>Gomphonema truncatum</i>   | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Gyrosigma sp.</i>          | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Navicula cryptocephala</i> | Bacillariofícea | 7                                   |                   |
| <i>Navicula cryptotenella</i> | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Navicula sp.</i>           | Bacillariofícea | 3                                   |                   |
| <i>Neidium sp.</i>            | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Nitzschia acicularis</i>   | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Nitzschia palea</i>        | Bacillariofícea | 4                                   |                   |
| <i>Nitzschia sp.</i>          | Bacillariofícea | 2                                   |                   |
| <i>Pinnularia interrupta</i>  | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Pinnularia lundii</i>      | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Pinnularia nobilis</i>     | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Pinnularia rupestris</i>   | Bacillariofícea | 1                                   |                   |
| <i>Surirella ovata</i>        | Bacillariofícea | 1                                   |                   |

**Continuación 4ª Campaña**

|                              |                 |   |                   |
|------------------------------|-----------------|---|-------------------|
| <b>EMBALSE:</b>              | <b>SALLENTE</b> | <b>CÓDIGO:</b>                          | <b>SL4</b>        |
| <b>CAMPAÑA:</b>              | <b>4</b>        | <b>FECHA:</b>                           | <b>27/07/2005</b> |
| <b>COTAMAX:</b>              | <b>1763</b>     | <b>D. SECCHI:</b>                       | <b>-</b>          |
| <b>NIVEL:</b>                | <b>1763</b>     | <b>C.FÓTICA:</b>                        | <b>-</b>          |
| <b>PARÁMETRO</b>             | <b>UNIDAD</b>   | <b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO EIS</b> |                   |
| <b>ESPECIES</b>              | <b>TAXÓN</b>    | <b>nº cel/ml</b>                        |                   |
| <i>Chroococcus sp.</i>       | Cianobacteria   | 1                                       |                   |
| <i>Lyngbya sp.</i>           | Cianobacteria   | 11                                      |                   |
| <i>Planktothrix agardhii</i> | Cianobacteria   | 5                                       |                   |
| <i>Dinobryon divergens</i>   | Crisofícea      | 1                                       |                   |
| <i>Peridinium sp.</i>        | Dinofícea       | 1                                       |                   |
| <i>Mougeotia sp.</i>         | Zigofícea       | 1                                       |                   |

**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



Detalle de la presa del embalse de Sallente. Verano de 2004 (06/08/2004)



Panorámica del embalse de Sallente. Verano de 2005 (27/07/2005)





Aporte del Estany Tort al embalse de Sallente. Invierno de 2004 (19/11/2004)

**APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE**



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio de 2006

EMBALSE: SALLENTE

CÓDIGO: SL

LOCALIZACIÓN:

