



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 VADIELLO

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 Vadiello 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 Vadiello se sitúa en las estribaciones meridionales de las sierras calcáreas que conforman la alineación montañosa del prepirineo central. El modelado es principalmente kárstico, con profundos cañones producto del encajonamiento de los cauces que atraviesan la sierra de norte a sur.

El embalse, cuya presa fue terminada en 1 971, se sitúa en el término municipal de Loporzano, provincia de Huesca. Regula, principalmente, las aguas del río Guatzalema, en cuyo cauce se asienta la presa.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones que presenta una forma alargada, irregular y sinuosa, donde destacan dos alargados brazos que se sitúan próximos a la cabecera del embalse.

La cuenca vertiente al embalse de Vadiello tiene una superficie total de 9 215,02 ha. El embalse tiene una extensión de 69 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 16 hm³. Tiene una profundidad media de 23 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 68 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)	9 215,02
Superficie de la cuenca parcial (ha)	-
Superficie de la subcuenca de esorrentía (ha)	-
Superficie del embalse (ha)	69
Longitud máxima del embalse (km)	4
Capacidad total (hm ³)	16
Capacidad útil (hm ³)	-
Profundidad máxima (m)	68
Profundidad media (m)	23
Perímetro en máximo nivel (km)	12
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	746
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	741,6; 706; 691,4

Se trata de un embalse monomítico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival es muy acusada, situándose a 11 m en verano de 2004, y a 4 m en verano de 2005. La capa fótica en el estío oscila entre 4 y 7,5 metros de espesor.

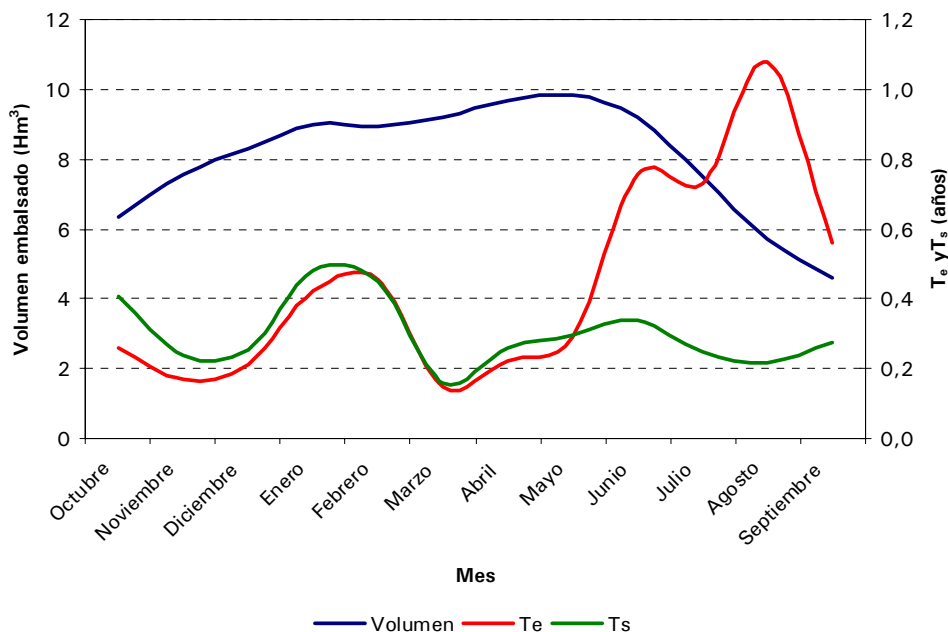
En el **cuadro II** se presentan las medias mensuales de la explotación hidráulica correspondiente al periodo 2001-2005.

Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Periodo 2001-2005

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
2001-2005	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	6,36	1,33	2,08	0,41	0,26
Noviembre	7,56	2,60	3,65	0,24	0,17
Diciembre	8,31	2,78	3,35	0,25	0,21
Enero	8,96	1,58	1,80	0,48	0,42
Febrero	8,94	1,53	1,50	0,45	0,46
Marzo	9,20	4,95	5,35	0,16	0,15
Abril	9,70	3,10	3,63	0,26	0,22
Mayo	9,81	2,80	2,85	0,30	0,29
Junio	9,18	2,23	1,00	0,34	0,75
Julio	7,53	2,55	0,88	0,25	0,73
Agosto	5,73	2,25	0,45	0,22	1,08
Septiembre	4,61	1,38	0,68	0,28	0,56
Total anual	7,99	29,05	27,20	0,28	0,29

El tiempo de residencia anual del agua es moderado, en torno a 3,5 meses. Los mínimos se obtienen en el mes de marzo, donde el tiempo de residencia es, aproximadamente, de 2 meses. Los máximos, si se consideran las salidas, se sitúan en invierno, con un máximo en enero próximo a los 6 meses, mientras que si se tienen en cuenta las entradas se sitúan en verano, donde el mes de agosto presenta el valor máximo, 13 meses.

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

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento de Huesca, entre otros municipios, y en menor medida a riego. La principal actividad recreativa del embalse es la pesca.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Vadiello 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 las siguientes categorías:

- *Zonas de extracción para consumo humano:* En el embalse de Vadiello se localiza una captación de agua para consumo humano, cuyo titular es el ayuntamiento de Alcalá del Obispo, que abastece a una población de 122 habitantes.

- *Zonas de protección de habitats o especies:* El embalse forma parte del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara, concretamente está incluido en el LIC ES2410025 “Sierra y Cañones de Guara” y la “ZEPA ES0000015”. Estas zonas constituyen el límite meridional de plantas pirenaicas y de comunidades alpinas y eurosiberianas, encontrando hayedos en los barrancos más húmedos y abetal residual. Suponen también el límite de distribución de algunos vertebrados endémicos pirenaicos como el tritón pirenaico (*Euproctus asper*).

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en la 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	29/07/2004	Estratificación
2ª Campaña	23/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	07/04/2005	Mezcla
4ª Campaña	13/07/2005	Estratificación

