



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 MONTEAGUDO

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 Monteagudo 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 Monteagudo se ubica en la Rama castellana de la Cordillera Ibérica. Forma parte de las serranías mesozoicas localizadas al SE del macizo Paleozoico de Ateca-Daroca.

El embalse se sitúa en la localidad de Monteagudo de las Vicarías, en el sureste de la provincia de Soria. La presa, instalada en el cauce del Arroyo Regajo, data de 1863, posteriormente, en 1982, se efectuó el recrecimiento de la presa y se construyeron cuatro diques más y un canal alimentador, con el fin de dotar al embalse de una mayor

capacidad. El canal alimentador se nutre de las aguas del río Nájima, siendo éstas, prácticamente, el único aporte que recibe el embalse.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Es un embalse de pequeñas dimensiones y escasa profundidad, sin grandes diferenciaciones entre los ejes mayor y menor.

La cuenca vertiente al embalse de Monteagudo tiene una superficie total de 3 036,81 ha.

El embalse tiene una extensión de 12 300 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 9 hm³. Tiene una profundidad media de 7 m, y la profundidad máxima alcanza los 10 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)	3 036,81
Superficie de la cuenca parcial (ha)	-
Superficie de la subcuenca de esorrentía (ha)	-
Superficie del embalse (ha)	12 300
Longitud máxima del embalse (km)	1,7
Capacidad total (hm ³)	9
Capacidad útil (hm ³)	-
Profundidad máxima (m)	10
Profundidad media (m)	7
Perímetro en máximo nivel (km)	9
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	799
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	-

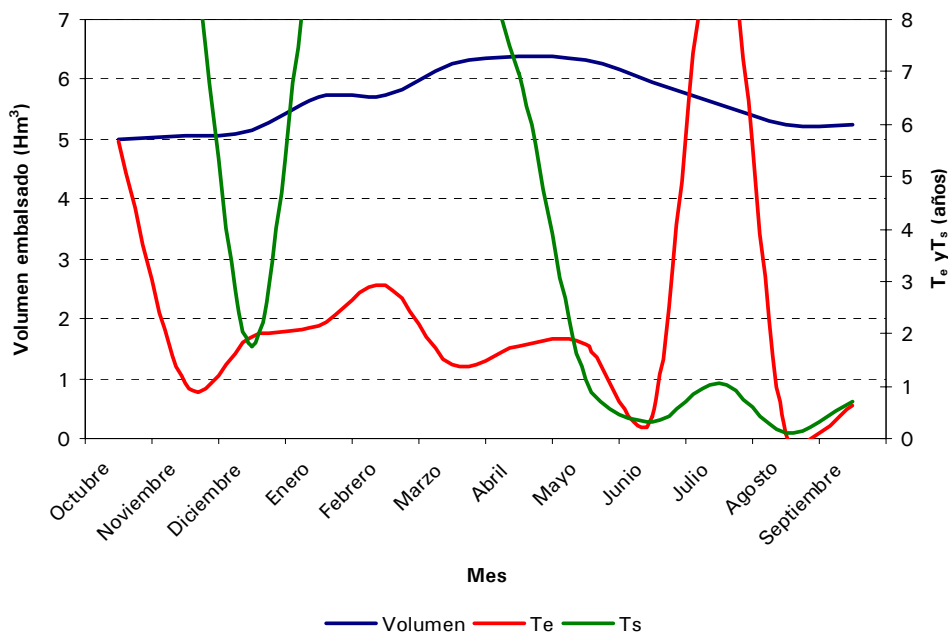
En el periodo estudiado el embalse no ha presentado estratificación térmica, alcanzando la capa fótica en el estío unos 3 metros de espesor.

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	5,00	0,00	0,08	∞	5,66
Noviembre	5,06	0,00	0,40	∞	1,04
Diciembre	5,15	0,25	0,23	1,75	1,94
Enero	5,70	0,00	0,23	∞	2,15
Febrero	5,75	0,00	0,15	∞	2,94
Marzo	6,25	0,00	0,38	∞	1,42
Abril	6,38	0,08	0,30	6,99	1,75
Mayo	6,31	0,48	0,30	1,13	1,79
Junio	5,95	1,53	1,18	0,32	0,42
Julio	5,58	0,45	0,00	1,05	∞
Agosto	5,25	4,48	4,13	0,10	0,11
Septiembre	5,25	0,63	0,68	0,69	0,64
Total anual	5,64	7,88	8,03	0,72	0,70

El tiempo de residencia anual del agua es alto, en torno a 8,5 meses. Los mínimos se obtienen en el mes de agosto –del orden de 1 mes-; y los máximos considerando las salidas se sitúan en los meses de enero a marzo y de octubre y noviembre, donde no hay detracciones, por lo que el tiempo de residencia sería infinito. Según las entradas el máximo se localiza en el mes de julio.

Figura 1: Volumen embalsado y tiempo de retención del agua


2.3. Usos del agua

Sus aguas se destinan principalmente al riego y no es un embalse que sea muy frecuentado para la realización de actividades recreativas.

2.4. Registro de zonas protegidas

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

El embalse se encuentra dentro de los límites establecidos para la ZEPA ES0000363 "Monteagudo de las Vicarías". Además, está incluido en el catálogo de zonas húmedas de Castilla y León de 1993 y de su ampliación. El espacio tiene interés para varias especies de aves esteparias, principalmente para la Ganga Ortega (*Pterocles orientalis*). Además, destacan en el embalse las poblaciones reproductoras de Zampullín Cuellinegro (*Podiceps nigricollis*) y Pato Colorado (*Netta rufina*).

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	16/08/2004	Mezcla
2ª Campaña	02/12/2004	Mezcla
3ª Campaña	28/04/2005	Mezcla
4ª Campaña	16/08/2005	Mezcla

