



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 EUGUI

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE	1
2.1. Ámbito geográfico	1
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	4
2.4. Registro de zonas protegidas	4
3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	5
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	7
4.1. Características físico-químicas de las aguas	7
4.2. Hidroquímica del embalse	9
4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores	11
4.3.1. Cualidad bioindicadora	14
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	14
6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	15
ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS	
ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS	
ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS	
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	
APÉNDICE 1. FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE	

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Eugui 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 Eugui pertenece a unas estribaciones de los Pirineos Vascos en las que hay tres macizos paleozoicos que se hunden en la más moderna cobertura mesozoica. El macizo paleozoico de Quinto Real es el que afecta al embalse y aparece en la parte oriental, al Sur de Elizondo.

El embalse, cuya presa fue terminada en 1971, se sitúa en el municipio de Esteribar, localizado en la zona norte de la Comunidad Foral de Navarra. Regula, principalmente, las aguas del río Arga.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Es un embalse de pequeñas dimensiones que se caracteriza por presentar un cuerpo alargado, ancho en cabecera que se estrecha paulatinamente en dirección a la cola del embalse.

La cuenca vertiente al embalse del Eugui tiene una superficie total de 7 008,09 ha, de las cuales 2 292 ha corresponden a la cuenca de escorrentía directa.

El embalse tiene una extensión de 123 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 21,8 hm³. Tiene una profundidad media de 17,7 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 43 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)	7 008,09
Superficie de la cuenca parcial (ha)	7 008,09
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	2 292
Superficie del embalse (ha)	123
Longitud máxima del embalse (km)	2,5
Capacidad total (hm ³)	21,8
Capacidad útil (hm ³)	-
Profundidad máxima (m)	43
Profundidad media (m)	17,7
Perímetro en máximo nivel (km)	8
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	628
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	592; 600; 607; 610; 620; 625

Se trata de un embalse monomítico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa a 6 metros de profundidad, mientras que la capa fótica oscila entre 6 y 8 metros de espesor.

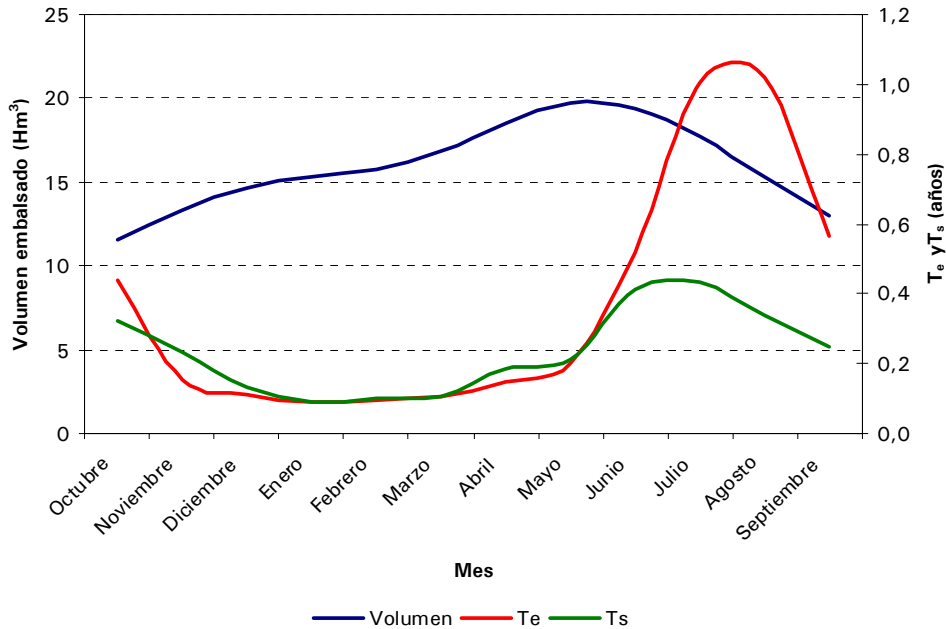
En el **cuadro II** se presentan las medias mensuales de la explotación hidráulica correspondientes al periodo 2001-2005.

Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Periodo 2001-2005

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
2001-2005	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	11,60	3,05	2,25	0,32	0,44
Noviembre	13,29	4,70	7,03	0,23	0,16
Diciembre	14,69	9,38	11,48	0,13	0,11
Enero	15,31	14,50	14,80	0,09	0,09
Febrero	15,75	11,90	12,65	0,10	0,10
Marzo	16,81	13,23	13,80	0,11	0,10
Abril	18,53	8,20	10,43	0,19	0,15
Mayo	19,76	7,93	8,38	0,21	0,20
Junio	19,43	3,88	3,08	0,41	0,52
Julio	17,75	3,48	1,50	0,43	1,01
Agosto	15,35	3,83	1,28	0,34	1,02
Septiembre	12,95	4,25	1,88	0,25	0,57
Total anual	15,93	88,30	88,53	0,18	0,18

El tiempo de residencia anual del agua es bajo, en torno a 2 meses. Los mínimos se obtienen en el mes de enero –del orden de 1 mes-; y los máximos en los meses estivales (junio-agosto). Según las salidas el máximo -5,2 meses- se localiza en julio, mientras que considerando las entradas éste se da en agosto (1 año).

¹ Significa que presenta un único ciclo anual de mezcla-estratificación vertical.

Figura 1: Volumen embalsado y tiempo de retención del agua


2.3. Usos del agua

El uso principal de las aguas embalsadas es el abastecimiento de distintos municipios, entre los que destaca Pamplona. También se destinan a la producción hidroeléctrica y al riego. En el embalse están prohibidas la navegación, la pesca y el baño.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Eugui 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 extracción para consumo humano*. En el embalse se sitúan dos captaciones para el abastecimiento de un total de 300537 habitantes, el titular de ambas captaciones es la mancomunidad de la comarca de Pamplona.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en las inmediaciones de la presa (**E1**) (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	22/07/2004	Estratificación
2ª Campaña	09/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	05/04/2005	Estratificación
4ª Campaña	07/07/2005	Estratificación

