



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 OLIANA**

**ÍNDICE**

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</b>	<b>1</b>
2.1. <b>Ámbito geográfico</b>	<b>1</b>
2.2. <b>Características morfométricas e hidrológicas</b>	<b>2</b>
2.3. <b>Usos del agua</b>	<b>4</b>
2.4. <b>Registro de zonas protegidas</b>	<b>4</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS</b>	<b>5</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>7</b>
4.1. <b>Características físico-químicas de las aguas</b>	<b>7</b>
4.2. <b>Hidroquímica del embalse</b>	<b>9</b>
4.3. <b>Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores</b>	<b>11</b>
4.3.1. <b>Cualidad bioindicadora</b>	<b>14</b>
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</b>	<b>14</b>
<b>6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</b>	<b>15</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 Oliana y la interpretación de los mismos, con una disposición temática similar para los 47 embalses estudiados, a efectos de proporcionar una referencia fija que facilite la consulta y explotación de la información contenida en ellos.

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

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

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

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

### **2.1. Ámbito geográfico**

El embalse de Oliana se sitúa en la Sierras Interiores de la Cadena Pirenaica. Adosadas al Pirineo Axial, las Sierras Interiores configuran una estrecha franja de rocas del Triásico, Cretácico superior, Paleoceno y Eoceno. Su estructura consiste de manera simplificada en pliegues y cabalgamientos de dirección WNW-ESE.

El embalse, cuya presa fue terminada en 1959, se sitúa en la localidad de Oliana, en la provincia de Lérida. Regula principalmente las aguas del río Segre, aunque también las

de otros ríos y arroyos de menor entidad, entre los que destacan los ríos Sellent y Perlés.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, alargado y sin grandes heterogeneidades en el eje longitudinal.

La cuenca vertiente al embalse de Oliana tiene una superficie total de 267 963,67 ha, de las cuales 24 382 ha corresponden a la cuenca vertiente del río Segre.

El embalse tiene una extensión de 443 ha en su máximo nivel normal, una capacidad total de 101 hm<sup>3</sup> y 78,38 hm<sup>3</sup> de capacidad útil. Tiene una profundidad media de 22,8 m, mientras que la profundidad máxima es de 72,7 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)	267 963,67
Superficie de la cuenca parcial (ha)	267 963,67
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	24 382
Superficie del embalse (ha)	443
Longitud máxima del embalse (km)	13,0
Capacidad total (hm <sup>3</sup> )	101
Capacidad útil (hm <sup>3</sup> )	78,38
Profundidad máxima (m)	72,7
Profundidad media (m)	22,8
Perímetro en máximo nivel (km)	33
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	518,3
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	453,6; 475,6; 495,6

Se trata de un embalse monomítico<sup>1</sup>, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa a 13 de profundidad, mientras que la capa fótica ronda los 4 metros de espesor.

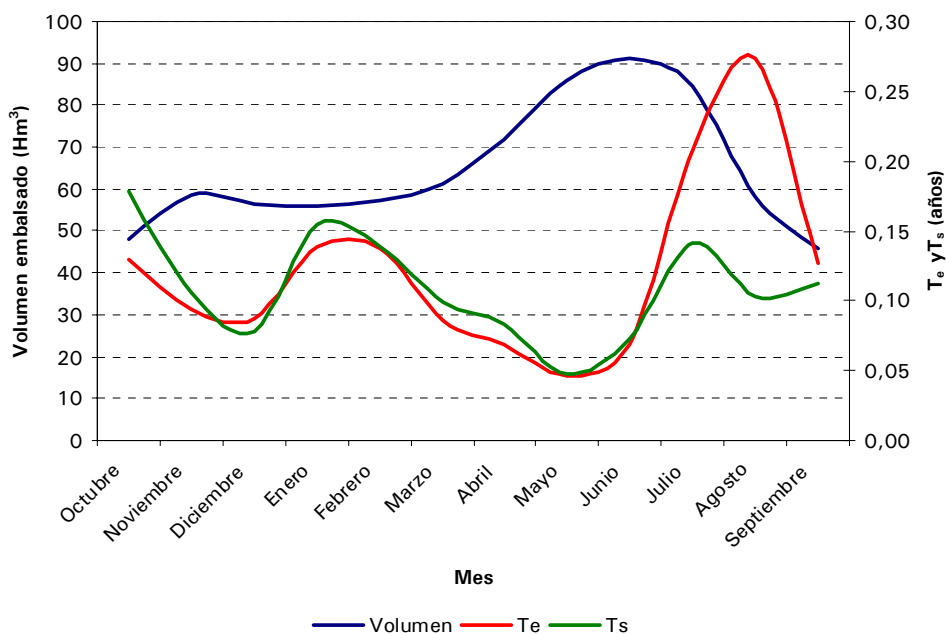
En el **cuadro II** se presentan las medias mensuales de la explotación hidráulica correspondiente al periodo 2001-2005.

**Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Periodo 2001-2005**

<b>BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL</b>					
<b>Periodo</b>	<b>Volumen</b>	<b>Salidas totales</b>	<b>Entradas Totales</b>	<b>Ts</b>	<b>Te</b>
<b>2001-2005</b>	<b>Hm<sup>3</sup></b>	<b>Hm<sup>3</sup></b>	<b>Hm<sup>3</sup></b>	<b>años</b>	<b>años</b>
Octubre	48,19	23,00	31,70	0,18	0,13
Noviembre	58,54	45,63	51,38	0,11	0,09
Diciembre	56,53	61,78	55,38	0,08	0,09
Enero	56,04	30,83	34,35	0,15	0,14
Febrero	57,25	31,53	31,93	0,14	0,14
Marzo	61,38	52,88	60,90	0,10	0,09
Abril	71,74	70,85	85,70	0,08	0,07
Mayo	85,89	155,25	158,43	0,05	0,05
Junio	91,11	102,48	109,85	0,07	0,07
Julio	84,45	50,93	34,65	0,14	0,21
Agosto	58,34	47,88	18,15	0,10	0,27
Septiembre	45,81	33,65	29,58	0,11	0,13
<b>Total anual</b>	<b>64,60</b>	<b>706,65</b>	<b>701,98</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>

El tiempo de residencia interanual del agua es bajo, 1 mes considerando tanto las entradas como las salidas. El mínimo se obtiene en el mes mayo (0,6 meses), tanto para las entradas como para las salidas, y el máximo en agosto (3,3 meses), según las entradas.

<sup>1</sup> Significa que presenta un único ciclo anual de mezcla-estratificación vertical.

**Figura 1: Volumen embalsado y tiempo de retención del agua**


### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, a través del Canal Principal de Urgell, y al aprovechamiento hidroeléctrico. También se utiliza con fines recreativos (baño, navegación y pesca), aunque las escarpadas riberas que presenta el embalse limitan estos usos.