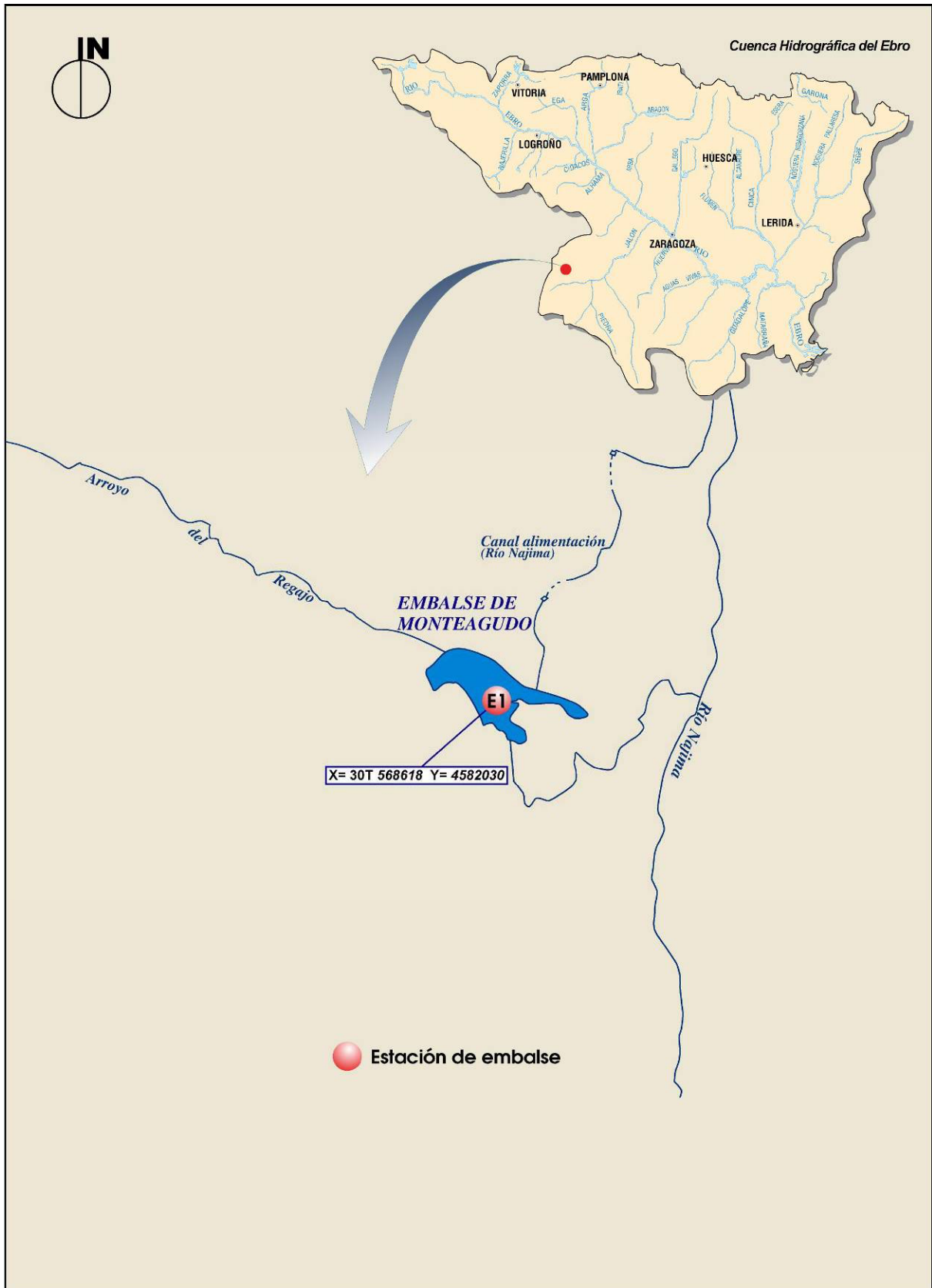


Figura 2: Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Monteagudo

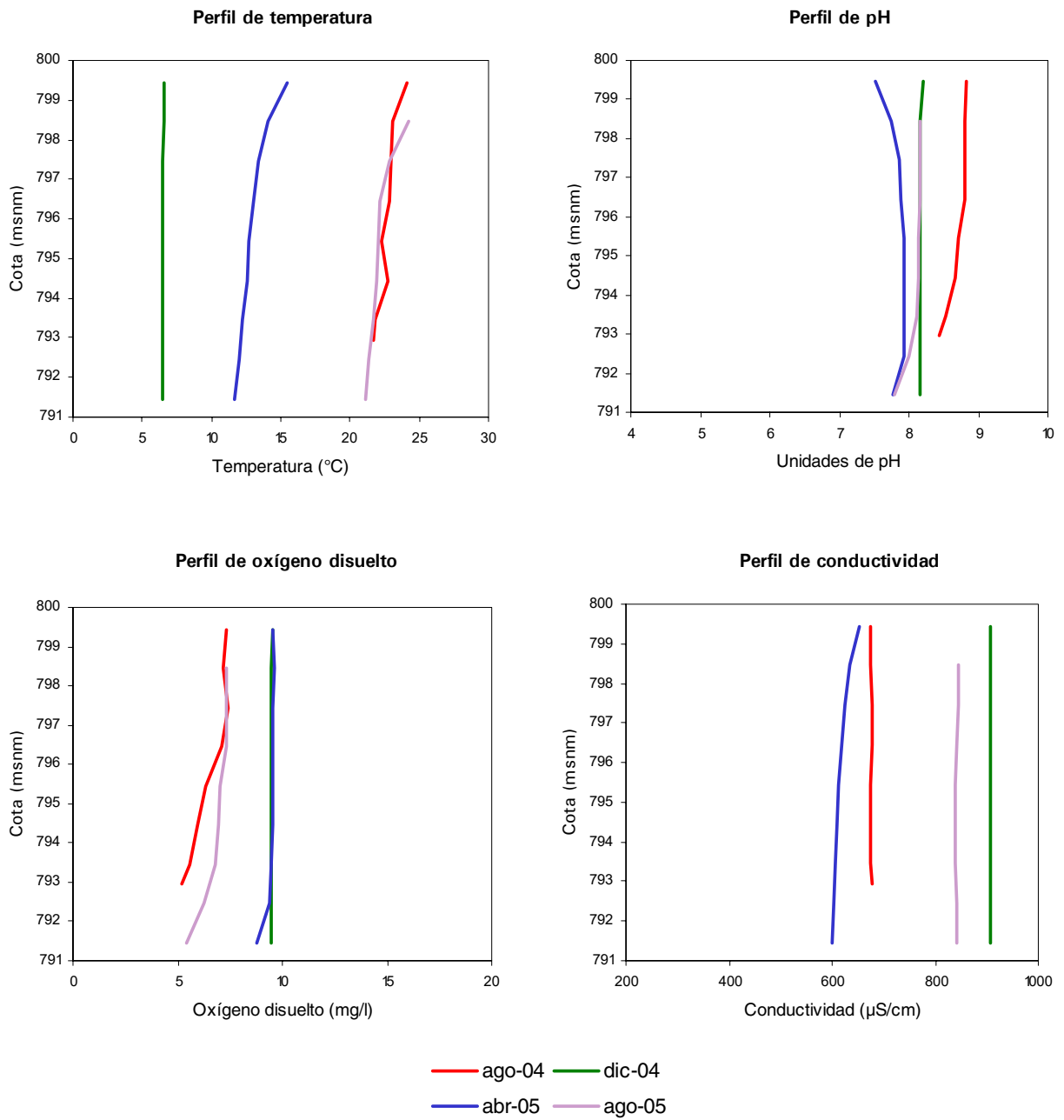
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

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

- La temperatura del agua es moderada, oscilando entre los 6,49 °C –mínimo invernal- y los 24,2 °C, -máximo estival-. Durante el periodo de estudio el embalse no ha presentado estratificación térmica.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 8,18 ud. El máximo epilimnético estival es de 8,82 ud y el mínimo, registrado en primavera, de 7,52 ud.
- La transparencia del agua es baja, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 2,6 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 4 metros. El mínimo (1,7 m) se registra en la campaña de verano de 2005, mientras que el máximo (3,6 m) se registra en primavera.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 8,15 mg/l O₂. El mínimo, 5,18 mg/l O₂ se registra en la campaña de julio de 2004 y en el último metro de profundidad. En las campañas de invierno y primavera la concentración de oxígeno en toda la columna de agua ronda los 9,5 mg/l O₂.
- La conductividad de las aguas es moderada-alta, situándose la media anual en 761 μ S/cm. Los resultados obtenidos oscilan entre 599 μ S/cm -mínimo primaveral- y 907 -máximo invernal-.