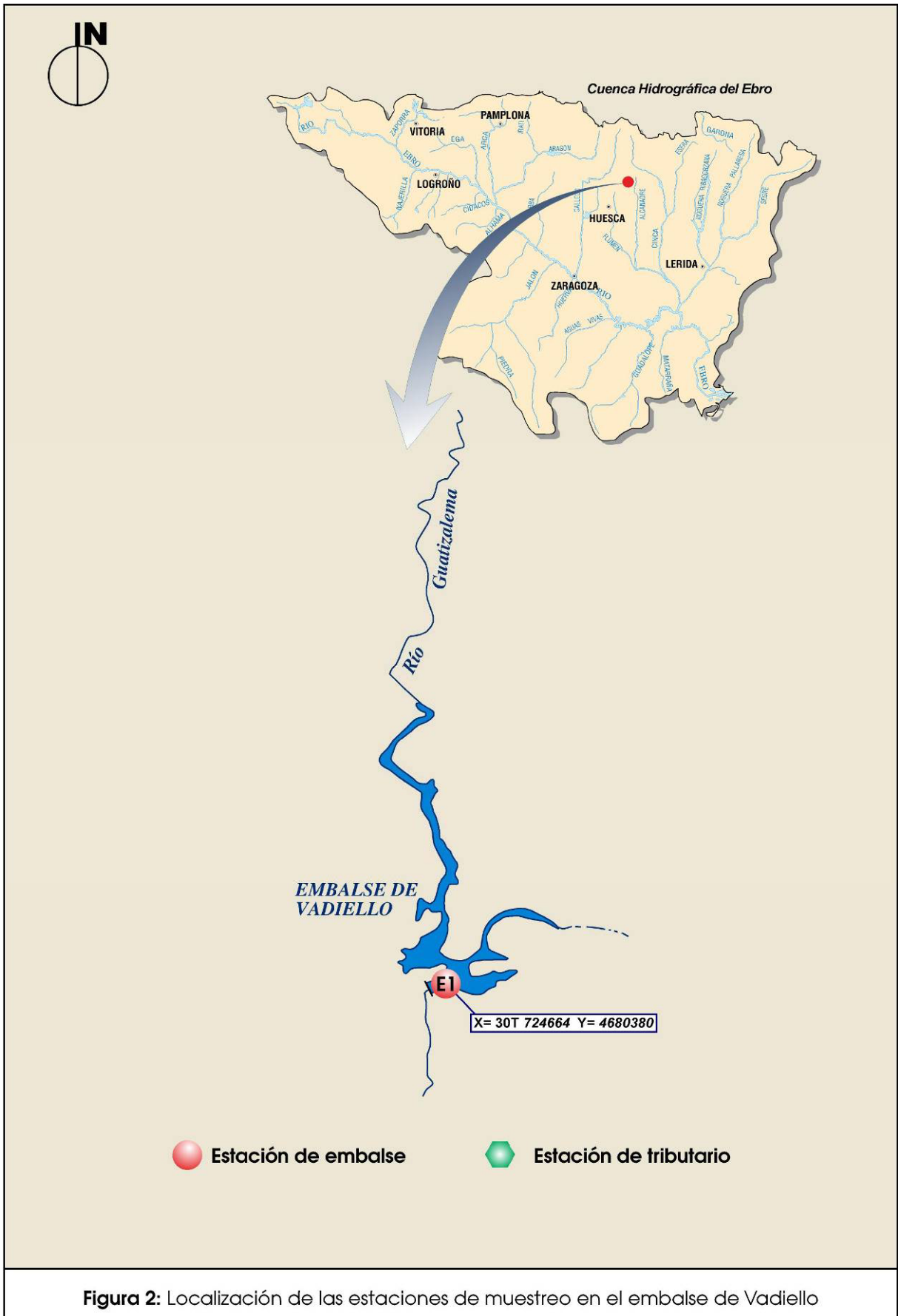


Figura 2: Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Vadiello

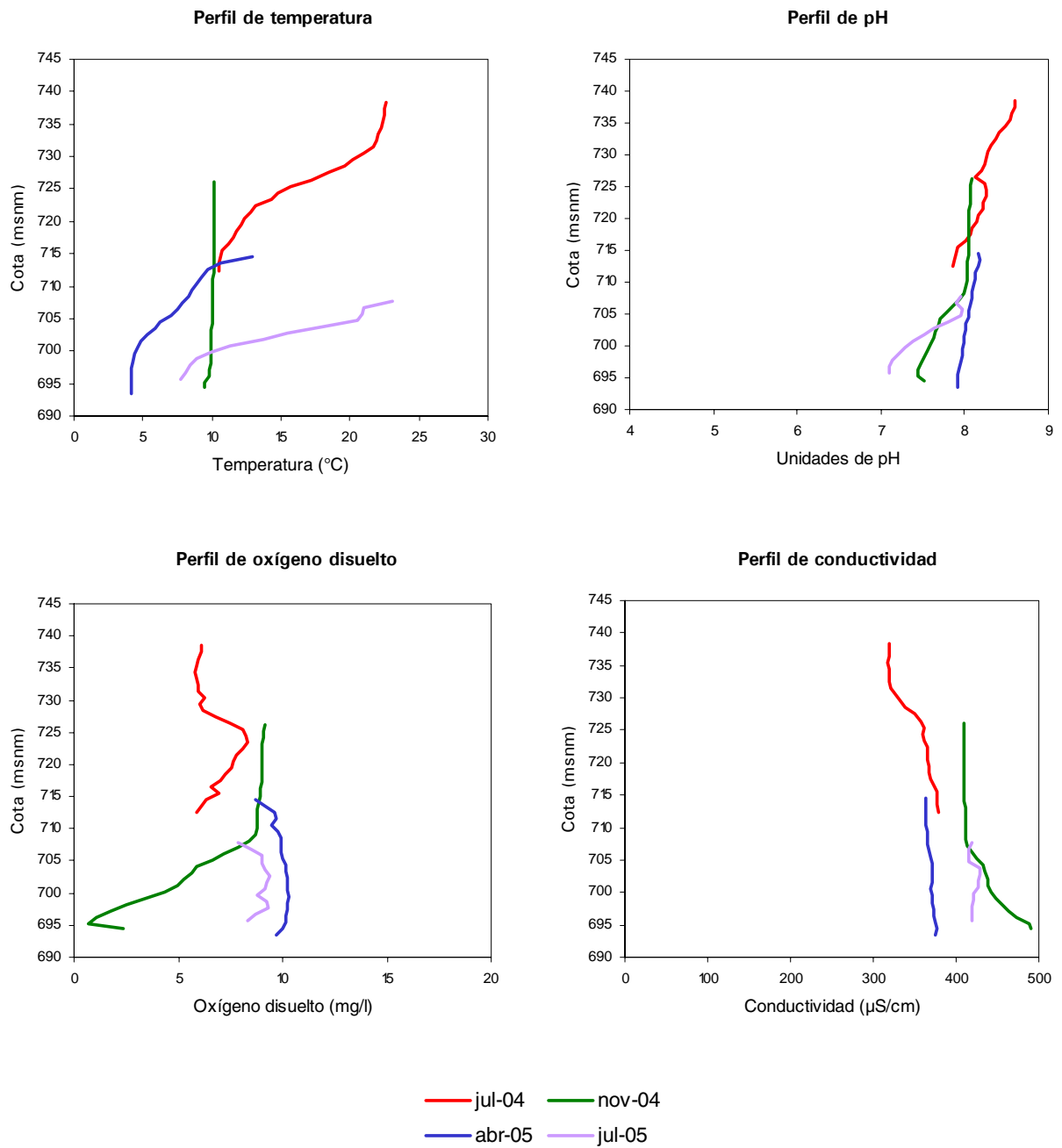
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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 4,1 °C -mínimo- y los 23,06°C, -máximo registrado en el estío-. La termoclina en el estío es muy acusada; en verano de 2004 se sitúa a 11 metros de profundidad, registrándose un acusado gradiente térmico en cuatro metros (entre el 11 y el 14) de, prácticamente, 5 °C. En verano de 2005, con el embalse al 10 % de capacidad, la termoclina se sitúa a 4 m, a partir de éste punto la temperatura desciende bruscamente, registrándose un gradiente térmico en 6 metros (entre el 4 y el 9) de 9 °C.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 7,96 ud. El máximo epilimnético estival es de 8,63 ud y el mínimo, registrado en las capas más profundas, de 7,10 ud.
- La transparencia del agua es moderada, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 3,6 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 6 metros. El mínimo (2,6 m) se registra en la campaña de primavera, mientras que el máximo (4,4 m) se registra en julio de 2004.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son aceptables, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 7,84 mg/l O₂. En términos generales, el hipolimnion se encuentra bien oxigenado, las peores condiciones se dan en invierno, donde se detectan condiciones anóxicas en el penúltimo metro de profundidad.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 390 µS/cm. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores históricos de este ámbito.