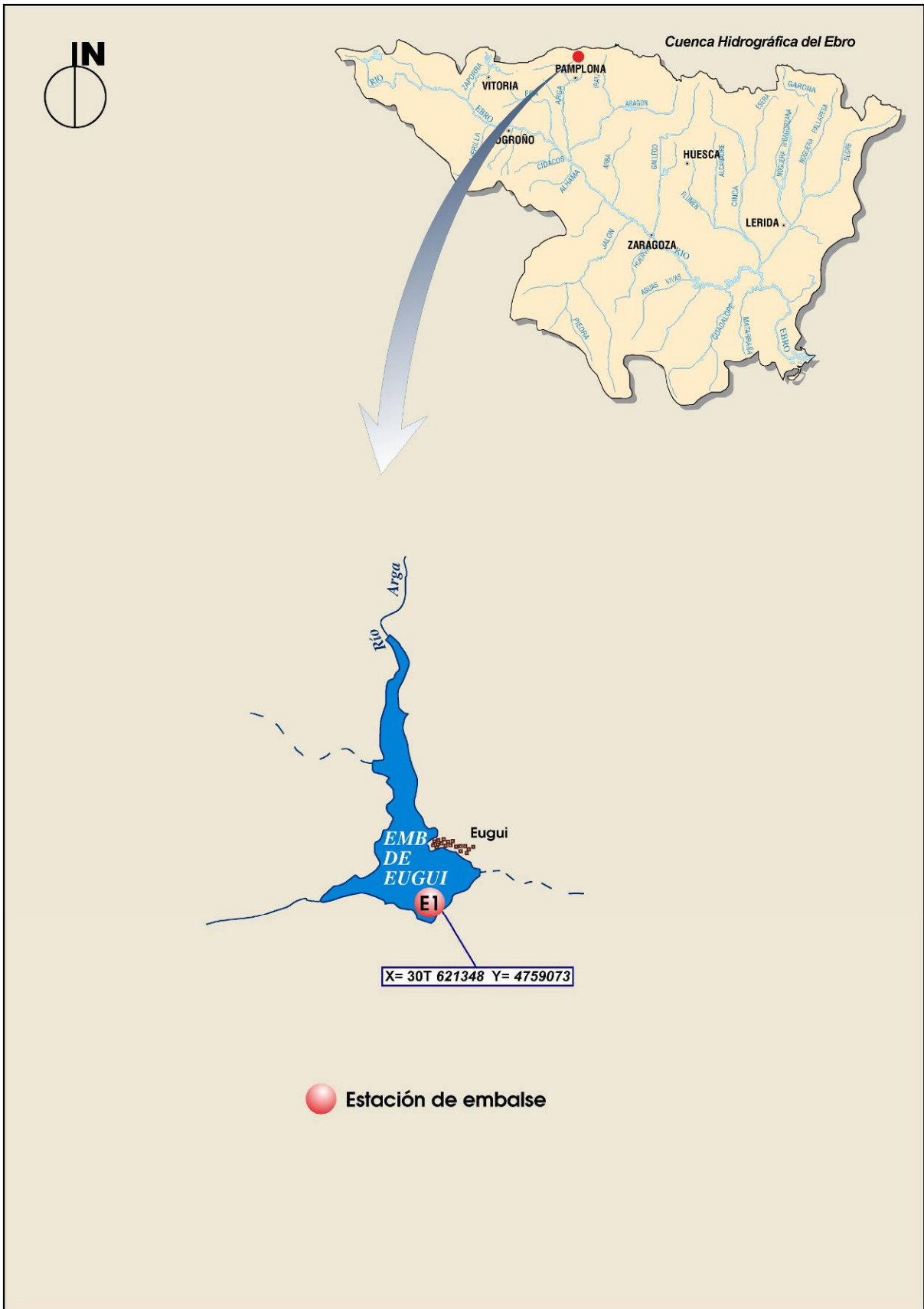


Figura 2: Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Eugui

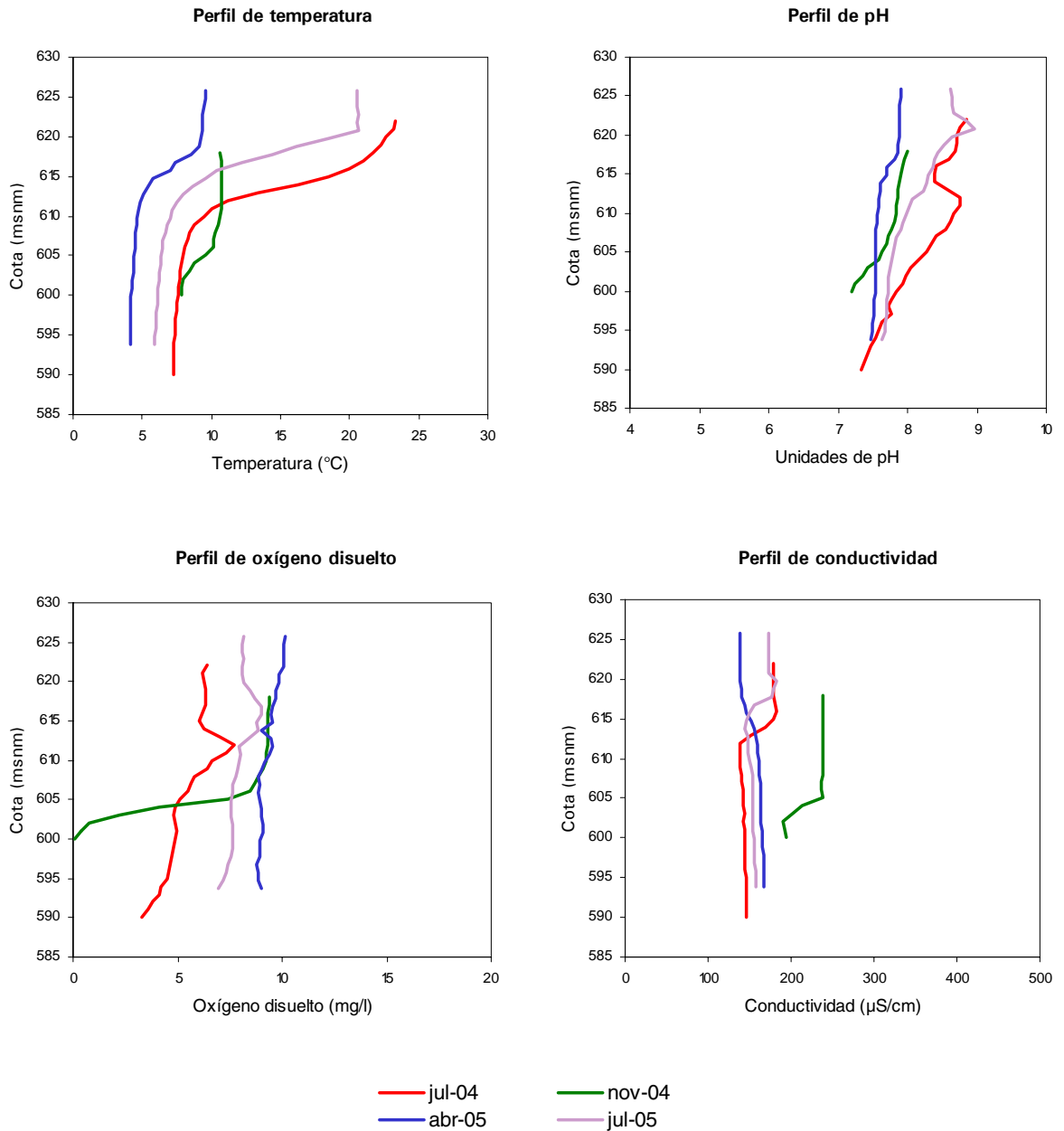
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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, presentando una media anual en torno a los 9,5 °C, que oscila entre los 4,1 °C -mínimo- y los 23,3 °C, -máximo registrado en el estío-. Durante el periodo de estival la columna de agua presenta una acusada termoclina a 6 m de profundidad. En primavera el embalse ya se encuentra estratificado, aunque la termoclina, localizada a 9 m de profundidad, es menos acusada.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 7,94 ud. El máximo epilimnético estival es de 8,96 ud y el mínimo, registrado en las capas más profundas, de 7,20 ud.
- La transparencia del agua es baja, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 3,4 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 6 metros. El mínimo (2,1 m) se registra en la campaña de primavera, mientras que el máximo (5,1 m) se registra en julio de 2005.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 7,5 mg/l O₂. En la época estival no se registran condiciones anóxicas, siendo en invierno, en los 3 últimos metros de profundidad, donde se detectan dichas condiciones.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 167 μ S/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:

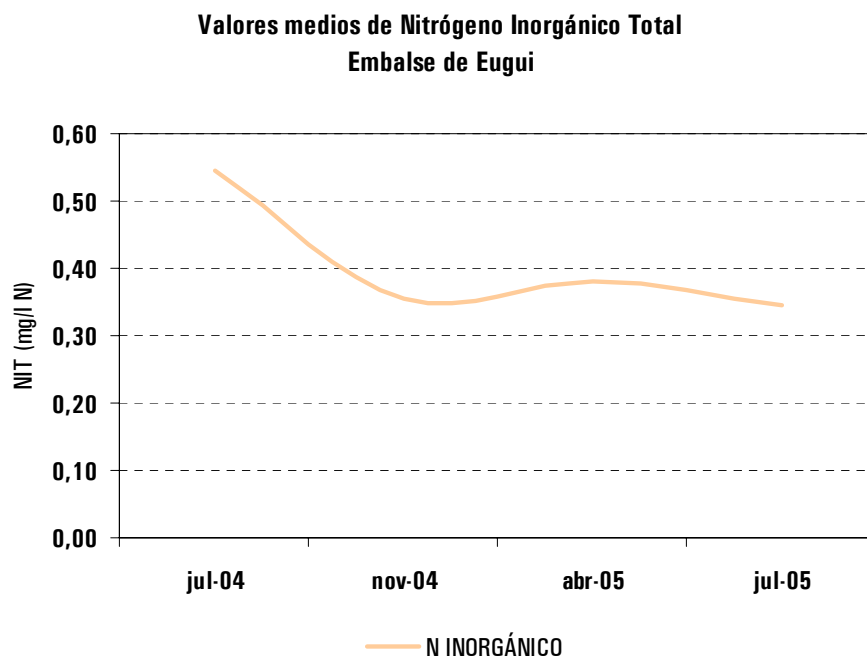
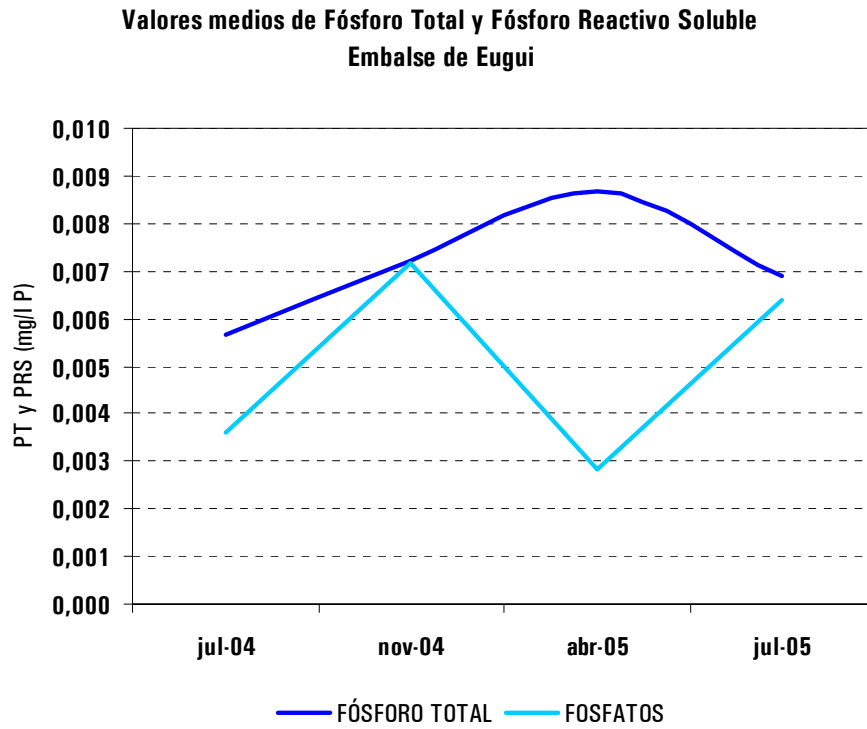
- Las concentraciones de nutrientes son moderadas en el caso del nitrógeno y bajas para el fósforo, encontrándose ambos dentro de los rangos conocidos para el embalse.

La concentración media de fósforo total para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, es de 0,007 mg/l P. El valor máximo se da en primavera, donde la concentración media de la columna de agua adquiere un valor de 0,009 mg/l P. Por su parte, los ortofosfatos presentan su máximo en invierno -0,007- mg/l P y el mínimo en primavera -0,003 mg/l P-.

De las distintas formas del nitrógeno inorgánico total (NIT), con un valor medio anual 0,41 mg/l N, la predominante es la de nitratos ($\text{NO}_3/\text{NIT}=83\%$), siendo la proporción de amonio moderada ($\text{NH}_4/\text{NIT}=16\%$) y la de nitritos muy pequeña ($\text{NO}_2/\text{NIT}=1\%$). Las concentraciones de NIT obtenidas en los distintos muestreos han sido homogéneas, en torno a 0,35 mg/l N, a excepción de la campaña de verano de 2004, donde se da el máximo con un registro de 0,55 mg/lN.

- 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 han sido de 0,7 y 9,7 mg O_2/l , para la DBO_5 y DQO , respectivamente.
- Las aguas embalsadas no presentan una alta mineralización y la concentración de calcio (19,3 mg Ca/l) se sitúa en el rango habitual en el embalse.

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes



4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores

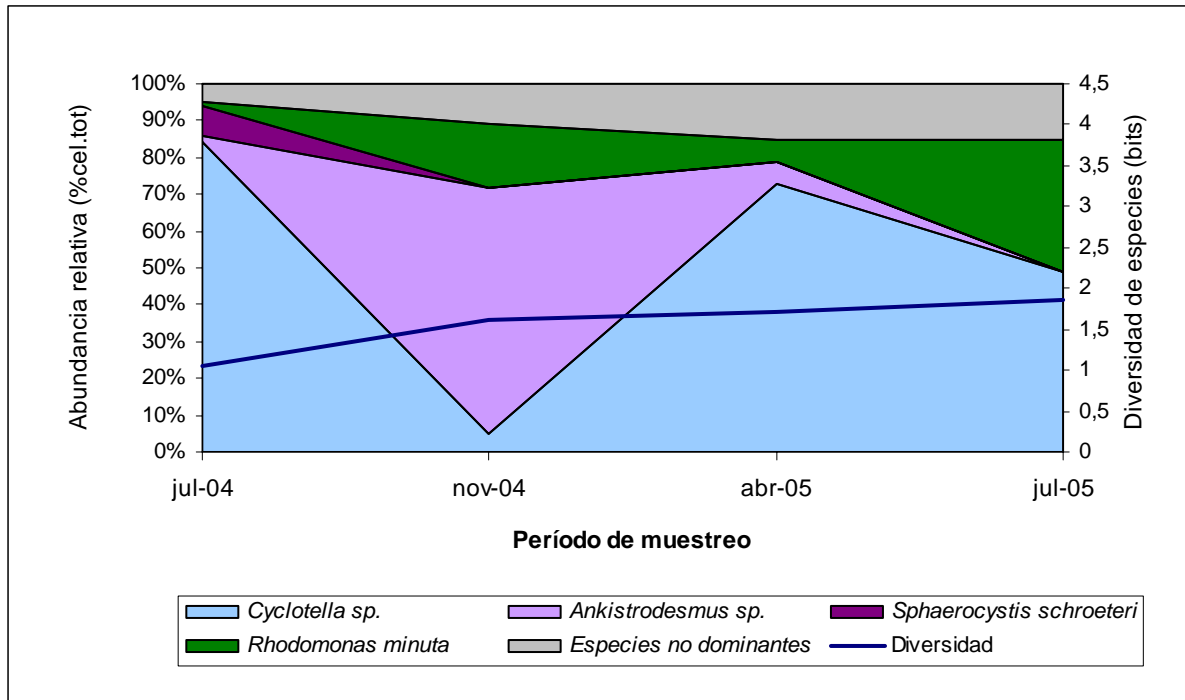
Los resultados de los análisis cuantitativos de fitoplancton se presentan en el **Anexo III**. De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones.