Figura 3: Perfiles físico-químicos del embalse



4.2. Hidroquímica del embalse

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

- Las concentraciones de nutrientes son bajas-moderadas, considerando el fósforo, y altas según el nitrógeno inorgánico total.

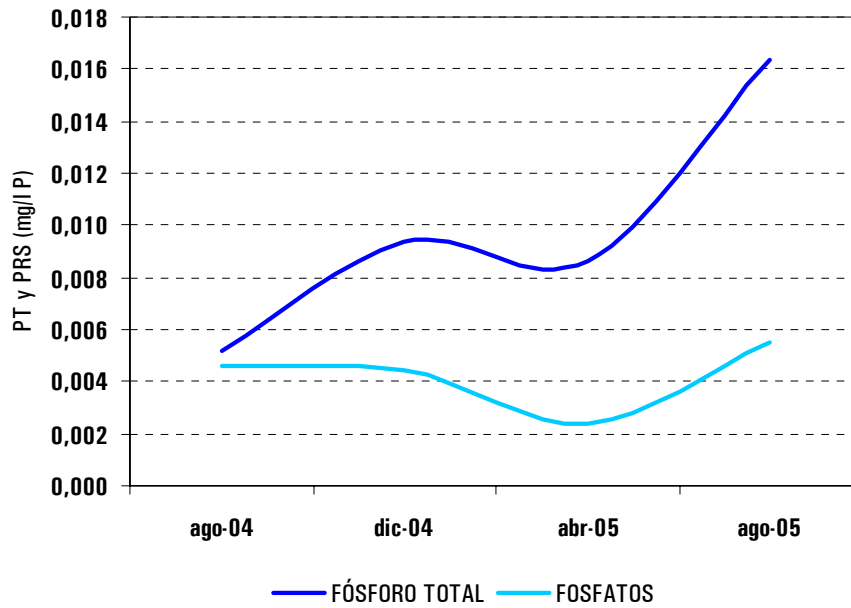
La concentración media de fósforo total para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, adquiere un valor de 0,010 mg/l P. A excepción de la campaña de verano de 2005, donde se da un pico en la concentración (0,016 mg/l P), los valores medios para la columna de agua han oscilado entre los 0,005 y los 0,009 mg/l P. Las concentraciones obtenidas para los ortofosfatos oscilan entre los 0,002 mg/l P -mínimo primaveral- y los 0,006 mg/l P -máximo registrado en verano de 2005-.

La concentración media del nitrógeno inorgánico total (NIT) adquiere un valor de 1,10 mg/l N. La máxima concentración de NIT -1,54 mg/l N- se registra en primavera, situándose el mínimo -0,58 mg/l N- en verano de 2005. De los compuestos nitrogenados destacan las concentraciones de nitratos que, con una concentración media anual de 1,04 mg/l N, suponen el 94,4% del nitrógeno inorgánico total (NIT)). Cabe citar que, aunque la proporción de nitritos es muy pequeña ($\text{NO}_2/\text{NIT} = 1,2\%$), todas las muestras analizadas, menos las obtenidas en invierno, han superado el umbral establecido para vida piscícola de tipo ciprinícola ($\leq 0,03 \text{ mg NO}_2/\text{l}$).

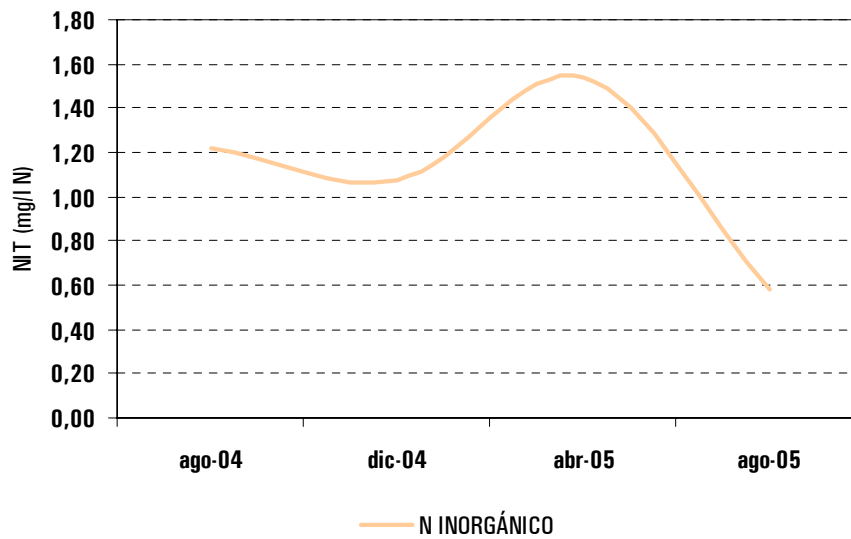
- El contenido de materia orgánica obtenido es bajo y no presenta variaciones interanuales destacables. Los valores medios obtenidos en el embalse han sido de 0,8 y 13,7 mg O₂/l, para la DBO₅ y DQO, respectivamente.
- Las aguas embalsadas se encuentran muy mineralizadas, destacando las concentraciones de calcio (81,5 mg Ca/l) y sulfatos (174,73 mg So₄⁻²/l).