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Oliana 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 sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE*. El embalse se encuadra en la lista de 12 embalses declarados como Zonas Sensibles, a través de la Resolución 25 de mayo de 1998 de la Secretaria de Estado de Aguas y Costas.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en las inmediaciones de la presa (**E1**) y otra en el tributario principal (**T1**), en el cruce de la carretera L-401 con el río Segre (**ver Figura 2**). Una descripción detallada de los trabajos realizados en el marco del Estudio se presenta en el apartado 4.1. de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

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

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

1ª Campaña	03/08/2004	Estratificación
2ª Campaña	20/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	19/04/2005	Mezcla
4ª Campaña	27/07/2005	-



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



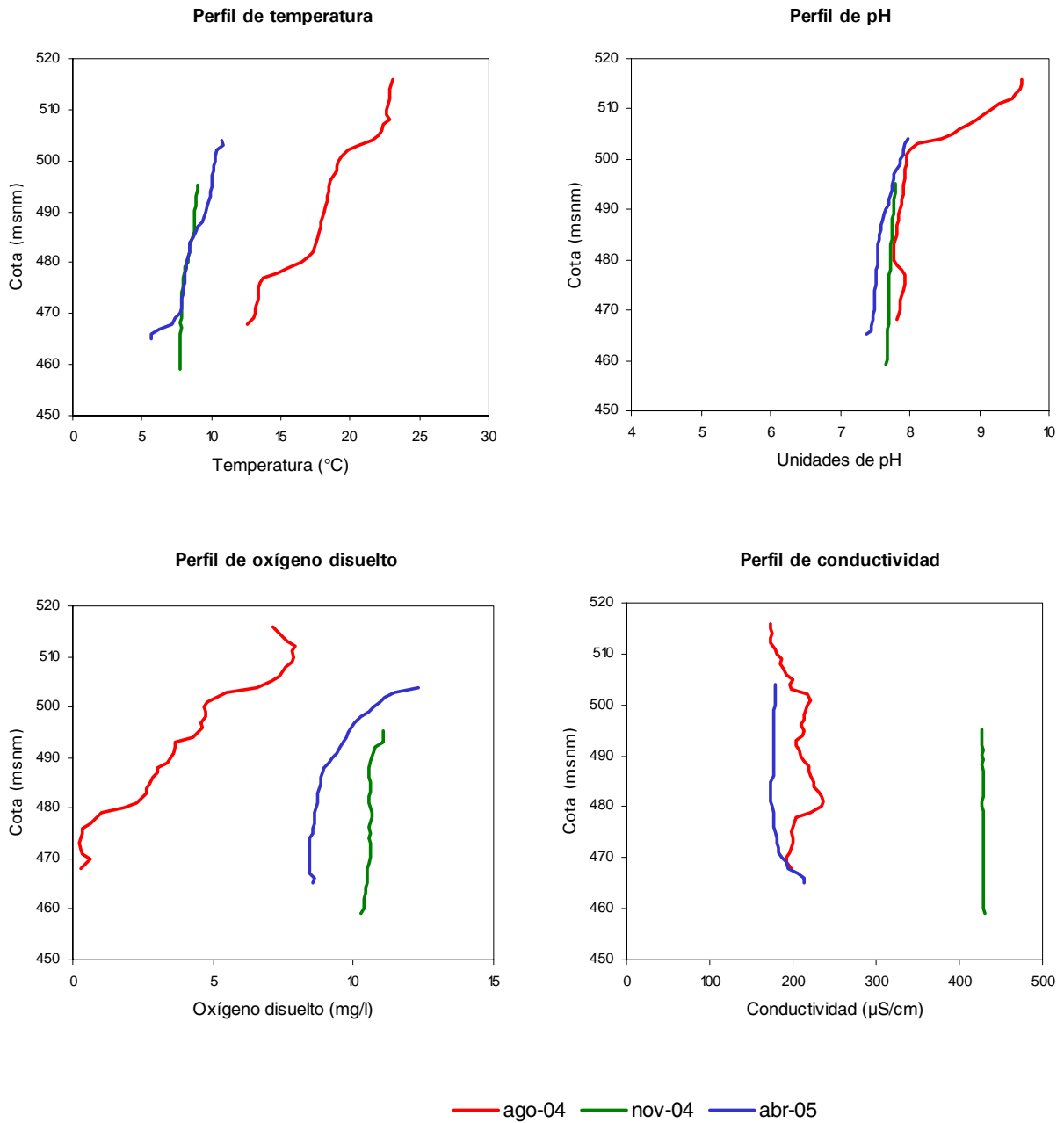
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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

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

- La temperatura del agua es moderada, oscilando entre los 5,62 °C -mínimo- y los 23,09 °C, -máximo registrado en el estío-. En el periodo estival se detectan dos gradientes térmicos, el primero se sitúa a 13 m de profundidad, mientras que el segundo, más profundo a 37 m.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 7,88 ud. El máximo epilimnético estival es de 9,62 ud y el mínimo, registrado en las capas más profundas, de 7,38 ud.
- La transparencia del agua es baja, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 2,4 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 4 metros. El mínimo (2,1 m) se registra en la campaña de primavera, mientras que el máximo (3,0 m) se registra en invierno.
- En la época de mezcla (primavera-invierno) las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, alcanzando durante éste periodo una concentración media de 9,9 mg/l O<sub>2</sub>. Situación que empeora ostensiblemente en el estío donde, a partir del metro 23 de profundidad, la columna presenta condiciones hipóxicas (<4 mg/l O<sub>2</sub>), llegando a la anoxia (<1 mg/l O<sub>2</sub>) en los últimos 11 metros de profundidad, coincidiendo con el gradiente térmico localizado a 37 m.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 262 µS/cm. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores históricos de este ámbito.

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



## 4.2. Hidroquímica del embalse

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

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

La concentración media de fósforo total para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, adquiere un valor de 0,071 mg/l P. Los resultados obtenidos oscilan entre 0,061 mg/l P, mínimo registrado en verano de 2005, y 0,083 máximo primaveral. Por su parte, los ortofosfatos presentan su valor mínimo en verano e invierno de 2004 -0,035 mg/l P- y el máximo -0,061 mg/l P- también en primavera.