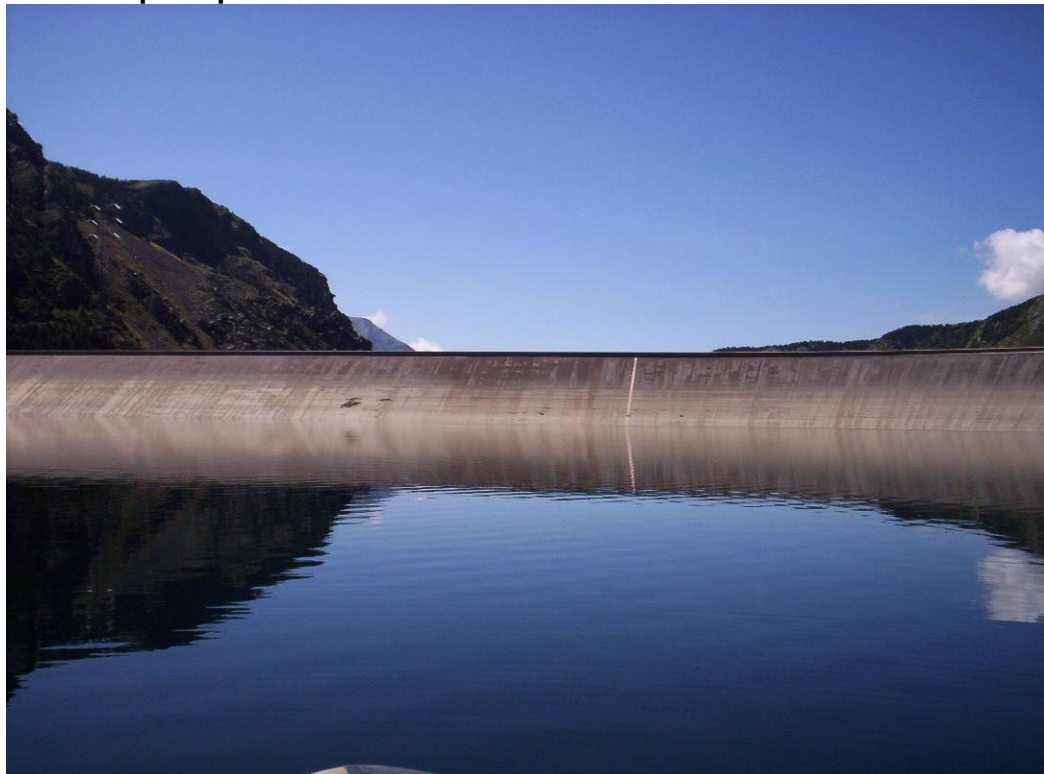
Autonomía: Cataluña  
Provincia: Lérida  
Municipio: Torre de Capdella



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

|                                     |                   |                                    |       |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------|
| Tributario principal:               | Aporte Stany Tort | Otros tributarios:                 | -     |
| Año de terminación:                 | 1985              | Propietario:                       | FECSA |
| Cuenca a la que pertenece:          | Noguera-Pallaresa | Altitud (msnm):                    | 1763  |
| Capacidad total (hm <sup>3</sup> ): | 6,18              | Capacidad útil (hm <sup>3</sup> ): | -     |
| Longitud máxima (km):               | 1                 | Perímetro (km):                    | 2     |
| Profundidad máxima (m):             | 21,5              | Profundidad media (m):             | 19,9  |
| Usos principales:                   | Hidroeléctrico    | Otros usos:                        | -     |



Panorámica del embalse (06/08/2004)



**SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:**



**Nº Plano/s 1:50.000: 214**



**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD**

|                     |                    |                          |                                |
|---------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                     |                    | <b>GRADO<br/>TRÓFICO</b> | <b>POTENCIAL<br/>ECOLÓGICO</b> |
|                     | <b>SALLENTE</b>    | <b>Oligotrófico</b>      | <b>Óptimo</b>                  |
| <b>Oligotrófico</b> | <b>Mesotrófico</b> | <b>Eutrófico</b>         | <b>Hipereutrófico</b>          |
|                     |                    |                          |                                |
| <b>Óptimo/Bueno</b> | <b>Moderado</b>    | <b>Deficiente</b>        | <b>Malo</b>                    |

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

|                           |                                  |  |
|---------------------------|----------------------------------|--|
| <b>1ª CAMPAÑA</b>         | <b>Muestreador: David García</b> | <b>Fecha de muestreo: 06/08/2004</b>   |
| Tª superficie (°C): 16,35 | pH superficie (ud): 8,92         | Conductividad superficie (µS/cm): 37,2 |
| Tª fondo (°C): 15,25      | pH fondo (ud): 8,49              | Conductividad fondo (µS/cm): 37,7      |
| Tª TI (°C): 12,50         | pH TI (ud): 8,64                 | Conductividad TI (µS/cm): 33           |

|                                 |                                     |  |
|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Transparencia</b>            |                                     |  |
| <b>Disco de Secchi (m)</b>      | <b>Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-</b> |  |
| EI 7                            | 11,9                                |  |
| <b>Termoclina:</b> No           | <b>Profundidad (m):</b> -           |  |
| <b>Condiciones anóxicas:</b> No | <b>Grosor capa anóxica (m):</b> -   |  |