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes

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



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



4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores

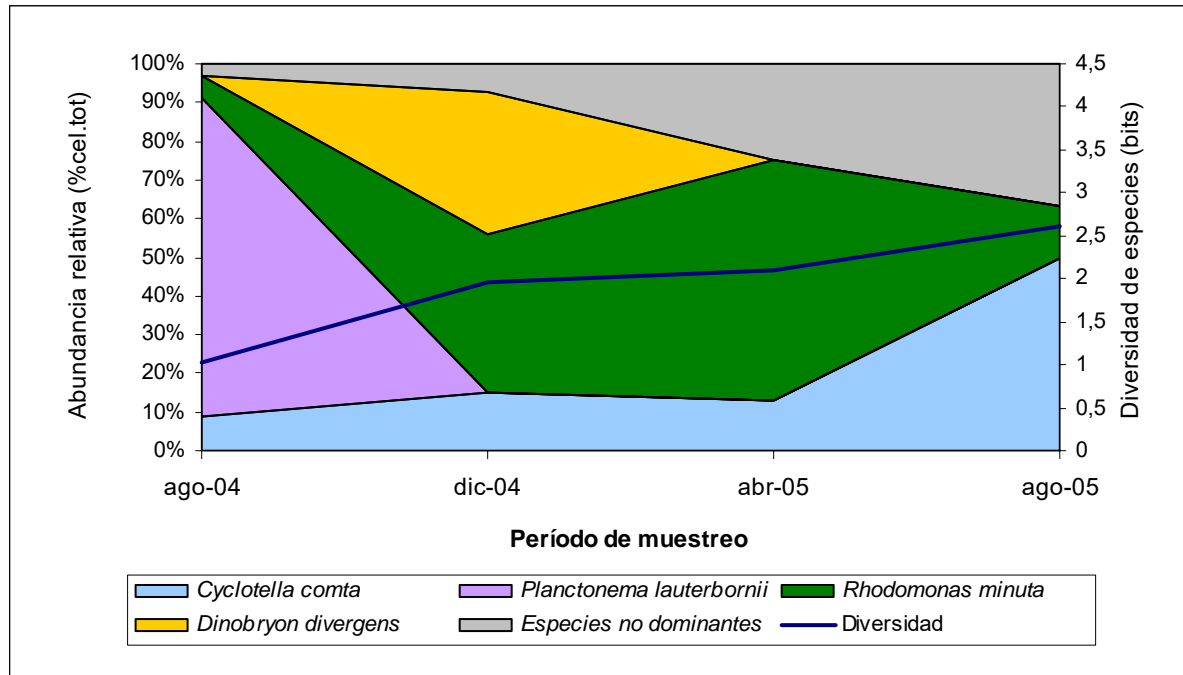
Los resultados de los análisis cuantitativos de fitoplancton se presentan en el **Anexo III**.

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

De la totalidad de 4 análisis realizados, se han identificado un total de 60 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 16 diatomeas
- 3 cianobacterias
- 27 clorofíceas
- 7 criptofíceas
- 1 crisofíceas
- 2 dinofíceas
- 2 euglenofíceas
- 2 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 4 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 primer período estival, la comunidad algal presenta el valor más elevado de densidad celular -3 353 cel/ml-. El grupo dominante en esta estación es el de las clorofíceas (85% de la densidad total) debido a la abundancia de *Planctonema lauterbornii*. La elevada densidad relativa de la citada especie reduce los valores de diversidad de Shannon-Weaver al mínimo anual -1,024 bits-.

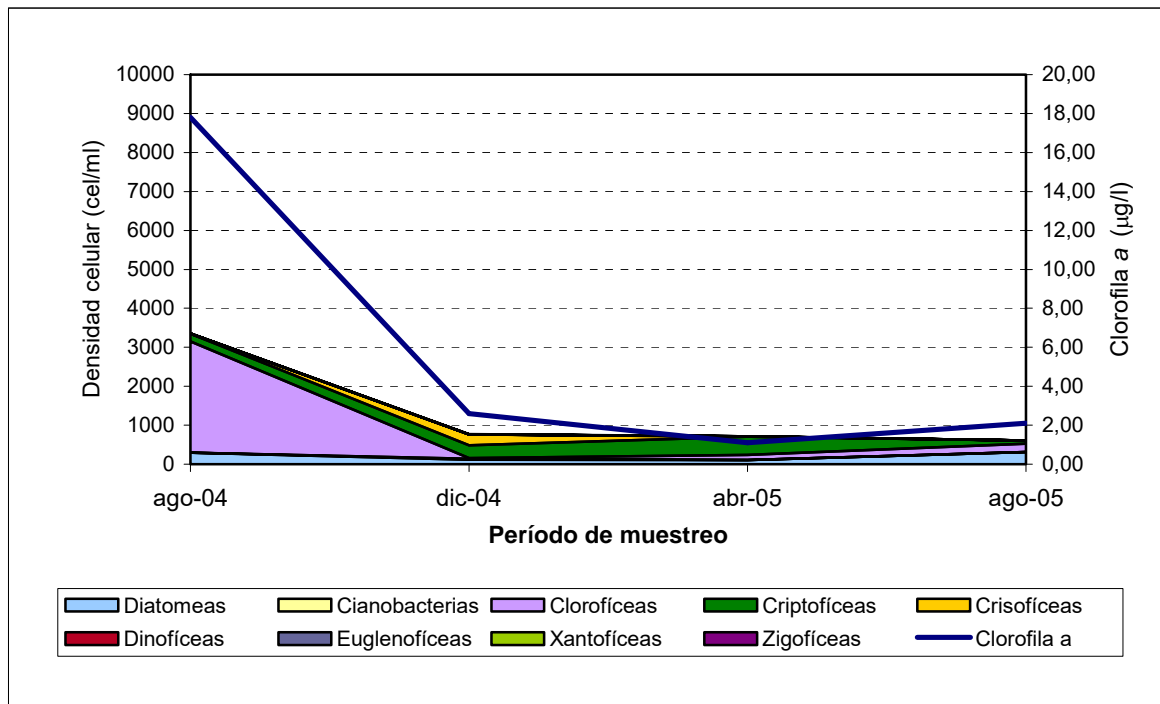
En el invierno de 2004, la densidad fitoplanctónica presenta valores reducidos -768 cel/ml-. La composición de la comunidad cambia debido al retroceso de las clorofíceas que son sustituidas por las criptofíceas y crisofíceas como grupos más abundantes. No se observa una dominancia fuerte de ninguna especie aunque sí destacan, por su mayor densidad relativa, la criptofíceca *Rhodomonas minuta* y la crisofíceca *Dinobryon divergens*.

Durante la época primaveral se mantienen los valores de densidad registrados en el periodo anterior -710 cel/ml-. La criptofíceca *Rhodomonas minuta* aumenta su representatividad en la comunidad estableciéndose como especie dominante -62%-. La principal especie acompañante es la diatomea *Cyclotella comta*.

En el estío de 2005 disminuye levemente la densidad algal con respecto a la primavera hasta registrarse el mínimo valor durante el periodo de estudio -611 cel/ml-. Cualitativamente la comunidad se caracteriza por la ausencia de un grupo y una especie claramente dominantes. Destaca por su mayor abundancia relativa la diatomea *Cyclotella comta* quien determina que el grupo con mayor representatividad sean las diatomeas. La ausencia de una especie claramente dominante eleva el valor del índice de diversidad de Shannon Weaver al máximo anual -2,61 bits-.

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

Figura 6: Evolución temporal por clases taxonómicas



La evolución temporal de la biomasa medida como concentración de clorofila *a* y la densidad algal se ajustan bien. Sin embargo en el periodo estival de 2004 la concentración de clorofila *a* -17,80 µg/l- es un valor muy alto para la densidad algal -3 353 cel/ml. La causa de este resultado puede ser el alto porcentaje de clorofila no activa, procedente de una proliferación algal en retroceso durante el período anterior al muestreo.