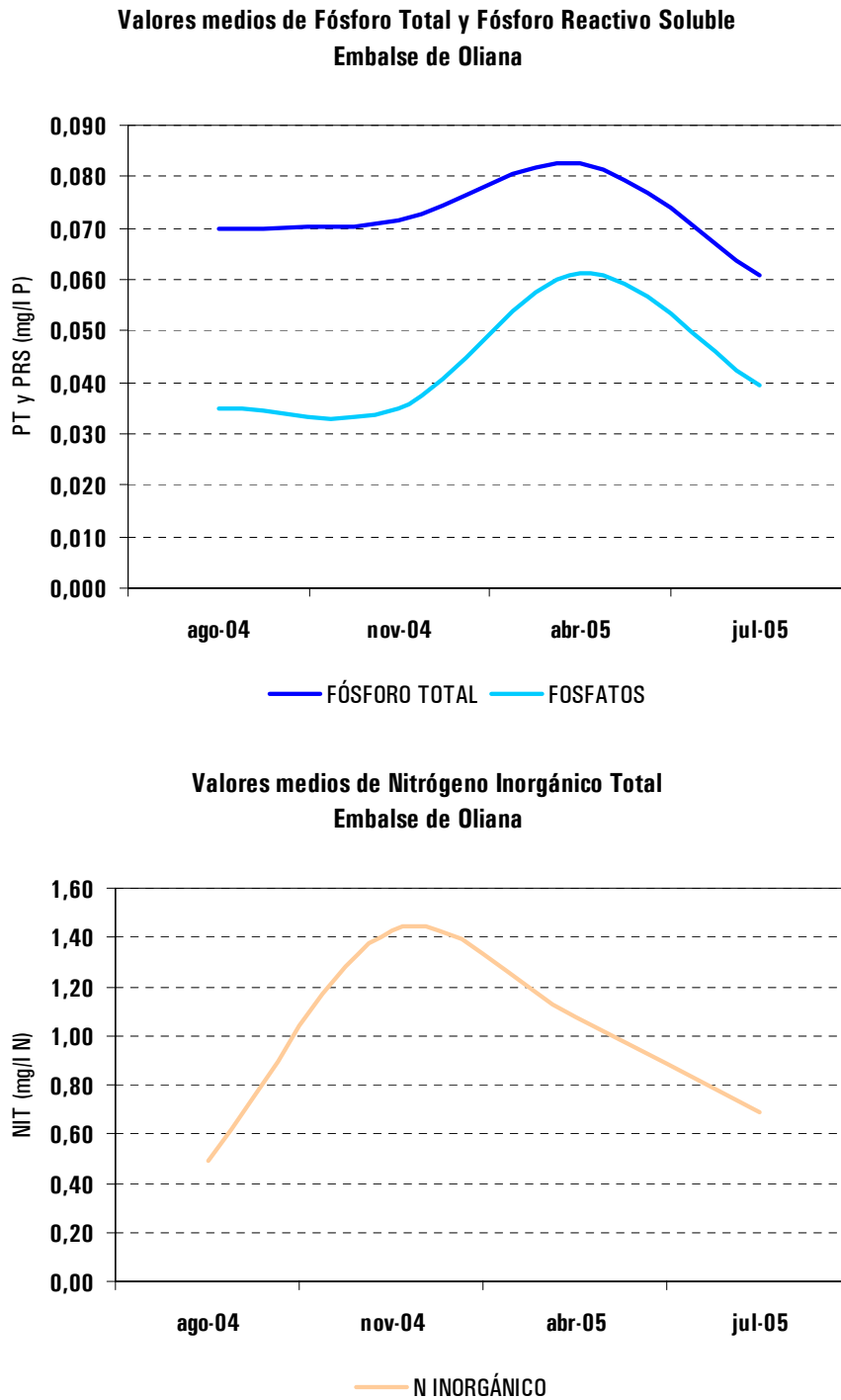
De los compuestos nitrogenados destacan las concentraciones de nitritos que, en todas las muestras analizadas, superan el umbral establecido para vida piscícola de tipo ciprinícolas ( $\leq 0,03$  mg NO<sub>2</sub>/l). La concentración media del nitrógeno inorgánico total (NIT) alcanza un valor de 0,92 mg/l N. Entre las formas inorgánicas la dominante es la de nitratos (NO<sub>3</sub>/NIT = 70%), siendo la proporción de amonio moderada (NH<sub>4</sub>/NIT = 27%) y la de nitritos pequeña (NO<sub>2</sub>/NIT = 3%). El valor máximo de NIT se localiza en invierno -1,43 mg/l N- mientras que el mínimo -0,49 mg/l N- se sitúa en verano de 2004. Al igual que en el caso del fósforo, se aprecia un ligero descenso de las concentraciones en el estío, lo que pone de manifiesto un elevado consumo algal.

Las concentraciones de nutrientes aportada por el río Segre (T1) son altas, obteniéndose unos valores medios anuales de 0,129 mg/l P y 1,54 mg/l N, para el fósforo y el nitrógeno inorgánico total, respectivamente.

- El contenido de materia orgánica obtenido, tanto en el embalse como en el tributario, es bajo y no presenta variaciones interanuales destacables. Los valores medios obtenidos en el embalse han sido de 2,2 y 11,6 mg O<sub>2</sub>/l, para la DBO<sub>5</sub> y DQO, respectivamente.

- Las aguas embalsadas son moderadamente mineralizadas y la concentración de calcio obtenida (33,1 mg Ca/l) se sitúa en el rango habitual en el embalse.

**Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes**



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

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

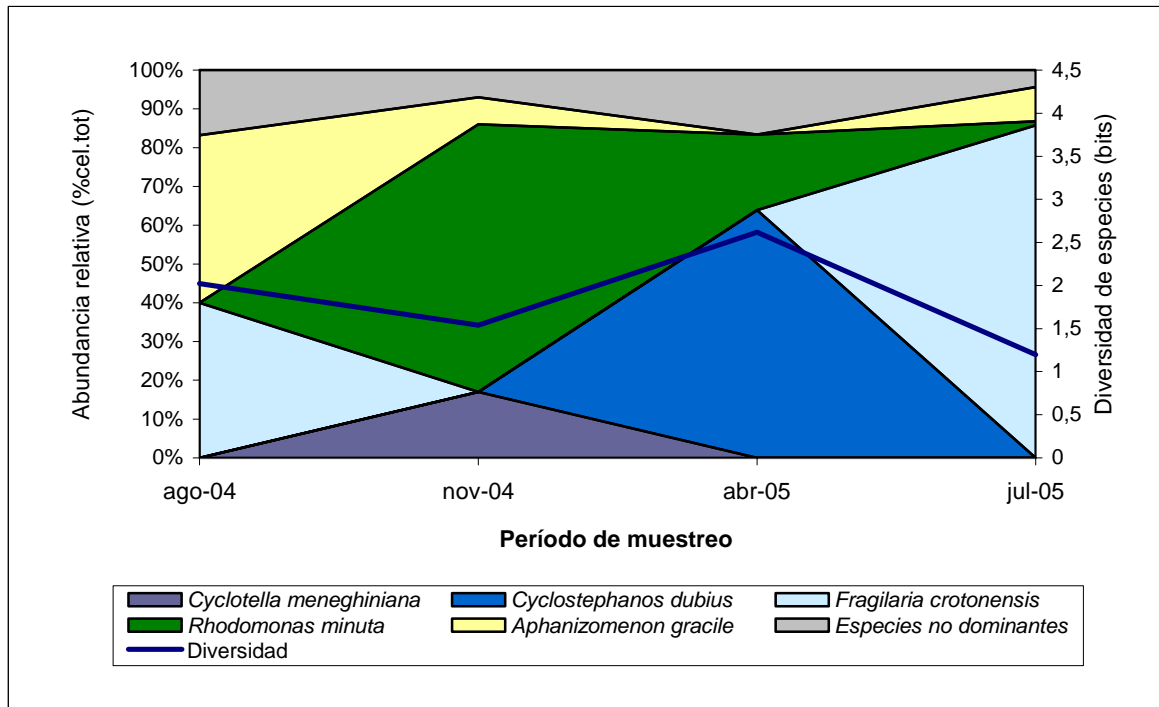
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

De la totalidad de 4 análisis realizados, se han identificado un total de 54 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 16 diatomeas
- 5 cianobacterias
- 22 clorofíceas
- 6 criptofíceas
- 2 dinofíceas
- 3 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 5 especies representadas en el gráfico son consideradas las más representativas de este sistema léntico, atendiendo a la densidad algal -cel/ml- que se ha obtenido en una determinada estación climatológica.

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



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

En el verano de 2004, se registran valores muy elevados de densidad fitoplanctónica - 19 081 cel/ml-. Se identifican dos especies con una abundancia semejante, la diatomea *Fragilaria crotonensis* y la cianobacteria *Aphanizomenon gracile*. Las poblaciones de las especies citadas suponen el 79% de la densidad total. Tanto la diatomea como la cianobacteria suelen crecer en el periodo de estratificación en medios con alta carga de nutrientes.

En invierno se produce una fuerte reducción de la densidad algal hasta registrarse el mínimo valor en el periodo de estudio -1 585 cel/ml-. En relación a la composición, todos los grupos algales han decrecido excepto las criptofíceas. Específicamente *Rhodomonas minuta* crece hasta establecerse como especie dominante representando un 69% de la comunidad algal.