De la totalidad de 4 análisis realizados se han identificado un total de 49 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 17 diatomeas
- 3 cianobacterias
- 14 clorofíceas
- 4 criptofíceas
- 3 crisofíceas
- 5 dinofíceas
- 3 euglenofíceas

El gráfico siguiente recoge los cambios estacionales -climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico estudiado -2004-2005-. Las 4 especies que aparecen en el gráfico son consideradas las más representativas de este sistema léntico, atendiendo a la densidad algal -cel/ml- que presenten en una determinada estación climatológica.

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



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

En verano de 2004, la comunidad algal presenta valores moderados de densidad -1.042 cel/ml-. La diatomea *Cyclotella sp.* es la especie mayoritaria en este periodo -84% de las células identificadas-. La existencia de una especie dominante reduce el valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver -1,06 bits-, como puede observarse en la Figura 5.

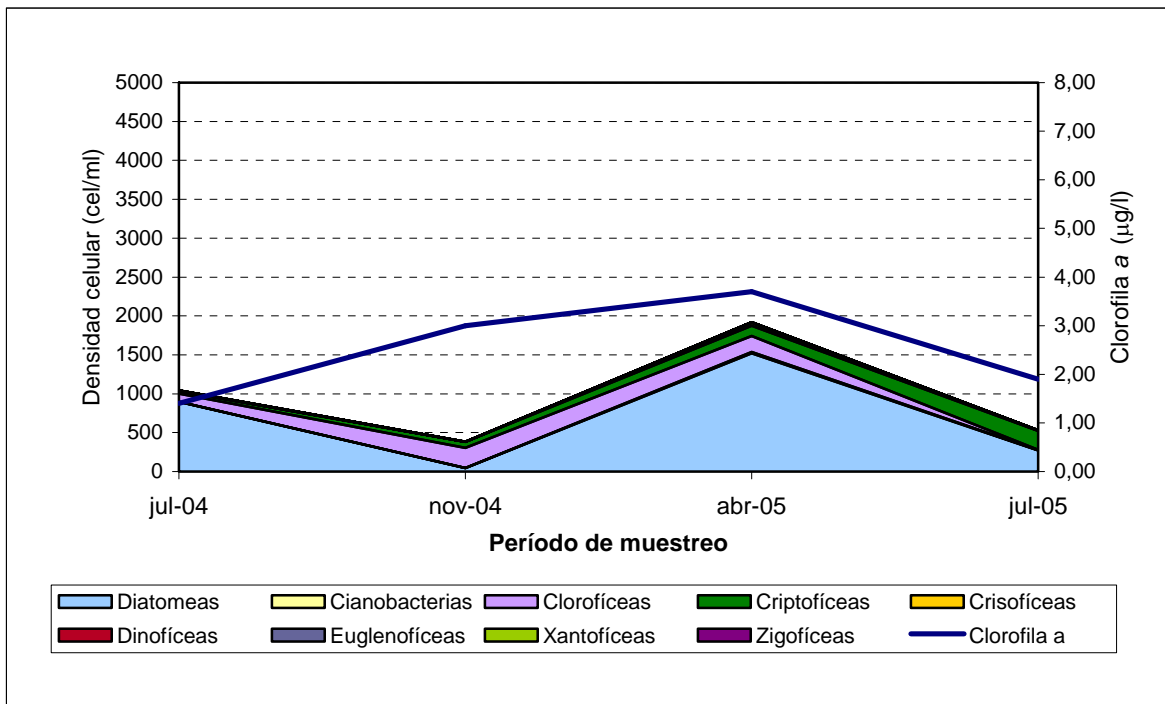
En el periodo invernal el tamaño de la comunidad fitoplanctónica es muy reducido, registrándose el valor mínimo anual de densidad -385 cel/ml-. Se reducen las poblaciones de diatomeas y la especie más abundante es la única clorofícea identificada -*Ankistrodesmus sp.*-. La presencia de esta especie durante el invierno indica de un medio mesotrófico.

En primavera, la densidad celular aumenta de nuevo y se cuantifica el valor máximo del periodo de estudio -1.920 cel/ml-. Las clorofíceas han dado paso a las diatomeas, que se establecen como grupo dominante. De nuevo la especie dominante es *Cyclotella sp.* y la principal especie acompañante es *Ankistrodesmus sp.*, que en este período está en retroceso.

En el segundo periodo estival, se reduce la densidad fitoplanctónica con respecto a la primavera -531cel/ml-. En este periodo se observa la co-dominancia de diatomeas representadas por *Cyclotella sp.* y de criptofíceas, representadas por *Rhodomonas minuta*. La ausencia de una especie claramente dominante determina el máximo valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver -1,85 bits-. Los valores de diversidad se mantienen en rangos bajos, ya que no se han identificado un elevado número de especies.

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

Figura 6: Evolución temporal por clases taxonómicas



La correspondencia a lo largo del periodo de estudio entre la concentración de clorofila *a* y la densidad fitoplanctónica se puede calificar de buena. Ambos parámetros se mantienen en un rango de valores bajo, ya que las especies identificadas son de pequeño tamaño y escaso contenido en clorofila *a*.

4.3.1. Calidad bioindicadora

La diatomea *Cyclotella sp.* de mayor representatividad en primavera y verano, está asociada a lagos y embalses mesotróficos templados. La misma información proporciona



Ankistrodesmus sp.

la especie dominante en el período invernal, *Ankistrodesmus sp.* que forma parte de las asociaciones invernales de algas en medios mesotróficos. Por otro lado, el valor medio de biomasa -2,50 mg/l de clorofila *a*- y la densidad algal media -969 cel/ml- confirman la valoración del embalse como oligo-mesotrófico.

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 Eugui, como **oligo-mesotrófico**.

Atendiendo a criterios de la OCDE el parámetro causal básico (PT) sitúa al embalse en rangos de oligotrofia, mientras que los de respuesta, clorofila *a* (considerado como valor anual en la capa fótica) y transparencia, presentan un resultado de mesotrofia.

Cabe citar que, los resultados obtenidos con el índice TSI (Carlson,1974), estimados a partir del la clorofila *a*, del fósforo total y de la profundidad del disco de Secchi, mantienen, prácticamente, la misma pauta que los criterio de la OCDE.