4.3.1. Calidad bioindicadora

La comunidad algal en verano de 2004 se caracteriza por la dominancia de la clorofícea *Planctonema lauterbornii*. Los lagos y embalses mesotróficos bien iluminados presentan



Dinobryon divergens

las condiciones más favorables para el crecimiento de esta clorofícea. En invierno, se reduce la densidad algal a valores bajos y se mantiene así durante el resto del periodo de estudio. Las especies más abundantes en las siguientes etapas de la sucesión algal son la criptofícea *Rhodomonas minuta* y la crisofícea *Dinobryon divergens* en invierno; en primavera continúa predominando *Rhodomonas* e inicia su crecimiento la diatomea *Cyclotella comta*, la cual se establece como especie más abundante en el

verano de 2005. La información que aportan la especies de fitoplancton identificadas en el embalse de Monteagudo lo describen como un medio 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 del Ebro, como **oligo-mesotrófico**.

Atendiendo a criterios de la OCDE el parámetro causal básico (PT) sitúa al embalse en rangos de oligotrofia, mientras que el de respuesta (clorofila a) presenta un resultado de mesotrofia. El máximo rango, eutrofia, se obtiene con la transparencia (considerada como media anual).

En función de los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson, 1974), estimados a partir de la clorofila a y de la profundidad del disco de Secchi, se trataría de un embalse mesotrófico, pero al considerar el fósforo total la calificación resulta menos restrictiva, situándolo en rangos oligotróficos.

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

Índice	Definición criterio	Rango	Periodo 2.004-2.005	
			Valor	Grado Trófico
EPA (1976)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 10-MESO-20 >	10	OLIGOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	1.361	OLIGOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	17,8	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	5,9	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	10	OLIGO-MESOT.
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	2,6	MESOTRÓFICO
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	1.361	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	5,9	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	10	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	904	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	2,6	E. AVANZADA
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	5,9	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	17,8	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	10	OLIGOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6;; 6-3; 3-1.5; < 1.5	2,6	EUTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	1,7	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): DST	$TSI = 10(6 - \log_2(DST))$	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	46	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): CLA	$10(6 - \log_2 7,7(1/Cl_a^{0,68}))$	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	48	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): PT	$TSI = 10(6 - \log_2(54,9/PT))$	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	35	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 Monteagudo es **BUENO**.

EMBALSE DE MONTEAGUDO			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	1,361	5	3,0	3,0	0,90
		Biomasa algal, Cla a (µg/l); anual capa fótica	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	> 25	5,9	3			
		Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	> 10 ⁵	18	5			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	2,6	2	3,7	3,0	0,90
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O ₂)	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	8,1	5			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	9,9	4			
			VALORACIÓN DE CADA CLASE									
			1	2	3	4	5					

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: MONTEAGUDO (MG) **CAMPAÑA:** 1
COT. MAX: 799,45 **NIVEL:** 799

Estación: E1 Profundidad: 7
 Fecha: 16/08/2004 Hora: 13:35
 Disco Secchi (m): 2,03 Capa fótica (m): 3,5

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	799	24,14	8,82	7,30	86,0	675	230	439
1	798	23,13	8,81	7,21	85,4	674	229	438
2	797	22,93	8,81	7,39	87,1	677	247	440
3	796	22,82	8,81	7,08	82,5	676	254	439
4	795	22,30	8,71	6,35	75,6	675	256	439
5	794	22,70	8,66	5,94	70,3	674	259	438
6	793	21,81	8,53	5,57	60,9	675	258	439
6,5	793	21,74	8,44	5,18	56,4	676	257	439

EMBALSE: MONTEAGUDO (MG) **CAMPAÑA:** 2
COT. MAX: 799,45 **NIVEL:** 799

Estación: E1 Profundidad: 8
 Fecha: 02/12/2004 Hora: 15:00
 Disco Secchi (m): 3,2 Capa fótica (m): 5,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	799	6,52	8,20	9,51	77,6	907	157	590
1	798	6,52	8,16	9,49	77,5	907	155	590
2	797	6,51	8,16	9,50	77,5	907	157	590
3	796	6,50	8,16	9,50	77,5	907	158	590
4	795	6,50	8,15	9,50	77,5	907	158	590
5	794	6,50	8,15	9,50	77,5	906	159	589
6	793	6,50	8,15	9,49	77,4	907	160	590
7	792	6,49	8,15	9,49	77,4	906	160	589
8	791	6,50	8,15	9,49	77,4	907	161	590

EMBALSE: MONTEAGUDO (MG) **CAMPAÑA:** 3
COT. MAX: 799,45 **NIVEL:** 799

Estación: E1 Profundidad: 8
 Fecha: 28/04/2005 Hora: 11:00
 Disco Secchi (m): 3,6 Capa fótica (m): 6,1

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	799	15,50	7,52	9,54	95,9	654	248	425
1	798	14,08	7,75	9,61	93,8	635	239	413
2	797	13,43	7,87	9,58	92,1	625	231	406
3	796	13,03	7,89	9,58	91,4	619	223	402
4	795	12,75	7,92	9,54	90,1	613	214	398
5	794	12,53	7,94	9,54	89,7	610	208	397
6	793	12,26	7,94	9,49	88,9	607	202	395
7	792	12,02	7,94	9,39	87,3	602	197	391
8	791	11,71	7,77	8,80	81,3	599	150	389

EMBALSE: MONTEAGUDO (MG) **CAMPAÑA:** 4
COT. MAX: 799,45 **NIVEL:** 798

Estación: E1 Profundidad: 7
 Fecha: 16/08/2005 Hora: 13:30
 Disco Secchi (m): 1,7 Capa fótica (m): 2,9

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	798	24,20	8,17	7,36	88,0	846	210	550
1	797	22,79	8,17	7,36	85,5	846	211	550
2	796	22,15	8,16	7,31	84,1	842	212	547
3	795	22,05	8,13	7,03	80,6	840	212	546
4	794	21,87	8,13	6,95	79,5	840	213	546
5	793	21,73	8,11	6,80	77,6	840	212	546
6	792	21,32	8,00	6,25	70,7	841	209	547
7	791	21,08	7,80	5,43	61,1	842	156	547

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	MONTEAGUDO	CÓDIGO:	MG1	
CAMPAÑA:	1	FECHA:	16/08/2004	
COTA MÁXIMA:	799,45	NIVEL:	799	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	3	6
COTA	msnm	798	796	793
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	0,4	1,3	1,3
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	72,0	71,9	72,7
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,4	0,1	0,6
DQO	mg O ₂ /l	8,0	16,0	20,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,005	0,005	0,006
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,013	0,014	0,015
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,005	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,42	0,80	0,90
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,03	0,03	0,04
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,40	0,78	0,86
NITRATOS	mg NO ₃ /l	5,22	5,16	5,25
NITRATOS	mg N/l	1,18	1,17	1,19
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,065	0,061	0,070
NITRITOS	mg N/l	0,020	0,019	0,021
N INORGÁNICO	mg N/l	1,22	1,21	1,24
CALCIO	mg Ca/l	81,3	80,9	82,2
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	24,9	25,1	25,0
SODIO	mg Na/l	17,5	17,8	17,8
POTASIO	mg K/l	3,3	3,5	3,5
CLORUROS	mg Cl/l	37,6	37,1	36,6
SULFATOS	mg SO ₄ ²⁻ /l	189,6	164,6	170,0
SULFUROS	mg S ²⁻ /l			0,000
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	2,33	2,51	2,21
CLOROFILA a	µg/l	17,8		