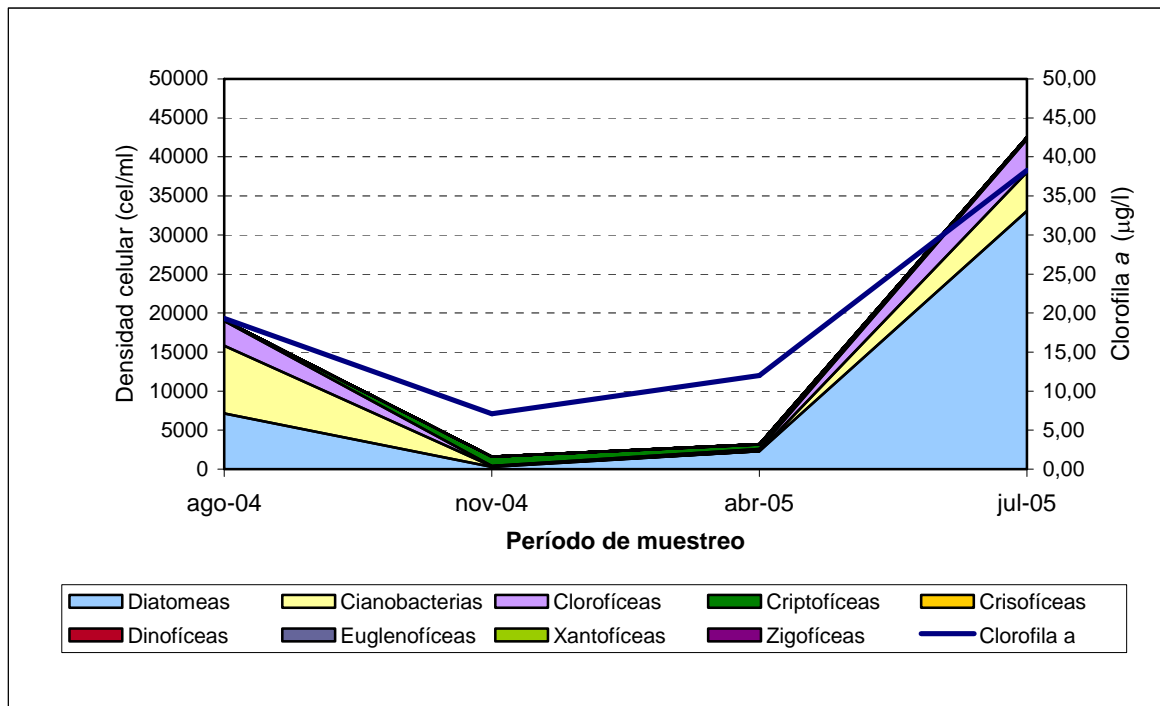
Durante la primavera se registra un crecimiento moderado hasta contabilizarse 3 208 cel/ml. Cualitativamente se observa el aumento de las poblaciones de diatomeas gracias

al crecimiento de la especie *Cyclostephanos dubius*, identificada como dominante. La abundancia de la criptofícea *Rhodomonas minuta* disminuye y pasa a ser la principal especie acompañante. El elevado número de especies identificadas en relación a otros periodos y la suave dominancia de *Cyclostephanos dubius*, determina el registro del máximo valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver -2,62 bits-.

La época estival de 2005 se caracteriza por un intenso crecimiento y se registra el máximo valor de densidad algal -42 530 cel/ml-. La composición de la comunidad fitoplanctónica es muy semejante a la del estío del año anterior, la especie dominante es la diatomea *Fragilaria crotonensis* -representa el 78% de la densidad celular total- y tiene como principales especies acompañantes la cianobacteria *Aphanizomenon gracile* y la clorofícea *Sphaerocystis Schroeteri*. La abundancia de *Fragilaria crotonensis* reduce el valor de diversidad de Shannon Weaver al mínimo del periodo de estudio -1,20 bits-.

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

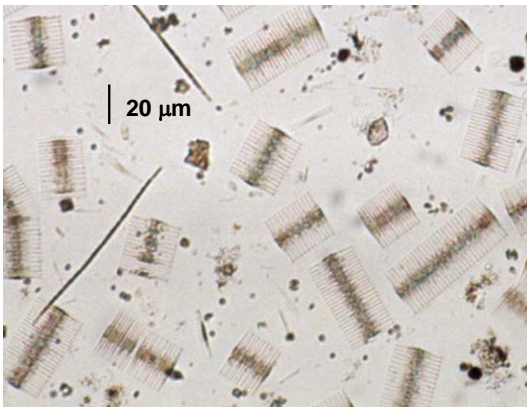
**Figura 6: Evolución temporal por clases taxonómicas**



La evolución temporal de la biomasa medida como concentración de clorofila *a* presenta una buena correspondencia con la densidad fitoplanctónica. La tendencia de ambos parámetros es la misma a lo largo del periodo de estudio y el registro de los mínimos valores -7,10 µg/l de clorofila *a*; 1 585 cel/ml- y de los máximos -38,3 µg/l de clorofila *a*; 42 530 cel/ml- coinciden en los mismos periodos de tiempo.

#### 4.3.1. Calidad bioindicadora

Los elevados valores de densidad algal media -10 248 cel/ml-, de biomasa media -18,63 µg/l de clorofila *a*- y la sucesión de especies a lo largo del año de estudio indican que el embalse de Oliana es un medio eutrófico. Las asociaciones algales identificadas en el embalse se describen a continuación:



*Fragilaria crotonensis*

Durante las épocas estivales destaca la dominancia de la diatomea *Fragilaria crotonensis* con elevados valores de densidad relativa. Esta diatomea puede crecer en medios con diversos grados tróficos, desde ambientes oligotróficos hasta eutróficos. De forma que las especies que la acompañan completan la información bioindicadora. En ambos periodos estivales, la segunda especie más abundante es la cianobacteria *Aphanizomenon gracile*. Esta especie es indicadora de medios eutróficos y suele crecer en medios estratificados y con una concentración de nutrientes nitrogenados reducida. En invierno de 2004 y primavera de 2005 la comunidad fitoplanctónica tiene valores de densidad moderados y las especies más representativas son características de medios mesotróficos: *Rhodomonas minuta* en invierno y *Cyclostephanos dubius* en primavera.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

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



Atendiendo a criterios de la OCDE, todos los indicadores sitúan al embalse en rangos eutróficos, a excepción de la transparencia que, considerando su mínimo anual, lo cataloga como mesotrófico.

Cabe citar que los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson, 1974), estimados a partir de la clorofila *a* y de la profundidad del disco de Secchi, definen al embalse como mesotrófico. No obstante, según el fósforo total, se trata de un embalse eutrófico.

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

Índice	Definición criterio	Rango	Periodo 2.004-2.005	
			Valor	Grado Trófico
EPA (1976)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 10-MESO-20 >	71	<b>EUTRÓFICO</b>
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	16.601	<b>EUTRÓFICO</b>
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	38,3	<b>EUTRÓFICO</b>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	19,2	<b>EUTRÓFICO</b>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	71	<b>EUTRÓFICO</b>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	2,4	<b>MESOTRÓFICO</b>
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	16.601	<b>E. AVANZADA</b>
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	19,2	<b>E. AVANZADA</b>
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	71	<b>E. AVANZADA</b>
Margalef (1983)	<i>NO<sub>3</sub>-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	642	<b>E. AVANZADA</b>
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	2,4	<b>E. AVANZADA</b>
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	19,2	<b>EUTRÓFICO</b>
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	38,3	<b>EUTRÓFICO</b>
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	71	<b>EUTRÓFICO</b>
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6; 6-3; 3-1.5; < 1.5	2,4	<b>EUTRÓFICO</b>
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	2,1	<b>MESOTRÓFICO</b>
TSI (Carlson, 1974): DST	<i>TSI = 10(6-log<sub>2</sub>(DST))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	47	<b>MESOTRÓFICO</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.	60	<b>MESOTRÓFICO</b>
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>TSI = 10(6-log<sub>2</sub>(54,9/PT))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	64	<b>EUTRÓFICO</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 Oliana es **DEFICIENTE**.