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 >	7	OLIGOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	970	OLIGOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	3,7	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	2,5	OLIGO-MESOT.
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	7	OLIGOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	3,4	MESOTRÓFICO
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	970	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	2,5	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	7	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	337	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	3,4	E. MODERADA
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	2,5	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	3,7	OLIGOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	7	OLIGOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6; 6-3; 3-1.5; < 1.5	3,4	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	2,1	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): DST	<i>TSI= 10(6-log2(DST))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	43	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): CLA	<i>10(6-log2 7,7(1/Cl^a^0,68))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	40	OLIGOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>TSI= 10(6-log2(54,9/PT))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	31	OLIGOTRÓFICO

6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

En el apartado 6.1. de la MEMORIA DEL ESTUDIO - ESTABLECIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO- se describe la metodología empleada para clasificar el potencial ecológico.

Tal y como se refleja en el cuadro siguiente, el potencial ecológico del embalse de Eugui es **ÓPTIMO**.

EMBALSE DE EUGUI			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	969	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	2,5	4			
		Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	> 10 ⁵	0	5			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	3,4	3	3,7	3,7	1,00
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O ₂)	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	7,2	4			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	7,1	4			
			VALORACIÓN DE CADA CLASE									
			5	4	3	2	1					

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

ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

EMBALSE: EUGUI (EU) **CAMPAÑA:** 1
COT. MAX: 628 **NIVEL:** 622

Estación: E1 Profundidad: 32
 Fecha: 22/07/2004 Hora: 19:15
 Disco Secchi (m): 3,7 Capa fótica (m): 6,3

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	622	23,25	8,84	6,40	71,8	178	281	116
1	621	23,22	8,76	6,22	72,6	178	279	116
2	620	22,66	8,72	6,26	73,2	178	279	116
3	619	22,27	8,71	6,31	72,4	178	280	116
4	618	21,70	8,68	6,33	71,8	178	280	116
5	617	21,02	8,60	6,33	71,0	180	280	117
6	616	20,01	8,41	6,18	67,8	182	276	118
7	615	18,44	8,38	6,04	64,5	178	278	116
8	614	16,26	8,40	6,23	63,3	170	283	111
9	613	13,44	8,57	6,99	67,2	152	295	99
10	612	11,16	8,75	7,70	69,1	139	307	90
11	611	10,05	8,75	7,33	64,3	138	309	90
12	610	9,44	8,67	6,61	57,4	139	306	90
13	609	8,77	8,63	6,42	54,9	139	306	90
14	608	8,46	8,55	5,82	49,4	141	303	92
15	607	8,28	8,42	5,63	47,5	141	296	92
16	606	8,10	8,35	5,48	46,2	142	292	92
17	605	7,97	8,27	5,08	43,0	142	289	92
18	604	7,84	8,15	4,92	41,2	143	282	93
19	603	7,77	8,05	4,83	40,5	144	277	93
20	602	7,69	7,98	4,90	41,3	143	273	93
21	601	7,66	7,92	4,96	41,3	144	270	93
22	600	7,58	7,85	4,89	40,8	144	266	93
23	599	7,53	7,77	4,82	40,2	144	262	94
24	598	7,51	7,72	4,76	39,6	144	259	94
25	597	7,43	7,76	4,62	38,3	145	261	94
26	596	7,38	7,63	4,57	37,9	145	254	94
27	595	7,33	7,58	4,54	37,3	145	252	94
28	594	7,32	7,54	4,22	34,8	145	249	94
29	593	7,30	7,48	4,09	33,7	146	245	95
30	592	7,27	7,43	3,78	30,9	146	243	95
31	591	7,23	7,38	3,56	29,2	147	240	95
32	590	7,27	7,34	3,32	27,3	147	217	95

EMBALSE: EUGUI (EU) **CAMPAÑA:** 2
COT. MAX: 628 **NIVEL:** 618

Estación: E1 Profundidad: 18
 Fecha: 09/11/2004 Hora: 13:40
 Disco Secchi (m): 2,1 Capa fótica (m): 3,6

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	618	10,67	8,01	9,40	84,7	239	182	155
1	617	10,68	7,96	9,36	84,3	239	182	155
2	616	10,68	7,93	9,31	83,9	239	183	155
3	615	10,68	7,90	9,30	83,7	239	183	155
4	614	10,68	7,89	9,30	83,7	239	184	155
5	613	10,68	7,87	9,29	83,7	239	185	155
6	612	10,69	7,86	9,28	83,6	239	186	155
7	611	10,68	7,83	9,27	83,5	239	186	155
8	610	10,67	7,84	9,27	83,5	239	187	155
9	609	10,55	7,81	9,09	81,4	238	188	155
10	608	10,24	7,77	8,88	79,2	238	189	155
11	607	10,16	7,73	8,68	77,4	237	198	154
12	606	10,12	7,71	8,50	75,6	236	189	153
13	605	9,54	7,64	7,40	64,8	239	189	155
14	604	8,77	7,58	4,10	37,1	213	190	138
15	603	8,46	7,43	2,22	19,0	201	184	131
16	602	7,99	7,36	0,73	6,2	190	182	124
17	601	7,85	7,23	0,36	3,1	192	178	125
18	600	7,79	7,20	0,11	0,9	194	51	126

EMBALSE: EUGUI (EU) **CAMPAÑA:** 3
COT. MAX: 628 **NIVEL:** 626

Estación: E1 Profundidad: 32
 Fecha: 05/04/2005 Hora: 11:05
 Disco Secchi (m): 2,5 Capa fótica (m): 4,3

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	626	9,58	7,90	10,15	88,7	139	246	90
1	625	9,52	7,90	10,08	88,3	139	147	90
2	624	9,51	7,89	10,05	88,0	139	149	90
3	623	9,39	7,89	10,04	87,7	139	150	90
4	622	9,37	7,88	10,05	87,7	139	150	90
5	621	9,33	7,88	9,86	86,2	139	151	90
6	620	9,21	7,88	9,84	85,6	139	152	90
7	619	9,16	7,86	9,68	84,1	140	152	91
8	618	8,50	7,87	9,66	82,6	140	152	91
9	617	7,42	7,82	9,58	80,1	144	152	94
10	616	7,09	7,70	9,43	87,5	147	151	96
11	615	5,75	7,70	9,52	76,4	151	151	98
12	614	5,42	7,62	8,99	71,0	155	151	101
13	613	5,03	7,60	9,47	74,2	158	152	103
14	612	4,87	7,59	9,51	74,2	159	151	103
15	611	4,75	7,58	9,37	73,2	160	152	104
16	610	4,67	7,57	9,14	71,0	161	153	105
17	609	4,60	7,56	9,01	69,8	161	153	105
18	608	4,54	7,55	8,89	68,9	162	152	105
19	607	4,51	7,55	8,90	68,8	163	153	106
20	606	4,45	7,54	8,82	68,2	163	152	106
21	605	4,41	7,54	8,90	68,6	163	153	106
22	604	4,38	7,55	9,03	69,6	163	154	106
23	603	4,34	7,55	8,99	69,3	164	155	107
24	602	4,30	7,54	9,08	69,9	164	155	107
25	601	4,23	7,54	9,05	69,5	165	155	107
26	600	4,20	7,53	8,95	69,0	166	155	108
27	599	4,19	7,52	8,95	68,6	166	155	108
28	598	4,17	7,51	8,95	68,6	167	156	109
29	597	4,17	7,51	8,81	68,0	167	156	109
30	596	4,16	7,50	8,82	67,6	167	156	109
31	595	4,17	7,50	8,88	67,9	168	156	109
32	594	4,18	7,48	9,00	69,0	168	156	109