EMBALSE:	MONTEAGUDO	CÓDIGO:	MG2	
CAMPAÑA:	2	FECHA:	02/12/2004	
COTA MÁXIMA:	799,45	NIVEL:	800	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	4	8
COTA	msnm	799	796	792
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,5		
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	93,0		
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,6		
DQO	mg O ₂ /l	12,2		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,018	0,005	0,005
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,013	0,014	0,014
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,005	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,44	0,33	0,45
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,03	0,02	0,02
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,02
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,42	0,31	0,43
NITRATOS	mg NO ₃ /l	4,58	4,64	4,71
NITRATOS	mg N/l	1,04	1,05	1,06
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,017	0,014	0,016
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,004	0,005
N INORGÁNICO	mg N/l	1,06	1,07	1,09
CLOROFILA a	µg/l	2,6		

EMBALSE:	MONTEAGUDO	CÓDIGO:	MG3	
CAMPAÑA:	3	FECHA:	28/04/2005	
COTA MÁXIMA:	799,45	NIVEL:	800	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	4	7
COTA	msnm	799	796	793
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	0,6		
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	117,0		
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,8		
DQO	mg O ₂ /l	7,9		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,011	0,006	0,009
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,017	0,002	0,003
FOSFATOS	mg P/l	0,006	0,001	0,001
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,73	0,98	0,88
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,06	0,12	0,07
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,05	0,09	0,05
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,68	0,89	0,83
NITRATOS	mg NO ₃ /l	6,48	6,46	6,40
NITRATOS	mg N/l	1,46	1,46	1,44
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,057	0,057	0,057
NITRITOS	mg N/l	0,017	0,017	0,017
N INORGÁNICO	mg N/l	1,53	1,57	1,51
CLOROFILA a	µg/l	1,1		

EMBALSE:	MONTEAGUDO	CÓDIGO:	MG4	
CAMPAÑA:	4	FECHA:	16/08/2005	
COTA MÁXIMA:	799,45	NIVEL:	798	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	4	7
COTA	msnm	797	794	791
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	4,2		
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,3		
DQO	mg O ₂ /l	19,8		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,018	0,023	0,008
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,021	0,015	0,015
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,005	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,54	0,59	0,12
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,10	0,11	0,11
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,08	0,08	0,08
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,46	0,51	0,04
NITRATOS	mg NO ₃ /l	2,29	1,85	2,33
NITRATOS	mg N/l	0,52	0,42	0,53
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,037	0,036	0,039
NITRITOS	mg N/l	0,011	0,011	0,012
N INORGÁNICO	mg N/l	0,61	0,51	0,62
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,000
CLOROFILA a	µg/l	2,1		

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	MONTEAGUDO	CÓDIGO:	MG1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	16/08/2004
COTAMAX:	799	D. SECCHI:	2,0
NIVEL:	799	C.FÓTICA:	3,5
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	798	
CLOROFILA a	µg/l	17,80	
Población total	n° cel/ml	3.353	
Diversidad (H)	Bits	1,02	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	295	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	2.856	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	197	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	3	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	1	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Amphora sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cocconeis sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	290	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	30	
<i>Chlorella sp.</i>	Clorofícea	40	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Planctonema lauterbornii</i>	Clorofícea	2.764	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofícea	1	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	Clorofícea	17	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofícea	1	
<i>Cryptomonas caudata</i>	Criptofícea	4	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	3	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	188	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Trachelomonas volvocina</i>	Euglenofícea	3	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigofícea	1	

EMBALSE:	MONTEAGUDO	CÓDIGO:	MG2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	02/12/2004
COTAMAX:	799	D. SECCHI:	3,2
NIVEL:	799	C.FÓTICA:	5,4
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	798	
CLOROFILA a	µg/l	2,60	
Población total	n° cel/ml	768	
Diversidad (H)	Bits	1,97	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	116	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	27	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	16	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	327	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	281	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	1	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	113	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Anabaena sp.</i>	Cianobacteria	18	
<i>Chroococcus minutus</i>	Cianobacteria	9	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Clorofícea	1	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Clorofícea	2	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	1	
<i>Elakatothrix genevensis</i>	Clorofícea	3	
<i>Oocystis marssonii</i>	Clorofícea	1	
<i>Scenedesmus sp.</i>	Clorofícea	7	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	7	
<i>Cryptomonas rostratiformis</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	318	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	281	
<i>Cosmarium formosulum</i>	Zigofícea	1	

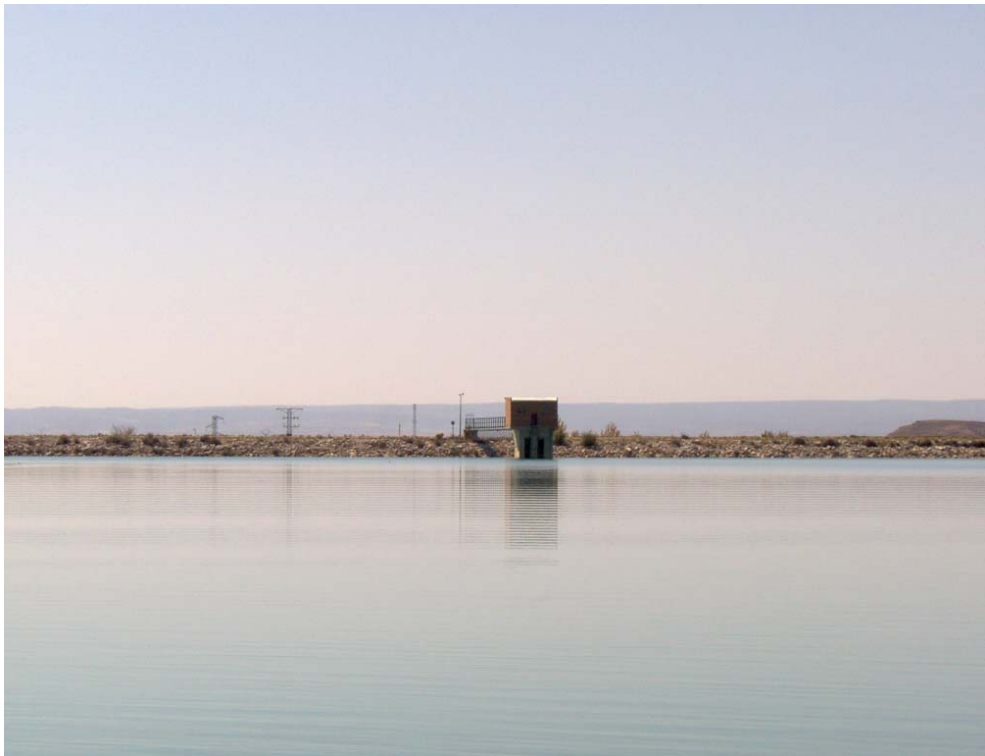
EMBALSE:	MONTEAGUDO	CÓDIGO:	MG3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	28/04/2005
COTAMAX:	799	D. SECCHI:	3,6
NIVEL:	799	C.FÓTICA:	6,1
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	798	
CLOROFILA a	µg/l	1,10	
Población total	n° cel/ml	710	
Diversidad (H)	Bits	2,11	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	105	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	135	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	468	
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	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	89	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	12	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Chroococcus minutus</i>	Cianobacteria	1	
<i>Asterococcus sp.</i>	Clorofícea	6	
<i>Botryococcus braunii</i>	Clorofícea	25	
<i>Carteria sp.</i>	Clorofícea	7	
<i>Coelastrum microporum</i>	Clorofícea	1	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	62	
<i>Monoraphidium sp.</i>	Clorofícea	9	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofícea	5	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	20	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	5	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	8	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	12	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	442	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	