EMBALSE DE OLIANA

Indicadores	Elementos	Parámetros	CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO					Valor obs.	Valoración del parámetro	Valoración del indicador	IPE	EQR
			Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo					
Biológicos	Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton	Densidad algal, media anual (cel/ml)	< 5000	5000-15000	15000-25000	25000-50000	> 50000	10.248	4	2,0	2,0	0,50
		Biomasa algal, Cla a (µg/l); anual capa fótica	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	> 25	19,2	2			
		Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	> 10 <sup>5</sup>	7.765	3			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	1,4	1	2,3	2,0	0,50
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O <sub>2</sub> )	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	7,6	4			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	45,5	2			
			VALORACIÓN DE CADA CLASE									
			5	4	3	2	1					

EQR	CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO				
	Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
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>	OLIANA (OL)	<b>CAMPAÑA:</b>	2
<b>COT. MAX:</b>	518,3	<b>NIVEL:</b>	495
Estación:	E1	Profundidad:	36
Fecha:	20/11/2004	Hora:	16:30
Disco Secchi (m):	3	Capa fótica (m):	5,1

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	495	9,02	7,80	11,05	95,80	427	186	278
1	494	9,02	7,80	11,04	95,60	427	186	278
2	493	8,92	7,79	11,04	95,40	427	186	278
3	492	8,85	7,77	10,77	93,00	427	185	278
4	491	8,83	7,76	10,70	92,30	428	185	278
5	490	8,82	7,76	10,66	92,00	427	185	278
6	489	8,82	7,76	10,61	91,50	428	185	278
7	488	8,81	7,75	10,57	91,20	427	185	278
8	487	8,80	7,75	10,56	91,00	428	185	278
9	486	8,79	7,75	10,55	91,00	428	185	278
10	485	8,64	7,74	10,58	90,80	428	185	278
11	484	8,55	7,74	10,60	90,70	428	185	278
12	483	8,43	7,73	10,62	90,70	428	185	278
13	482	8,39	7,73	10,57	90,30	428	185	278
14	481	8,35	7,72	10,57	90,10	427	185	278
15	480	8,30	7,72	10,58	90,00	427	185	278
16	479	8,13	7,73	10,64	90,20	428	186	278
17	478	8,03	7,72	10,64	90,20	429	185	279
18	477	7,99	7,71	10,59	89,50	429	185	279
19	476	7,95	7,70	10,57	89,20	429	185	279
20	475	7,91	7,71	10,59	89,30	429	185	279
21	474	7,88	7,71	10,57	89,10	429	186	279
22	473	7,86	7,71	10,58	89,10	429	186	279
23	472	7,85	7,70	10,59	89,20	429	185	279
24	471	7,83	7,70	10,60	89,20	429	185	279
25	470	7,82	7,70	10,58	89,00	428	186	278
26	469	7,82	7,70	10,55	88,70	428	186	278
27	468	7,78	7,69	10,52	88,40	428	185	278
28	467	7,79	7,69	10,49	88,20	429	185	279
29	466	7,78	7,68	10,47	88,00	429	185	279
30	465	7,77	7,68	10,47	88,00	428	185	278
31	464	7,77	7,68	10,45	87,90	429	185	279
32	463	7,76	7,67	10,42	87,60	428	184	278
33	462	7,75	7,67	10,40	87,40	428	185	278
34	461	7,74	7,67	10,39	87,30	428	185	278
35	460	7,75	7,67	10,36	87,10	428	185	278
36	459	7,78	7,65	10,26	86,60	430	184	280

**TRIBUTARIO:** Segre **CAMPAÑA:** 2

Estación: OLT1 Cod. Est.: OL2T1  
 Fecha: 20/11/2004 Hora: 17:35

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	7,35	8,07	13,73	114,10	382	189	248



**TRIBUTARIO:** Segre **CAMPAÑA:** 3

---

Estación: OLT1 Cod. Est.: OL3T1  
Fecha: 19/04/2005 Hora: 11:00

---

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	8,58	7,62	10,60	90,90	168	56	109

---



## **ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS**

<b>EMBALSE:</b>	<b>OLIANA</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>OL1</b>		
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>1</b>	<b>FECHA:</b>	<b>03/08/2004</b>		
<b>COTA MÁXIMA:</b>	<b>518</b>	<b>NIVEL:</b>	<b>516</b>		
<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>					
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>E1S</b>	<b>E1T</b>	<b>E1F</b>	<b>T1</b>
PROFUNDIDAD	m	1	13	47	
COTA	msnm	515	503	469	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	4,8	8,1	3,6	18,1
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO <sub>3</sub> Ca/l	57,1	113,2	65,7	115,3
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	1,3	3,5	1,1	1,9
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	7,9	23,8	23,8	7,9
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,106	0,095	0,008	0,155
FOSFATOS	mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	0,016	0,290	0,014	0,310
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,095	0,005	0,101
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,90	1,20	0,59	0,92
AMONIO TOTAL	mg NH <sub>4</sub> /l	0,03	0,83	0,15	0,12
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,65	0,12	0,09
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,87	0,55	0,47	0,83
NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /l	0,39	1,33	0,97	4,90
NITRATOS	mg N/l	0,09	0,30	0,22	1,11
NITRITOS	mg NO <sub>2</sub> /l	0,050	0,143	0,060	0,029
NITRITOS	mg N/l	0,015	0,044	0,018	0,009
N INORGÁNICO	mg N/l	0,12	0,99	0,35	1,20
CALCIO	mg Ca/l	25,6	45,9	27,9	
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	3,4	4,9	3,4	
SODIO	mg Na/l	4,2	5,9	4,2	
POTASIO	mg K/l	1,0	1,4	1,1	
CLORUROS	mg Cl/l	5,5	8,9	5,0	
SULFATOS	mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /l	13,7	20,6	14,2	
SULFUROS	mg S <sup>-2</sup> /l			0,002	
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /l	0,70	9,82	0,00	
CLOROFILA a	µg/l	19,3			

<b>EMBALSE:</b>	<b>OLIANA</b>	<b>CÓDIGO: OL2</b>			
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>2</b>	<b>FECHA: 20/11/2004</b>			
<b>COTA MÁXIMA:</b>	<b>518</b>	<b>NIVEL: 495</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	18	35	
COTA	msnm	494	477	460	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,3			8,7
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO <sub>3</sub> Ca/l	116,6			102,6
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	1,0			1,8
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	4,0			12,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,029	0,064	0,122	0,108
FOSFATOS	mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	0,070	0,137	0,113	0,266
FOSFATOS	mg P/l	0,023	0,045	0,037	0,087
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,19	1,09	1,15	0,44
AMONIO TOTAL	mg NH <sub>4</sub> /l	0,55	0,49	0,49	0,13
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,43	0,38	0,38	0,10
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,76	0,71	0,77	0,35
NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /l	4,48	4,46	4,29	4,05
NITRATOS	mg N/l	1,01	1,01	0,97	0,92
NITRITOS	mg NO <sub>2</sub> /l	0,120	0,107	0,105	0,086
NITRITOS	mg N/l	0,037	0,033	0,032	0,026
N INORGÁNICO	mg N/l	1,48	1,42	1,38	1,04
CLOROFILA a	µg/l	7,1			