|                          |                                  |  |
|--------------------------|----------------------------------|--|
| <b>2ª CAMPAÑA</b>        | <b>Muestreador: David García</b> | <b>Fecha de muestreo: 19/11/2004</b>   |
| Tª superficie (°C): 5,38 | pH superficie (ud): 7,68         | Conductividad superficie (µS/cm): 44,0 |
| Tª fondo (°C): -         | pH fondo (ud): -                 | Conductividad fondo (µS/cm): -         |
| Tª TI (°C): 6,31         | pH TI (ud): 7,74                 | Conductividad TI (µS/cm): 62           |

|                                |                                     |  |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Transparencia</b>           |                                     |  |
| <b>Disco de Secchi (m)</b>     | <b>Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-</b> |  |
| EI -                           | -                                   |  |
| <b>Termoclina:</b> -           | <b>Profundidad (m):</b> -           |  |
| <b>Condiciones anóxicas:</b> - | <b>Grosor capa anóxica (m):</b> -   |  |

No se pudo acceder al embalse y sólo se registraron datos de superficie

|                          |                                  |  |
|--------------------------|----------------------------------|--|
| <b>3ª CAMPAÑA</b>        | <b>Muestreador: David García</b> | <b>Fecha de muestreo: 13/04/2005</b>   |
| Tª superficie (°C): 4,93 | pH superficie (ud): 7,12         | Conductividad superficie (µS/cm): 24,0 |
| Tª fondo (°C): -         | pH fondo (ud): -                 | Conductividad fondo (µS/cm): -         |
| Tª TI (°C): 4,99         | pH TI (ud): 7,39                 | Conductividad TI (µS/cm): 31           |

|                                |                                     |  |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Transparencia</b>           |                                     |  |
| <b>Disco de Secchi (m)</b>     | <b>Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-</b> |  |
| EI -                           | -                                   |  |
| <b>Termoclina:</b>             | <b>Profundidad (m):</b> -           |  |
| <b>Condiciones anóxicas:</b> - | <b>Grosor capa anóxica (m):</b> -   |  |

No se pudo acceder al embalse y sólo se registraron datos de superficie

|                          |                                  |  |
|--------------------------|----------------------------------|--|
| <b>4ª CAMPAÑA</b>        | <b>Muestreador: David García</b> | <b>Fecha de muestreo: 27/07/2005</b>   |
| Tª superficie (°C): 21,6 | pH superficie (ud): 8,85         | Conductividad superficie (µS/cm): 52,0 |
| Tª fondo (°C): -         | pH fondo (ud): -                 | Conductividad fondo (µS/cm): -         |
| Tª TI (°C): -            | pH TI (ud): -                    | Conductividad TI (µS/cm): -            |

|                                |                                     |  |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Transparencia</b>           |                                     |  |
| <b>Disco de Secchi (m)</b>     | <b>Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-</b> |  |
| EI -                           | -                                   |  |
| <b>Termoclina:</b> -           | <b>Profundidad (m):</b> -           |  |
| <b>Condiciones anóxicas:</b> - | <b>Grosor capa anóxica (m):</b> -   |  |

No se pudo acceder al embalse y sólo se registraron datos de superficie



**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                | SLEIS                         | SLEIM | SLEIF             | SLTI  |
| PROFUNDIDAD                  | m                     | 1                             | 10    | 18                |       |
| FÓSFORO TOTAL                | mg P/l                | 0,008                         | 0,009 | 0,025             | 0,025 |
| FOSFATOS                     | mg P/l                | 0,008                         | 0,005 | 0,003             | 0,002 |
| NITRÓGENO KJELDAHL           | mg N/l                | 0,39                          | 0,42  | 0,68              | 0,35  |
| AMONIO TOTAL                 | mg N/l                | 0,02                          | 0,03  | 0,04              | 0,03  |
| NITRATOS                     | mg N/l                | 0,18                          | 0,18  | 0,26              | 0,12  |
| NITRITOS                     | mg N/l                | 0,002                         | 0,002 | 0,002             | 0,001 |
| CLOROFILA $\alpha$           | $\mu\text{g/l}$       | 0,7                           |       |                   |       |
| Nº DE CÉLULAS TOTALES        | nº cel/ml             | 46                            |       |                   |       |
| CLASE PREDOMINANTE:          | Bacillariofícea       |                               |       | Nº células/ml: 31 |       |
| ESPECIE PREDOMINANTE:        | <i>Cyclotella sp.</i> |                               |       | Nº células/ml: 13 |       |