EMBALSE:	MONTEAGUDO	CÓDIGO:	MG4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	16/08/2005
COTAMAX:	799	D. SECCHI:	1,7
NIVEL:	798	C.FÓTICA:	2,9
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	797	
CLOROFILA a	µg/l	2,10	
Población total	n° cel/ml	611	
Diversidad (H)	Bits	2,61	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	312	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	215	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	80	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOICEA	n° cel/ml	2	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Achnanthes sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	304	
<i>Cyclotella distinguenda</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cymbella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Gomphonema angustum</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula cryptocephala</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Merismopedia tenuissima</i>	Cianobacteria	1	
<i>Botryococcus braunii</i>	Clorofícea	1	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Clorofícea	16	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Didymocystis sp.</i>	Clorofícea	59	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	16	
<i>Hypnomonas sp.</i>	Clorofícea	25	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofícea	13	
<i>Oocystis parva</i>	Clorofícea	2	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Pediastrum duplex</i>	Clorofícea	1	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	Clorofícea	2	
<i>Scenedesmus tenuispina</i>	Clorofícea	5	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	Clorofícea	64	
<i>Tetraselmis sp.</i>	Clorofícea	9	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	2	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	77	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenofícea	1	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Panorámica del embalse de Monteagudo. Invierno de 2004 (02/12/2004)



Detalle de la presa desde la estación de muestreo (E1). Primavera de 2005 (28/04/2005)



Panorámica del embalse desde la estación de muestreo. Primavera de 2005 (28/04/2004)

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización Junio de 2006

EMBALSE: MONTEAGUDO

CÓDIGO: MG

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: Castilla y León
Provincia: Soria
Municipio: Monteagudo de las Vicarias



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

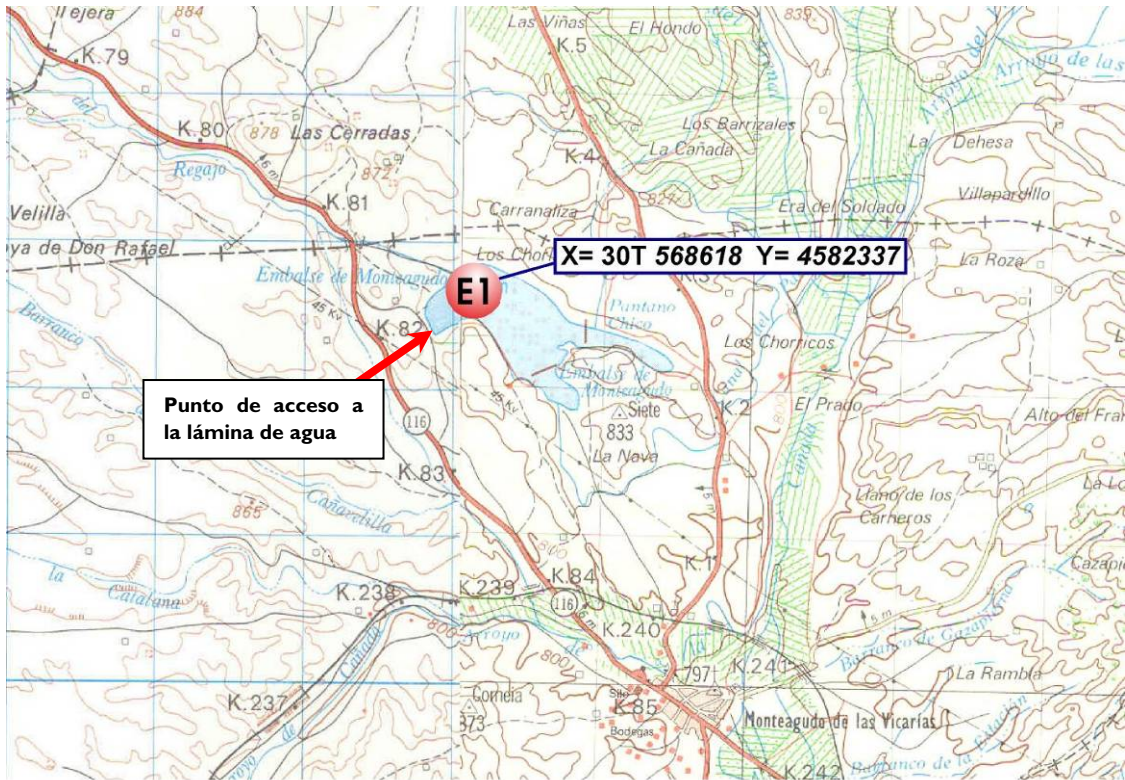
Tributario principal: Nájima	Otros tributarios: -
Año de terminación: 1982	Propietario: Estado
Cuenca a la que pertenece: Jalón	Altitud (msnm): 799,45
Capacidad total (hm³): 9	Capacidad útil (hm³): -
Longitud máxima (km): 1,7	Perímetro (km): 9
Profundidad máxima (m): 10,5	Profundidad media (m): 7,3
Usos principales: Riego	Otros usos: -



Panorámica del embalse (28/04/2005)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



Estación de embalse

Nº Plano/s 1:50.000: 47;408



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

		GRADO TRÓFICO		POTENCIAL ECOLÓGICO
MONTEAGUDO		Oligo-mesotrófico	Bueno	
Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico	
Óptimo/bueno	Moderado	Deficiente	Malo	