<b>EMBALSE:</b>	OLIANA	<b>CÓDIGO:</b> OL3			
<b>CAMPAÑA:</b>	3	<b>FECHA:</b> 19/04/2005			
<b>COTA MÁXIMA:</b>	518	<b>NIVEL:</b> 504			
<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	19	38	
COTA	msnm	503	485	466	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	4,4			18,8
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO <sub>3</sub> Ca/l	71,3			71,3
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	4,3			2,0
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	20,0			28,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,069	0,085	0,094	0,099
FOSFATOS	mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	0,104	0,209	0,250	0,223
FOSFATOS	mg P/l	0,034	0,068	0,082	0,073
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,74	1,20	1,33	0,77
AMONIO TOTAL	mg NH <sub>4</sub> /l	0,08	0,30	0,45	0,16
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,06	0,23	0,35	0,12
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,68	0,97	0,98	0,64
NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /l	3,71	3,65	3,68	2,68
NITRATOS	mg N/l	0,84	0,82	0,83	0,60
NITRITOS	mg NO <sub>2</sub> /l	0,122	0,106	0,093	0,080
NITRITOS	mg N/l	0,037	0,032	0,028	0,024
N INORGÁNICO	mg N/l	0,93	1,09	1,21	0,75
CLOROFILA a	µg/l	12,0			

<b>EMBALSE:</b>	<b>OLIANA</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>OL4</b>		
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>4</b>	<b>FECHA:</b>	<b>26/07/2005</b>		
<b>COTA MÁXIMA:</b>	<b>518</b>	<b>NIVEL:</b>	<b>510</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	-	-	
COTA	msnm	509			
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	6,9			11,0
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	1,7			0,7
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	4,0			8,1
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,032	0,054	0,096	0,153
FOSFATOS	mg PO <sub>4</sub> <sup>3</sup> /l	0,021	0,104	0,238	0,323
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,034	0,078	0,105
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,74	0,46	0,35	2,34
AMONIO TOTAL	mg NH <sub>4</sub> /l	0,34	0,03	0,11	3,00
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,26	0,03	0,08	2,33
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,48	0,43	0,27	0,01
NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /l	0,26	3,32	3,57	3,42
NITRATOS	mg N/l	0,06	0,75	0,81	0,77
NITRITOS	mg NO <sub>2</sub> /l	0,063	0,032	0,126	0,210
NITRITOS	mg N/l	0,019	0,010	0,038	0,064
N INORGÁNICO	mg N/l	0,34	0,79	0,93	3,17
SULFUROS	mg S <sup>-2</sup> /l			0,000	
CLOROFILA a	µg/l	38,3			

**ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS**

<b>EMBALSE:</b>	<b>OLIANA</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>OL1</b>
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>1</b>	<b>FECHA:</b>	<b>03/08/2004</b>
<b>COTAMAX:</b>	<b>518</b>	<b>D. SECCHI:</b>	<b>2,2</b>
<b>NIVEL:</b>	<b>516</b>	<b>C.FÓTICA:</b>	<b>3,7</b>
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
		<b>EIS</b>	
PROFUNDIDAD	m	<b>1</b>	
COTA	msnm	515	
CLOROFILA a	µg/l	19,30	
Población total	n° cel/ml	19.081	
Diversidad (H)	Bits	2,02	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	7.167	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	8.666	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	3.166	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	76	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	3	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	3	
<b>ESPECIES</b>	<b>TAXÓN</b>	<b>n° cel/ml</b>	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	7.158	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	8	
<i>Anabaena sp.</i>	Cianobacteria	4	
<i>Aphanizomenon gracile</i>	Cianobacteria	7.761	
<i>Chroococcus planctonicus</i>	Cianobacteria	23	
<i>Synechocystis aquatilis</i>	Cianobacteria	878	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Coelastrum microporum</i>	Clorofícea	1.813	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofícea	16	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	246	
<i>Pediastrum duplex</i>	Clorofícea	159	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofícea	45	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	884	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	2	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	74	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	3	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigofícea	1	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigofícea	2	

<b>EMBALSE:</b>	<b>OLIANA</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>OL2</b>
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>2</b>	<b>FECHA:</b>	<b>20/11/2004</b>
<b>COTAMAX:</b>	<b>518</b>	<b>D. SECCHI:</b>	<b>3,0</b>
<b>NIVEL:</b>	<b>495</b>	<b>C.FÓTICA:</b>	<b>5,1</b>
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
		<b>EIS</b>	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	494	
CLOROFILA a	µg/l	7,10	
Población total	n° cel/ml	1.585	
Diversidad (H)	Bits	1,54	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	272	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	110	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	44	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	1.158	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
<b>ESPECIES</b>	<b>TAXÓN</b>	<b>n° cel/ml</b>	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Bacillariofícea	269	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Anabaena sp.</i>	Cianobacteria	1	
<i>Aphanizomenon gracile</i>	Cianobacteria	109	
<i>Actinastrum sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Ankistrodesmus convolutus</i>	Clorofícea	1	
<i>Coelastrum microporum</i>	Clorofícea	23	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Clorofícea	2	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	8	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofícea	2	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	5	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofícea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	23	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	5	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	20	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	9	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	1.101	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	



<b>EMBALSE:</b>	<b>OLIANA</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>OL3</b>
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>3</b>	<b>FECHA:</b>	<b>19/04/2005</b>
<b>COTAMAX:</b>	<b>518</b>	<b>D. SECCHI:</b>	<b>2,1</b>
<b>NIVEL:</b>	<b>504</b>	<b>C.FÓTICA:</b>	<b>3,6</b>
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
		<b>EIS</b>	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	503	
CLOROFILA a	µg/l	12,00	
Población total	n° cel/ml	3.208	
Diversidad (H)	Bits	2,62	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	2.288	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	313	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	581	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOICEA	n° cel/ml	25	
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>	Bacillarioficea	28	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Cyclostephanos dubius</i>	Bacillarioficea	1.486	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillarioficea	212	
<i>Diatoma vulgare</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Fragilaria arcus</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillarioficea	24	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillarioficea	10	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillarioficea	507	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillarioficea	17	
<i>Anabaena sp.</i>	Cianobacteria	1	
<i>Carteria sp.</i>	Cloroficea	17	
<i>Coelastrum microporum</i>	Cloroficea	83	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Cloroficea	139	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Cloroficea	1	
<i>Kirchneriella sp.</i>	Cloroficea	10	
<i>Monoraphidium sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Cloroficea	7	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Cloroficea	1	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Cloroficea	25	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Cloroficea	28	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptoficea	31	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptoficea	1	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptoficea	7	
<i>Cryptomonas reflexa</i>	Criptoficea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptoficea	76	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptoficea	465	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinoficea	25	

<b>EMBALSE:</b>	<b>OLIANA</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>OL4</b>
<b>CAMPAÑA:</b>	<b>4</b>	<b>FECHA:</b>	<b>07/2005</b>
<b>COTAMAX:</b>	<b>518</b>	<b>D. SECCHI:</b>	-
<b>NIVEL:</b>	-	<b>C.FÓTICA:</b>	-
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
		<b>EIS</b>	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	-	
CLOROFILA a	µg/l	38,30	
Población total	n°cel/ml	42.530	
Diversidad (H)	Bits	1,20	
Clase BACILLARIOFICEA	n°cel/ml	33.058	
Grupo CIANOBACTERIA	n°cel/ml	4.988	
Clase CLOROFICEA	n°cel/ml	4.205	
Clase CRIPTOFICEA	n°cel/ml	265	
Clase CRISOFICEA	n°cel/ml	0	
Clase DINOFICEA	n°cel/ml	2	
Clase EUGLENOFICEA	n°cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n°cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n°cel/ml	12	
<b>ESPECIES</b>	<b>TAXÓN</b>	<b>n° cel/ml</b>	
<i>Anomoneis sphaerophora</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	56	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillariofícea	9	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	32.990	
<i>Anabaena flos-aquae</i>	Cianobacteria	1.452	
<i>Aphanizomenon gracile</i>	Cianobacteria	3.536	
<i>Ankyra sp.</i>	Clorofícea	3	
<i>Coelastrum microporum</i>	Clorofícea	56	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	10	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	8	
<i>Nephrocytium sp.</i>	Clorofícea	76	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofícea	63	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Clorofícea	1	
<i>Pediastrum duplex</i>	Clorofícea	56	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofícea	6	
<i>Scenedesmus tenuispina</i>	Clorofícea	6	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	3.917	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofícea	3	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	8	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	257	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Cosmarium formosulum</i>	Zigofícea	1	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigofícea	10	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigofícea	1	