EMBALSE: EUGUI (EU) **CAMPAÑA:** 4
COT. MAX: 628 **NIVEL:** 625,2

Estación: E1 Profundidad: 32
 Fecha: 07/07/2005 Hora: 10:55
 Disco Secchi (m): 5,1 Capa fótica (m): 8,7

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	626	20,56	8,61	8,15	90,7	173	-	112
1	625	20,57	8,65	8,09	90,0	173	-	112
2	624	20,56	8,64	8,11	90,3	173	-	112
3	623	20,60	8,66	8,13	90,5	173	-	112
4	622	20,57	8,85	8,11	90,3	173	-	112
5	621	20,60	8,96	8,06	89,8	173	-	112
6	620	18,41	8,64	8,19	87,2	182	-	118
7	619	16,19	8,52	8,46	86,8	178	-	116
8	618	14,47	8,43	8,74	85,7	177	-	115
9	617	12,28	8,39	8,98	83,8	156	-	101
10	616	10,37	8,37	8,97	81,8	150	-	98
11	615	9,53	8,29	8,80	77,2	146	-	95
12	614	8,60	8,27	8,84	76,0	145	-	94
13	613	7,93	8,23	8,39	70,8	148	-	96
14	612	7,53	8,06	7,96	66,5	149	-	97
15	611	7,20	8,02	8,03	66,3	149	-	97
16	610	7,07	7,97	7,94	65,8	150	-	98
17	609	6,84	7,94	7,85	65,1	151	-	98
18	608	6,70	7,90	7,78	63,6	153	-	99
19	607	6,50	7,84	7,65	62,4	153	-	99
20	606	6,45	7,82	7,66	62,3	154	-	100
21	605	6,38	7,80	7,54	61,6	154	-	100
22	604	6,33	7,77	7,53	61,3	154	-	100
23	603	6,28	7,75	7,55	61,1	154	-	100
24	602	6,20	7,73	7,63	61,5	154	-	100
25	601	6,16	7,72	7,64	61,7	154	-	100
26	600	6,13	7,72	7,63	61,6	155	-	101
27	599	6,09	7,70	7,63	61,4	155	-	101
28	598	6,01	7,70	7,54	60,9	156	-	101
29	597	5,98	7,69	7,38	59,4	156	-	101
30	596	5,95	7,68	7,31	58,7	157	-	102
31	595	5,93	7,67	7,18	57,6	157	-	102
32	594	5,91	7,64	6,98	56,0	158	-	103

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	EUGUI	CÓDIGO:	EU1	
CAMPAÑA:	1	FECHA:	23/07/2004	
COTA MÁXIMA:	628,00	NIVEL:	622	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	9	32
COTA	msnm	621	613	590
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	1,3	2,2	1,2
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	79,1	78,7	67,8
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,9	1,4	1,1
DQO	mg O ₂ /l	4,0	12,0	4,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,004	0,006
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,011	0,012	0,010
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,004	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	1,27	1,22
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,41	0,26	0,03
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,32	0,20	0,02
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,26	1,07	1,20
NITRATOS	mg NO ₃ /l	2,00	1,10	1,70
NITRATOS	mg N/l	0,45	0,25	0,38
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,013	0,010	0,016
NITRITOS	mg N/l	0,004	0,003	0,005
N INORGÁNICO	mg N/l	0,78	0,45	0,41
CALCIO	mg Ca/l	20,0	19,9	18,0
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	8,6	8,7	6,6
SODIO	mg Na/l	3,0	3,2	3,4
POTASIO	mg K/l	0,4	0,7	0,6
CLORUROS	mg Cl ⁻ /l	4,4	4,4	4,4
SULFATOS	mg SO ₄ ⁻² /l	5,4	6,3	3,9
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,0
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	1,48	2,45	1,18
CLOROFILA a	µg/l	1,4		

EMBALSE:	EUGUI	CÓDIGO:	EU2	
CAMPAÑA:	2	FECHA:	09/11/2004	
COTA MÁXIMA:	628,00	NIVEL:	618	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	8	17
COTA	msnm	617	610	601
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,6		
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	79,5		
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,5		
DQO	mg O ₂ /l	16,0		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,006	0,008
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,024	0,018	0,024
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,006	0,008
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,39	0,45	0,34
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,05	0,05	0,04
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,35	0,41	0,32
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,35	1,26	1,60
NITRATOS	mg N/l	0,30	0,28	0,36
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,011	0,012	0,005
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,004	0,002
N INORGÁNICO	mg N/l	0,34	0,33	0,39
CLOROFILA a	µg/l	3,0		

EMBALSE:	EUGUI	CÓDIGO:	EU3	
CAMPAÑA:	3	FECHA:	05/04/2005	
COTA MÁXIMA:	628,00	NIVEL:	626	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	11	32
COTA	msnm	625	615	594
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,7		
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	53,1		
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,8		
DQO	mg O ₂ /l	4,0		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,010	0,009
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,011	0,009	0,006
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,003	0,002
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,50	0,32	0,49
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,04	0,04	0,02
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,03	0,02
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,47	0,29	0,47
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,52	1,53	1,58
NITRATOS	mg N/l	0,34	0,35	0,36
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,024	0,015	0,016
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,005	0,005
N INORGÁNICO	mg N/l	0,38	0,38	0,38
CLOROFILA a	µg/l	3,7		

EMBALSE:	EUGUI	CÓDIGO:	EU4	
CAMPAÑA:	4	FECHA:	07/07/2005	
COTA MÁXIMA:	628,00	NIVEL:	625	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	14	31
COTA	msnm	624	611	594
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	0,6		
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,2		
DQO	mg O ₂ /l	12,1		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,007	0,007
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,022	0,017	0,020
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,006	0,007
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,48	0,32
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,03	0,03	0,03
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,02
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,56	0,46	0,30
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,13	1,51	1,63
NITRATOS	mg N/l	0,25	0,34	0,37
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,013	0,008	0,006
NITRITOS	mg N/l	0,004	0,002	0,002
N INORGÁNICO	mg N/l	0,28	0,37	0,39
SULFUROS	mg S ⁻² /l	0,0		
CLOROFILA a	µg/l	1,9		

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	EUGUI	CÓDIGO:	EU1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	22/07/2004
COTAMAX:	628	D. SECCHI:	3,7
NIVEL:	622	C.FÓTICA:	6,3
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	621	
CLOROFILA a	µg/l	1,40	
Población total	n° cel/ml	1.042	
Diversidad (H)	Bits	1,06	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	894	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	110	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	32	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase DINOFICEA	n° cel/ml	2	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	3	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Cocconeis sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	875	
<i>Eunotia sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	15	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	19	
<i>Ankyra sp.</i>	Clorofícea	4	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	5	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Pandorina morum</i>	Clorofícea	2	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	79	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	19	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	13	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenofícea	1	
<i>Trachelomonas volvocina</i>	Euglenofícea	2	