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

1ª CAMPAÑA		Muestreador: Javier Ramírez		Fecha de muestreo: 16/08/2004	
Tª superficie (°C): 24,14		pH superficie (ud): 8,82		Conductividad superficie (µS/cm): 675	
Tª fondo (°C): 21,74		pH fondo (ud): 8,44		Conductividad fondo (µS/cm): 676	
Transparencia					
Disco de Secchi (m)			Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-		
EI		2,03		3,5	
Termoclina: No			Profundidad (m): -		
Condiciones anóxicas: No			Grosor capa anóxica (m): -		
2ª CAMPAÑA		Muestreador: Javier Ramírez		Fecha de muestreo: 02/12/2004	
Tª superficie (°C): 6,52		pH superficie (ud): 8,20		Conductividad superficie (µS/cm): 907	
Tª fondo (°C): 6,50		pH fondo (ud): 8,15		Conductividad fondo (µS/cm): 907	
Transparencia					
Disco de Secchi (m)			Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-		
EI		3,2		5,4	
Termoclina: No			Profundidad (m): -		
Condiciones anóxicas: No			Grosor capa anóxica (m): -		
3ª CAMPAÑA		Muestreador: Javier Ramírez		Fecha de muestreo: 28/04/2005	
Tª superficie (°C): 15,50		pH superficie (ud): 7,52		Conductividad superficie (µS/cm): 654	
Tª fondo (°C): 11,71		pH fondo (ud): 7,77		Conductividad fondo (µS/cm): 599	
Transparencia					
Disco de Secchi (m)			Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-		
EI		3,6		6,1	
Termoclina: No			Profundidad (m): -		
Condiciones anóxicas: No			Grosor capa anóxica (m): -		
4ª CAMPAÑA		Muestreador: Javier Ramírez		Fecha de muestreo: 16/08/2005	
Tª superficie (°C): 24,20		pH superficie (ud): 8,17		Conductividad superficie (µS/cm): 846	
Tª fondo (°C): 21,08		pH fondo (ud): 7,80		Conductividad fondo (µS/cm): 842	
Transparencia					
Disco de Secchi (m)			Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-		
EI		1,7		2,9	
Termoclina: No			Profundidad (m): -		
Condiciones anóxicas: No			Grosor capa anóxica (m): -		



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 16/08/2004		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	MGEIS	MGEIM	MGEIF
PROFUNDIDAD	m	1	3	6
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,005	0,005	0,006
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,005	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,42	0,80	0,90
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,03
NITRATOS	mg N/l	1,18	1,17	1,19
NITRITOS	mg N/l	0,020	0,019	0,021
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	17,8		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	3.353		
CLASE PREDOMINANTE:	Clorofícea	Nº células/ml: 2.856		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Planctonema lauterbornii</i>	Nº células/ml: 2.764		
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 02/12/2004		
PARÁMETRO	UNIDAD	MGEIS	MGEIM	MGEIF
PROFUNDIDAD	m	1	4	8
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,018	0,005	0,005
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,005	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,44	0,33	0,45
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,02
NITRATOS	mg N/l	1,04	1,05	1,06
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,004	0,005
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,6		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	768		
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofícea	Nº células/ml: 327		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>	Nº células/ml: 318		
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 28/04/2005		
PARÁMETRO	UNIDAD	MGEIS	MGEIM	MGEIF
PROFUNDIDAD	m	1	4	7
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,011	0,006	0,009
FOSFATOS	mg P/l	0,006	0,001	0,001
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,73	0,98	0,88
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,05	0,09	0,05
NITRATOS	mg N/l	1,46	1,46	1,44
NITRITOS	mg N/l	0,017	0,017	0,017
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	1,1		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	710		
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofícea	Nº células/ml: 468		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>	Nº células/ml: 442		
4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 16/08/2005		
PARÁMETRO	UNIDAD	MGEIS	MGEIM	MGEIF
PROFUNDIDAD	m	1	4	7
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,018	0,023	0,008
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,005	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,54	0,59	0,12
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,08	0,08	0,08
NITRATOS	mg N/l	0,52	0,42	0,53
NITRITOS	mg N/l	0,011	0,011	0,012
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,1		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	611		
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea	Nº células/ml: 312		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella comta</i>	Nº células/ml: 304		

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE MONTEAGUDO DE LAS VICARIAS

2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Monteagudo de las Vicarías 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 (μg 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 ($\mu\text{g}/\text{L}$) 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:

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

Cálculo para biovolumen:

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

Cálculo para el Índice de Grupos Algales (IGA):

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

Cálculo para el porcentaje de cianobacterias:

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

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

4) Porcentaje de cianobacterias

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

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

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

Donde: $BVOL_{CIA}$ Biovolumen de cianobacterias totales
 $BVOL_{CHR}$ Biovolumen de Chroococcales

BVOL _{MIC}	Biovolumen de <i>Microcystis</i>
BVOL _{WOR}	Biovolumen de <i>Woronichinia</i>
BVOL _{TOT}	Biovolumen total de fitoplancton

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

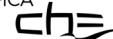
Tabla A9. Clases de potencial ecológico según el RCE del porcentaje de cianobacterias.

Clase de potencial ecológico	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	$RCE_{trans} = 0,497 \times RCE + 0,503$
RCE ≤0,195	$RCE_{trans} = 3,075 \times RCE$

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

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

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

Tipo 13

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

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

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

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

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 RCE_{trans}.

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
<i>RCE_{trans}</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

			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 12	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a 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 a 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 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 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 (µg 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 Fisicoquímico	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 MONTEAGUDO DE LAS VICARIAS

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 a ($\mu\text{g/L}$)	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 Monteagudo de las Vicarías 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	66,00	Eutrófico
DISCO SECCHI	2,03	Mesotrófico
CLOROFILA a	17,80	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	3353	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,50	EUTRÓFICO

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 Monteagudo de las Vicarías en 2005 ha resultado ser **EUTRÓFICO**.

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 Monteagudo de las Vicarías 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	18,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,70	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	2,10	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	588	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,50	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de P total ha clasificado el embalse como mesotrófico; la transparencia como mesotrófico; 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 Monteagudo de las Vicarías en 2004 ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE MONTEAGUDO DE LAS VICARIAS

En la mayoría de los casos en lugar del estado de la masa, sólo se puede establecer el potencial ecológico (además sin tener en cuenta la presencia de sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca, para los indicadores fisicoquímicos). Tampoco se han estudiado las sustancias prioritarias y otros contaminantes que permitan determinar el estado químico, por eso se diagnostica la masa con el **potencial ecológico**.

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B+/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas A21 y A22.

Tabla A21. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,6	0,4 - 0,6	0,2 - 0,4	< 0,2	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	> 6	3 - 6	1,5 - 3	0,7 - 1,5	< 0,7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	> 8	8 - 6	6 - 4	4 - 2	< 2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0 - 4	4 - 10	10 - 35	35 - 100	> 100
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			< 1,6	1,6 – 2,4	> 2,4		

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

Tabla A22. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	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 físicoquímico para el año 2004.

Tabla A23a. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Monteagudo de las Vicarías 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	17,80	0,15	0,20	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO				4			DEFICIENTE
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PE	
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,03			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,59			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	66,00			Deficiente	
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO				3			MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Monteagudo de las Vicarías 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 Monteagudo de las Vicarías 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,10	1,24	1,17	Bueno o Superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,70	Moderado			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,81	Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	18,00	Moderado			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3			MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

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