| 2ª CAMPAÑA            |                                | Fecha de muestreo: 19/11/2004 |  |                   |       |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|-------------------|-------|
| PARÁMETRO             | UNIDAD                         | SLEIS                         |  |                   | SLTI  |
| PROFUNDIDAD           | m                              | 1                             |  |                   |       |
| FÓSFORO TOTAL         | mg P/l                         | 0,005                         |  |                   | 0,007 |
| FOSFATOS              | mg P/l                         | 0,005                         |  |                   | 0,004 |
| NITRÓGENO KJELDAHL    | mg N/l                         | 0,30                          |  |                   | 0,13  |
| AMONIO TOTAL          | mg N/l                         | 0,01                          |  |                   | 0,01  |
| NITRATOS              | mg N/l                         | 0,15                          |  |                   | 0,16  |
| NITRITOS              | mg N/l                         | 0,004                         |  |                   | 0,007 |
| CLOROFILA $\alpha$    | $\mu\text{g/l}$                | 1,8                           |  |                   |       |
| Nº DE CÉLULAS TOTALES | nº cel/ml                      | 211                           |  |                   |       |
| CLASE PREDOMINANTE:   | Cianobacteria                  |                               |  | Nº células/ml: 94 |       |
| ESPECIE PREDOMINANTE: | <i>Synechocystis aquatilis</i> |                               |  | Nº células/ml: 94 |       |

| 3ª CAMPAÑA            |                       | Fecha de muestreo: 13/04/2005 |  |                    |       |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|--|--------------------|-------|
| PARÁMETRO             | UNIDAD                | SLEIS                         |  |                    | SLTI  |
| PROFUNDIDAD           | m                     | 1                             |  |                    |       |
| FÓSFORO TOTAL         | mg P/l                | 0,004                         |  |                    | 0,010 |
| FOSFATOS              | mg P/l                | 0,001                         |  |                    | 0,003 |
| NITRÓGENO KJELDAHL    | mg N/l                | 0,45                          |  |                    | 0,31  |
| AMONIO TOTAL          | mg N/l                | 0,01                          |  |                    | 0,01  |
| NITRATOS              | mg N/l                | 0,29                          |  |                    | 0,20  |
| NITRITOS              | mg N/l                | 0,005                         |  |                    | 0,004 |
| CLOROFILA $\alpha$    | $\mu\text{g/l}$       | 4,4                           |  |                    |       |
| Nº DE CÉLULAS TOTALES | nº cel/ml             | 827                           |  |                    |       |
| CLASE PREDOMINANTE:   | Bacillariofícea       |                               |  | Nº células/ml: 345 |       |
| ESPECIE PREDOMINANTE: | <i>Fragilaria sp.</i> |                               |  | Nº células/ml: 274 |       |

| 4ª CAMPAÑA            |                      | Fecha de muestreo: 27/07/2005 |  |                   |       |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------|--|-------------------|-------|
| PARÁMETRO             | UNIDAD               | SLEIS                         |  |                   | SLTI  |
| PROFUNDIDAD           | m                    | 1                             |  |                   |       |
| FÓSFORO TOTAL         | mg P/l               | 0,026                         |  |                   | 0,007 |
| FOSFATOS              | mg P/l               | 0,006                         |  |                   | 0,005 |
| NITRÓGENO KJELDAHL    | mg N/l               | 0,34                          |  |                   | 0,36  |
| AMONIO TOTAL          | mg N/l               | 0,33                          |  |                   | 0,04  |
| NITRATOS              | mg N/l               | 0,10                          |  |                   | 0,09  |
| NITRITOS              | mg N/l               | 0,006                         |  |                   | 0,003 |
| CLOROFILA $\alpha$    | $\mu\text{g/l}$      | 2,2                           |  |                   |       |
| Nº DE CÉLULAS TOTALES | nº cel/ml            | 76                            |  |                   |       |
| CLASE PREDOMINANTE:   | Bacillariofícea      |                               |  | Nº células/ml: 54 |       |
| ESPECIE PREDOMINANTE: | <i>Eunotia arcus</i> |                               |  | Nº células/ml: 8  |       |