EMBALSE:	EUGUI	CÓDIGO:	EU2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	09/11/2004
COTAMAX:	628	D. SECCHI:	2,1
NIVEL:	618	C.FÓTICA:	3,6
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	617	
CLOROFILA a	µg/l	3,00	
Población total	n° cel/ml	384	
Diversidad (H)	Bits	1,61	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	46	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	259	
Clase CRIFTOFICEA	n° cel/ml	78	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	22	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	18	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Gyrosigma sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	259	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	4	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	2	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	5	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	67	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	

EMBALSE:	EUGUI	CÓDIGO:	EU3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	05/04/2005
COTAMAX:	628	D. SECCHI:	2,5
NIVEL:	626	C.FÓTICA:	4,3
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	625	
CLOROFILA a	µg/l	3,70	
Población total	n° cel/ml	1.920	
Diversidad (H)	Bits	1,71	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	1.520	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	16	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	205	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	133	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	35	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	10	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	79	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	1.393	
<i>Gomphonema sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	4	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Stephanodiscus alpinus</i>	Bacillariofícea	41	
<i>Snowella sp.</i>	Cianobacteria	15	
<i>Woronichia sp.</i>	Cianobacteria	1	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	111	
<i>Chlamydomonas pertusa</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	84	
<i>Chloromonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	5	
<i>Schroederia setigera</i>	Clorofícea	1	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofícea	2	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	6	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	9	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	7	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	111	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	35	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	7	
<i>Gymnodinium sp2.</i>	Dinofícea	2	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenofícea	1	

EMBALSE:	EUGUI	CÓDIGO:	EU4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	07/07/2005
COTAMAX:	628	D. SECCHI:	5,1
NIVEL:	625	C.FÓTICA:	8,7
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	624	
CLOROFILA a	µg/l	1,90	
Población total	n° cel/ml	531	
Diversidad (H)	Bits	1,85	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	273	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	7	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	239	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	7	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	2	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	2	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Achnanthes sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	258	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	11	
<i>Navicula trivialis</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Aphanizomenon sp.</i>	Cianobacteria	1	
<i>Ankyra sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Monoraphidium sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Pandorina morum</i>	Clorofícea	1	
<i>Schroederia setigera</i>	Clorofícea	1	
<i>Sphaerocystis sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	49	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	189	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	5	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisofícea	1	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	1	
<i>Peridinium elpatiewskyi</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium umbonatum</i>	Dinofícea	1	
<i>Trachelomonas sp.</i>	Euglenofícea	2	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Invierno de 2004 (09/11/2004)



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



Panorámica del embalse de Eugui. Invierno de 2004 (09/11/2004)

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio de 2006

EMBALSE: EUGUI

CÓDIGO: EU

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: Navarra
Provincia: Navarra
Municipio: Esteribar



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

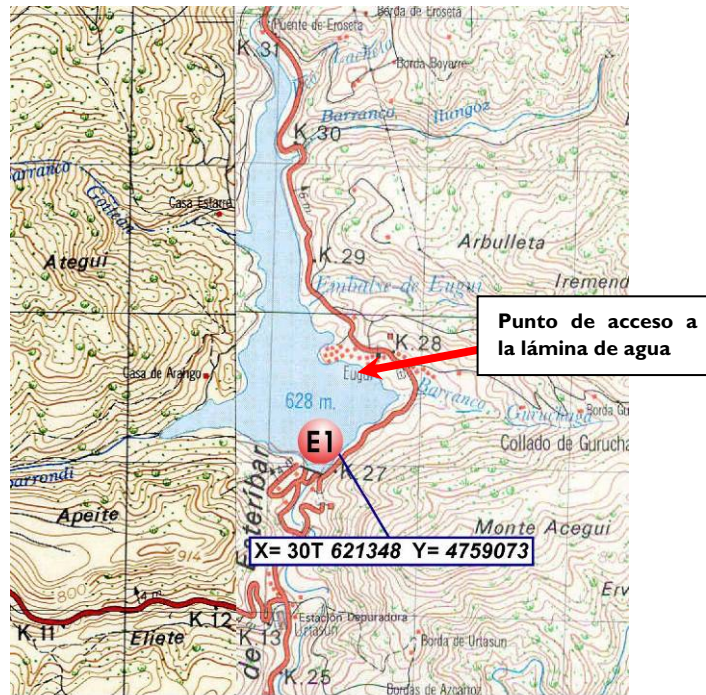
Tributario principal:	Arga	Otros tributarios:	-
Año de terminación:	1971	Propietario:	Estado
Cuenca a la que pertenece:	Arga-Aragón	Altitud (msnm):	628
Capacidad total (hm ³):	21,8	Capacidad útil (hm ³):	-
Longitud máxima (km):	2,5	Perímetro (km):	8
Profundidad máxima (m):	43	Profundidad media (m):	17
Usos principales:	Abastecimiento	Otros usos:	Riego, Hidroeléctrico



Panorámica del embalse (05/04/2005)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



 Estación de embalse

Nº Plano/s 1:50.000: 115, 116

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

		GRADO TRÓFICO	POTENCIAL ECOLÓGICO
EUGUI		Oligo-Meso	Óptimo
Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Óptimo/Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

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

1ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 22/07/2004
Tª superficie (°C): 23,25	pH superficie (ud): 8,84	Conductividad superficie (µS/cm): 178
Tª fondo (°C): 7,27	pH fondo (ud): 7,34	Conductividad fondo (µS/cm): 147
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	3,7	6,3
Termoclina: Si		Profundidad (m): 6
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -
2ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 09/11/2004
Tª superficie (°C): 10,67	pH superficie (ud): 8,01	Conductividad superficie (µS/cm): 239
Tª fondo (°C): 7,79	pH fondo (ud): 7,20	Conductividad fondo (µS/cm): 194
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2,1	3,6
Termoclina: No		Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas: Si		Grosor capa anóxica (m): 3
3ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 05/04/2005
Tª superficie (°C): 9,58	pH superficie (ud): 7,90	Conductividad superficie (µS/cm): 139
Tª fondo (°C): 4,18	pH fondo (ud): 7,48	Conductividad fondo (µS/cm): 198
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2,5	4,3
Termoclina: Si		Profundidad (m): 9
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -
4ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 07/07/2005
Tª superficie (°C): 20,56	pH superficie (ud): 8,61	Conductividad superficie (µS/cm): 173
Tª fondo (°C): 5,51	pH fondo (ud): 7,64	Conductividad fondo (µS/cm): 158
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	5,1	8,7
Termoclina: Si		Profundidad (m): 6
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 22/07/2004		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	EUEIS	EUEIT	EUEIF
PROFUNDIDAD	m	1	9	32
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,004	0,006
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,004	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	1,27	1,22
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,32	0,20	0,02
NITRATOS	mg N/l	0,45	0,25	0,38
NITRITOS	mg N/l	0,004	0,003	0,005
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	1,4		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.042		
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea	Nº células/ml: 894		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella sp.</i>	Nº células/ml: 875		