**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



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

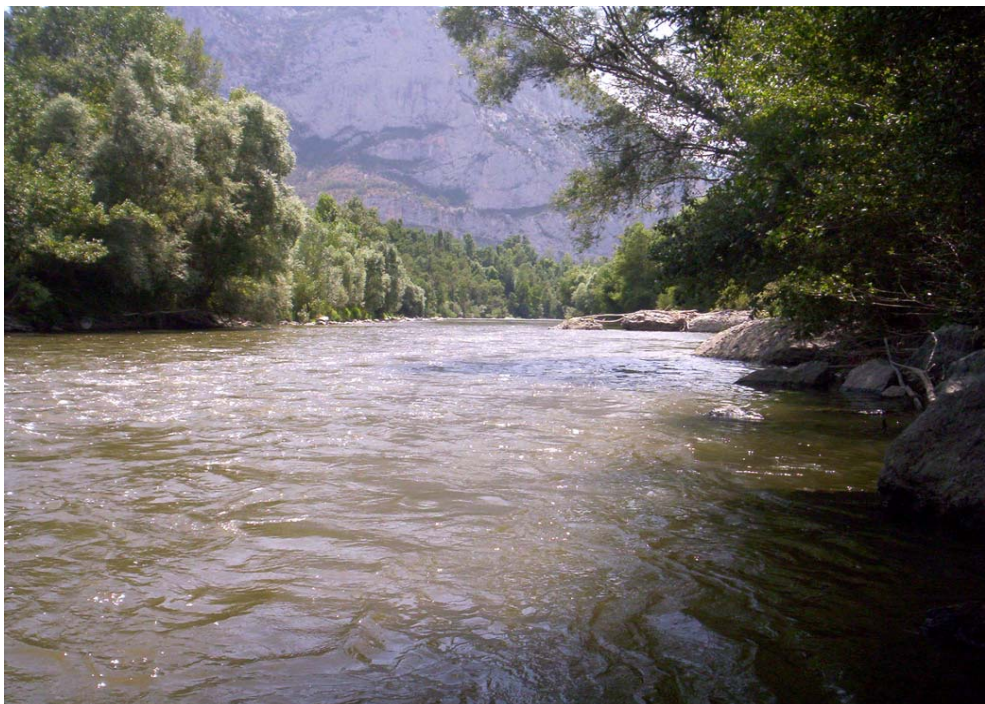


Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2005 (07/2005)





Vista panorámica del embalse de Oliana desde la estación de muestreo (E1). Invierno de 2004 (20/11/2004)



Río Segre, tributario principal del embalse de Oliana. Verano de 2004 (03/08/2004)

**APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE**



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio 2006

EMBALSE: OLIANA

CÓDIGO: OL

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: Cataluña  
Provincia: Lérida  
Municipio: Oliana



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

Tributario principal:	Río Segre	Otros tributarios:	Ríos Sellent y Perlés
Año de terminación:	1959	Propietario:	Estado
Cuenca a la que pertenece:	Segre	Altitud (msnm):	518,3
Capacidad total (hm <sup>3</sup> ):	101	Capacidad útil (hm <sup>3</sup> ):	78,38
Longitud máxima (km):	13	Perímetro (km):	33
Profundidad máxima (m):	72,7	Profundidad media (m):	22,8
Usos principales:	Riego, Hidroeléctrico	Otros usos:	Recreativo

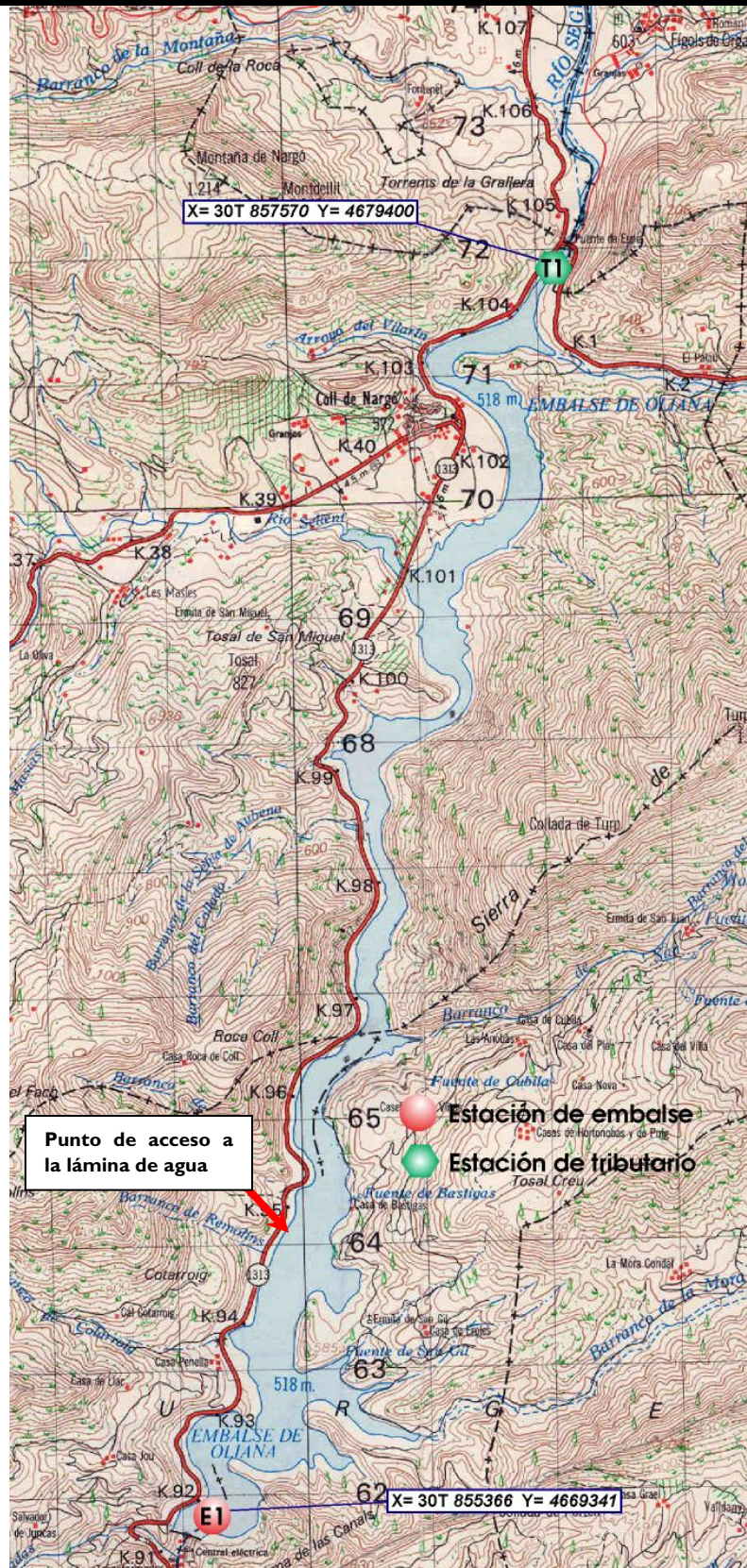


Panorámica del embalse (03/08/2004)





**SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:**



Nº Planols 1:50.000: 253,291





**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD**

		<b>GRADO TRÓFICO</b>	<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>
	<b>OLIANA</b>	<b>Eutrófico</b>	<b>Deficiente</b>
Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Óptimo/Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

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

<b>1ª CAMPAÑA</b>	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 03/08/2004
Tª superficie (°C): 23,09	pH superficie (ud): 9,60	Conductividad superficie (µS/cm): 173
Tª fondo (°C): 12,62	pH fondo (ud): 7,82	Conductividad fondo (µS/cm): 198
Tª TI (°C):	pH TI (ud):	Conductividad TI (µS/cm):
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2,2	3,7
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 13
Condiciones anóxicas:	Si	Grosor capa anóxica (m): 11
<b>2ª CAMPAÑA</b>	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 20/11/2004
Tª superficie (°C): 9,02	pH superficie (ud): 7,80	Conductividad superficie (µS/cm): 427
Tª fondo (°C): 7,78	pH fondo (ud): 7,65	Conductividad fondo (µS/cm): 430
Tª TI (°C):	pH TI (ud):	Conductividad TI (µS/cm):
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	3	5,1
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
<b>3ª CAMPAÑA</b>	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 19/04/2005
Tª superficie (°C): 10,78	pH superficie (ud): 7,98	Conductividad superficie (µS/cm): 179
Tª fondo (°C): 5,62	pH fondo (ud): 7,38	Conductividad fondo (µS/cm): 213
Tª TI (°C):	pH TI (ud):	Conductividad TI (µS/cm):
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2,1	3,6
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
<b>4ª CAMPAÑA</b>	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 26/07/2005
Tª superficie (°C): -	pH superficie (ud): -	Conductividad superficie (µS/cm): -
Tª fondo (°C): -	pH fondo (ud): -	Conductividad fondo (µS/cm): -
Tª TI (°C): -	pH TI (ud): -	Conductividad TI (µS/cm): -
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	-	-
Termoclina:	-	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	-	Grosor capa anóxica (m): -



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 03/08/2004			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	OLEIS	OLEIT	OLEIF	OLTI
PROFUNDIDAD	m	1	13	47	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,106	0,095	0,008	0,155
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,095	0,005	0,101
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,90	1,20	0,59	0,92
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,65	0,12	0,09
NITRATOS	mg N/l	0,09	0,30	0,22	1,11
NITRITOS	mg N/l	0,015	0,044	0,018	0,009
CLOROFILA $\alpha$	$\mu\text{g/l}$	19,3			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	19.081			
CLASE PREDOMINANTE:	Cianobacteria			Nº células/ml: 8.666	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Aphanizomenon gracile</i>			Nº células/ml: 7.761	
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 20/11/2004			
PARÁMETRO	UNIDAD	OLEIS	OLEIM	OLEIF	OLTI
PROFUNDIDAD	m	1	18	35	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,029	0,064	0,122	0,108
FOSFATOS	mg P/l	0,023	0,045	0,037	0,087
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,19	1,09	1,15	0,44
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,43	0,38	0,38	0,10
NITRATOS	mg N/l	1,01	1,01	0,97	0,92
NITRITOS	mg N/l	0,037	0,033	0,032	0,026
CLOROFILA $\alpha$	$\mu\text{g/l}$	7,1			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.585			
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofíceas			Nº células/ml: 1.158	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>			Nº células/ml: 1.101	
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 19/04/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	OLEIS	OLEIM	OLEIF	OLTI
PROFUNDIDAD	m	1	19	38	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,069	0,085	0,094	0,099
FOSFATOS	mg P/l	0,034	0,068	0,082	0,073
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,74	1,20	1,33	0,77
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,06	0,23	0,35	0,12
NITRATOS	mg N/l	0,84	0,82	0,83	0,60
NITRITOS	mg N/l	0,037	0,032	0,028	0,024
CLOROFILA $\alpha$	$\mu\text{g/l}$	12,0			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	3.208			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofíceas			Nº células/ml: 2.288	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclostephanos dubius</i>			Nº células/ml: 1.486	
4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 27/07/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	OLEIS	OLEIM	OLEIF	OLTI
PROFUNDIDAD	m				
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,032	0,054	0,096	0,153
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,034	0,078	0,105
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,74	0,46	0,35	2,34
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,26	0,03	0,08	2,33
NITRATOS	mg N/l	0,06	0,75	0,81	0,77
NITRITOS	mg N/l	0,019	0,010	0,038	0,064
CLOROFILA $\alpha$	$\mu\text{g/l}$	38,3			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	42.530			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofíceas			Nº células/ml: 33.058	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Fragilaria crotonensis</i>			Nº células/ml: 32.990	

## ADICIONAL INFORME EMBALSE DE OLIANA 2004-2005

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

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

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

### 1. ESTADO TRÓFICO

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

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

#### **a) Concentración de nutrientes. Fósforo total (PT)**

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

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

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

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

### b) Fitoplancton (Clorofila *a*, densidad algal)

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

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

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

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

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

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

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

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

**Tabla A3.** Niveles de calidad según la transparencia.

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

### Catalogación trófica final

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

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

Parámetros   Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración PT ( $\mu\text{g}$ )	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cél./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000

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

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

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

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

## 2. ESTADO DE LA MASA DE AGUA

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

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

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

## 2.1. POTENCIAL ECOLÓGICO

### 2.1.1. INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS: FITOPLANCTON

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

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

#### - Cálculo de Ratio de Calidad Ecológico (RCE)

##### Cálculo para clorofila a:

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

##### Cálculo para biovolumen:

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

##### Cálculo para el Índice de Grupos Algales (IGA):

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

##### Cálculo para el porcentaje de cianobacterias:

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

#### 1) Concentración de clorofila a

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

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

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

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

## 2) Biovolumen algal

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

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

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

## 3) Índice de grupos algales (IGA)

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

El índice *IGA* se expresa:

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



Siendo,

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

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

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

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

#### 4) Porcentaje de cianobacterias

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

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

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

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

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

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

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

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

Tipos 1, 2 y 3

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

Tipos 7, 8, 9, 10 y 11

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

Tipos 6 y 12

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

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

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

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

Tipo 13

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2.1.2. INDICADORES DE CALIDAD 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 OLIANA

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 Oliana 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	5,00	Oligotrófico
DISCO SECCHI	2,20	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	19,30	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	19081	Eutrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>3,25</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

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

En la tabla A20b se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final para la campaña de muestreo de 2005.



**Tabla A20b.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de Oliana 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	69,00	Eutrófico
DISCO SECCHI	2,10	Mesotrófico
COLOROFILA <i>a</i>	12,00	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	3208	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>3,50</b>	<b>EUTRÓFICO</b>

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

### DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE OLIANA

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 Oliana 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	19,30	0,12	0,17	Deficiente
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>4</b>	<b>DEFICIENTE</b>		
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,20	Moderado			
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	7,67	Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	5,00	Bueno			
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3</b>	<b>MODERADO</b>		
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>DEFICIENTE</b>			
<b>ESTADO FINAL</b>				<b>INFERIOR A BUENO</b>			

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

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

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

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	12,00	0,30	0,42	Moderado
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>3</b>			<b>MODERADO</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor				PE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,10				Moderado
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	8,50				Muy Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	69,00				Deficiente
<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 Oliana para el año 2005 es de nivel 3, **INFERIOR A BUENO**.