## ADICIONAL INFORME EMBALSE DE SALLENTE 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Sallente 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                            | $VR_t$ | $B^+/M$<br>(RCE) | $M/D$<br>(RCE) | $D/M$<br>(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 FÍSICOQUÍMICOS

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

### 1) Transparencia

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

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

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

### 2) Condiciones de oxigenación

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

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

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

| Clase de potencial ecológico                       | Muy Bueno | Bueno | Moderado |
|--|-----------|-------|----------|
| Concentración hipolimnética (mg/L O <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 SALLENTE

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 Sallente 2004.

| INDICADOR                   | VALOR       | ESTADO TRÓFICO           |
|-----------------------------|-------------|--------------------------|
| CONCENTRACIÓN P TOTAL       | 8,00        | Oligotrófico             |
| DISCO SECCHI                | 7,00        | Ultraoligotrófico        |
| CLOROFILA <i>a</i>          | 0,70        | Ultraoligotrófico        |
| DENSIDAD ALGAL              | 46          | Ultraoligotrófico        |
| <b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b> | <b>1,25</b> | <b>ULTRAOLIGOTRÓFICO</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 ultraoligotrófico y la densidad algal como ultraoligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Sallente en 2004 ha resultado ser **ULTRAOLIGOTRÓFICO**.

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 Sallente 2005.

| INDICADOR                   | VALOR       | ESTADO TRÓFICO      |
|-----------------------------|-------------|---------------------|
| CONCENTRACIÓN P TOTAL       | 26,00       | Mesotrófico         |
| COLOROFILEA <i>a</i>        | 2,20        | Oligotrófico        |
| DENSIDAD ALGAL              | 76          | Ultraoligotrófico   |
| <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 mesotrófico; la concentración de clorofila *a* como oligotrófico y la densidad algal como ultraoligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Sallente en 2005 ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

### DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE SALLENTE

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 Sallente 2004.

| Indicador                      | Elementos     | Parámetro   | Indicador                       | Valor                   | RCE  | RCET                    | PE               |
|--------------------------------|---------------|---|---------------------------------|-------------------------|------|-------------------------|------------------|
| Biológico                      | Fitoplancton  | Biomasa   | Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) | 0,70                    | 3,00 | 2,40                    | 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)                                 | 7,00                            | Muy Bueno               |      |                         |                  |
|                                | Oxigenación   | O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L) | 6,15                            | Bueno                   |      |                         |                  |
|                                | Nutrientes    | Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )           | 8,00                            | 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 Sallente 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 Sallente 2005.

| Indicador                      | Elementos     | Parámetro   | Indicador          | Valor                   | RCE  | RCET                    | PE               |
|--------------------------------|---------------|---|--------------------|-------------------------|------|-------------------------|------------------|
| Biológico                      | Fitoplancton  | Biomasa   | Clorofila a (µg/L) | 2,20                    | 0,95 | 0,97                    | Bueno o superior |
| <b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>     |               |   |                    | <b>2</b>                |      | <b>BUENO O SUPERIOR</b> |                  |
| <b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b> |               |   |                    |                         |      |                         |                  |
| Indicador                      | Elementos     | Indicador   | Valor              | PE                      |      |                         |                  |
| Fisicoquímico                  | Transparencia | Disco de Secchi (m)                                 | Sin dato           |                         |      |                         |                  |
|                                | Oxigenación   | O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L) | 7,31               | Bueno                   |      |                         |                  |
|                                | Nutrientes    | Concentración de PT (µg P/L)                        | 26,00              | Moderado                |      |                         |                  |
| <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 Sallente para el año 2005 es de nivel 3, **INFERIOR A BUENO**.