2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 09/11/2004		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	EUEIS	EUEIM	EUEIF
PROFUNDIDAD	m	1	8	17
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,006	0,008
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,006	0,008
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,39	0,45	0,34
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,03
NITRATOS	mg N/l	0,30	0,28	0,36
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,004	0,002
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	3,0		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	384		
CLASE PREDOMINANTE:	Clorofícea	Nº células/ml: 259		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Nº células/ml: 259		

3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 05/04/2005		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	EUEIS	EUEIM	EUEIF
PROFUNDIDAD	m	1	11	32
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,010	0,009
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,003	0,002
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,50	0,32	0,49
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,03	0,02
NITRATOS	mg N/l	0,34	0,35	0,36
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,005	0,005
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	3,7		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.920		
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea	Nº células/ml: 1.520		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella sp.</i>	Nº células/ml: 1.393		

4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 07/07/2005		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	EUEIS	EUEIM	EUEIF
PROFUNDIDAD	m	1	14	31
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,007	0,007
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,006	0,007
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,48	0,32
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,02
NITRATOS	mg N/l	0,25	0,34	0,37
NITRITOS	mg N/l	0,004	0,002	0,002
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	1,9		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	624		
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea	Nº células/ml: 273		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella sp.</i>	Nº células/ml: 258		

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE EUGUI 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Eugui 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 de eugui (CHE). Desde 1984 se demostró que los criterios de la OCDE, que relacionan la carga de nutrientes con las respuestas de eutrofización, eran válidos para los embalses españoles.

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

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

b) Fitoplancton (Clorofila a, densidad algal)

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabla A3. Niveles de calidad según la transparencia.

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

Catalogación trófica final

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

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

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

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

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

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

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

2. ESTADO DE LA MASA DE AGUA

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

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

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

2.1. POTENCIAL ECOLÓGICO

2.1.1. INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS: FITOPLANCTON

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

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

- Cálculo de Ratio de Calidad Ecológico (RCE)

Cálculo para clorofila a:

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

Cálculo para biovolumen:

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

Cálculo para el Índice de Grupos Algales (IGA):

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

Cálculo para el porcentaje de cianobacterias:

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

1) Concentración de clorofila a

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

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

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

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

2) Biovolumen algal

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

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

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

3) Índice de grupos algales (IGA)

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

El índice IGA se expresa:

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

Siendo,

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

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

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

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

4) Porcentaje de cianobacterias

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

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

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

- Donde:
- BVOL_{CIA} Biovolumen de cianobacterias totales
 - BVOL_{CHR} Biovolumen de Chroococcales
 - BVOL_{MIC} Biovolumen de *Microcystis*
 - BVOL_{WOR} Biovolumen de *Woronichinia*
 - BVOL_{TOT} Biovolumen total de fitoplancton

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

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

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

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

Tipos 1, 2 y 3

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

Tipos 7, 8, 9, 10 y 11

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

Tipos 6 y 12

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

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

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

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

Tipo 13

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.2. INDICADORES DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS

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

1) Transparencia

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

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

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

2) Condiciones de oxigenación

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

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

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

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Bueno	Moderado
Concentración hipolimnética (mg/L O ₂)	> 8	8 - 6	< 6
Valoración de cada clase	1	2	3

3) Concentración de nutrientes

En este caso se ha seleccionado el fósforo total (PT), ya que su presencia a determinadas concentraciones en un embalse acarrea procesos de eutrofización, pues en la mayoría de los casos es el principal elemento limitante para el crecimiento de las algas.

Se ha empleado el resultado obtenido en la muestra integrada, considerando los criterios de la OCDE especificados en la tabla A14 (OCDE, 1982) adaptado a los intervalos de calidad del RD 817/2015.

Tabla A14. Clases de potencial ecológico según la concentración de fósforo total.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Bueno	Moderado
Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	0 - 4	4 -10	> 10
Valoración de cada clase	1	2	3

Si se toman varios datos anuales, se hace la *mediana* de los valores anuales.

Posteriormente se elige el *peor valor* de los tres indicadores (transparencia, condiciones de oxigenación y fósforo total).

4) Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca

Dentro de los indicadores fisicoquímicos también se tienen en cuenta las **sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca**. El valor medio de los datos anuales se revisa para ver si *cumple o no con la Norma de Calidad Ambiental (NCA) del Anexo V del RD 817/2015*. Si *incumple* supone asignarle para los indicadores fisicoquímicos la categoría de *moderado*.

Tabla A15. Clases de potencial ecológico para sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Moderado
Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca	Cumple NCA	No cumple NCA
Valoración de cada clase	2	3

El potencial ecológico resulta del *peor valor* entre los indicadores biológicos y fisicoquímicos.

Tabla A16. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	Potencial Ecológico
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente		Deficiente
Malo		Malo

2.2. ESTADO QUÍMICO

El estado químico es “*no bueno*” cuando hay algún incumplimiento de la Norma de Calidad Ambiental, bien sea como media anual (NCA_MA), como máximo admisible (NCA_CMA) o en la biota (NCA_biota) para las **sustancias prioritarias y otros contaminantes**. Las NCA se recogen en el *Anexo IV del RD 817/2015*.

Tabla A17. Clases de estado químico para sustancias prioritarias y otros contaminantes.

Clase de estado químico	Bueno	No alcanza el buen estado
Sustancias prioritarias y otros contaminantes	Cumple NCA	No cumple NCA
Valoración de cada clase	2	3

2.3. ESTADO

El estado de la masa de agua es el *peor valor* entre su potencial ecológico y su estado químico.

Tabla A18. Determinación del estado.

Estado	Estado Químico	
Potencial Ecológico	Bueno	No alcanza el buen estado
Bueno o superior	Bueno	Inferior a bueno
Moderado	Inferior a bueno	
Deficiente		
Malo		

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO DEL EMBALSE DE EUGUI

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla A19 para los valores medidos en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita.

Tabla A19. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

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

En la tabla A20a se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final para la campaña de muestreo de 2004.

Tabla A20a. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Eugui 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	7,00	Oligotrófico
DISCO SECCHI	2,10	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	3,00	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	384	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,50	OLIGOTRÓFICO

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 mesotrófico y la densidad algal como oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Eugui en 2004 ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

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

Tabla A20b. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Eugui 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	7,00	Oligotrófico
DISCO SECCHI	5,10	Oligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,90	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	531	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,00	OLIGOTRÓFICO

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

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE EUGUI

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 (mm³/L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,6	0,4 - 0,6	0,2 - 0,4	< 0,2	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	> 6	3 - 6	1,5 - 3	0,7 - 1,5	< 0,7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	> 8	8 - 6	6 - 4	4 - 2	< 2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0 - 4	4 - 10	10 - 35	35 - 100	> 100
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			< 1,6	1,6 – 2,4	> 2,4		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla A22.

Tabla A22. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico (PE)
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente		Deficiente
Malo		Malo

En la tabla A23a se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico, tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico para el año 2004.

Tabla A23a. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Eugui 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	3,00	0,87	0,91	Bueno o Superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,10	Moderado			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	9,31	Muy Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	7,00	Bueno			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3			MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

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

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,90	1,37	1,26	Bueno o Superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PE	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,10			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,91			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	7,00			Bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2		BUENO	
POTENCIAL ECOLÓGICO				BUENO			
ESTADO FINAL				BUENO			

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Eugui para el año 2005 es de nivel 2, **BUENO**.