Figura 3: Perfiles físico-químicos del embalse



4.2. Hidroquímica del embalse

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

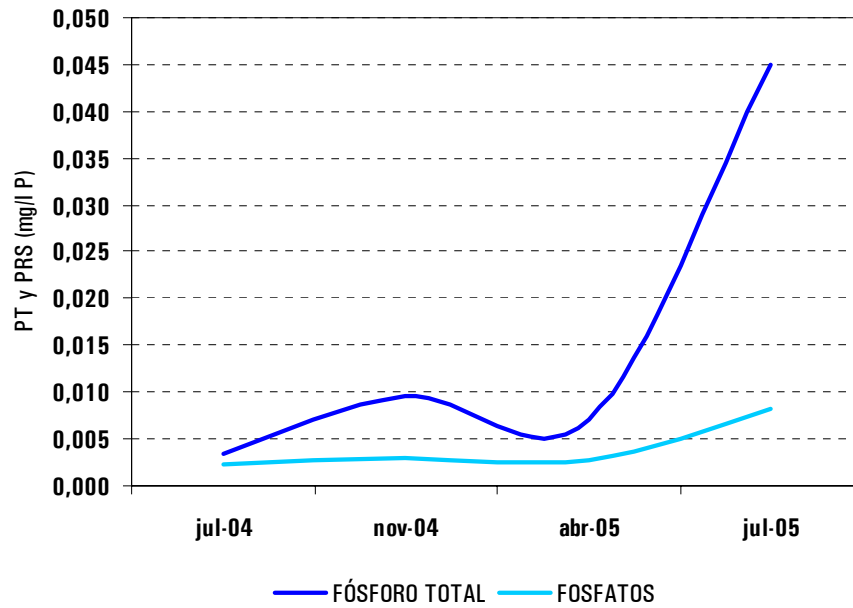
- La concentración de nutrientes es moderada. El fósforo total presenta un valor medio para el periodo estudiado, y en toda la columna de agua, de 0,016 mg/l P. Los valores oscilan entre 0,003 mg/l P, mínimo localizado en verano 2004, y 0,045 mg/l P, máximo en verano de 2005. Éste último valor aumenta ostensiblemente debido a la muestra de fondo, donde se registra el máximo absoluto 0,11 mg/l P. Los ortofosfatos mantienen la misma pauta que el fósforo total, localizándose el mínimo en verano de 2004 -0,002 mg/l P-.

La concentración media del nitrógeno inorgánico total (NIT) alcanza un valor de 0,13 mg/l N. Entre las formas inorgánicas que lo componen la predominante es la de nitratos ($\text{NO}_3/\text{NIT} = 75\%$), siendo la proporción de amonio alta ($\text{NH}_4/\text{NIT} = 22\%$) y la de nitritos pequeña ($\text{NO}_2/\text{NIT} = 3\%$). La máxima concentración de NIT -0,25 mg/l N- se sitúa en verano de 2005, mientras que el mínimo -0,03 mg/l N- se da en invierno.

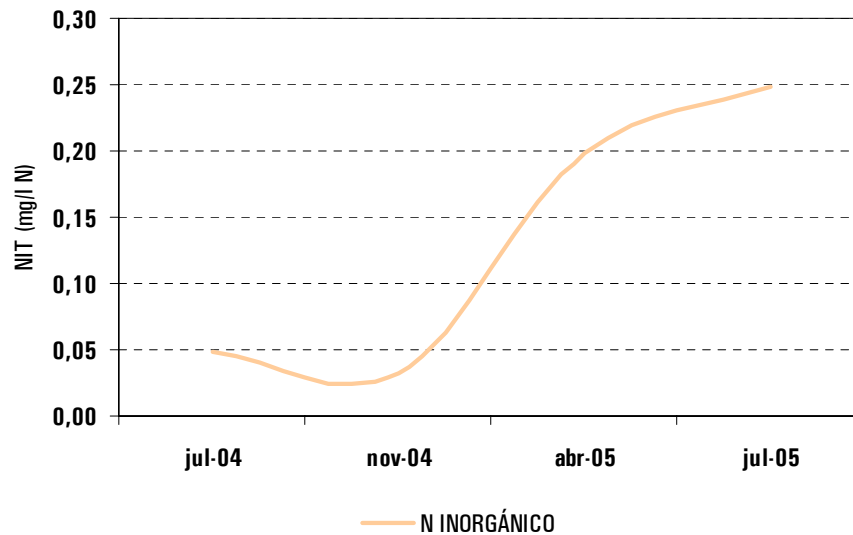
- El contenido de materia orgánica obtenido es bajo y no presenta variaciones interanuales destacables. Los valores medios obtenidos en el embalse han sido de 1,3 y 10,3 mg O_2/l , para la DBO_5 y DQO , respectivamente.
- Las aguas embalsadas son moderadamente mineralizadas y presentan una concentración de calcio alta-moderada (57,5 mg Ca/l) se sitúa en el rango conocido para el embalse.

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes

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



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



4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores

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

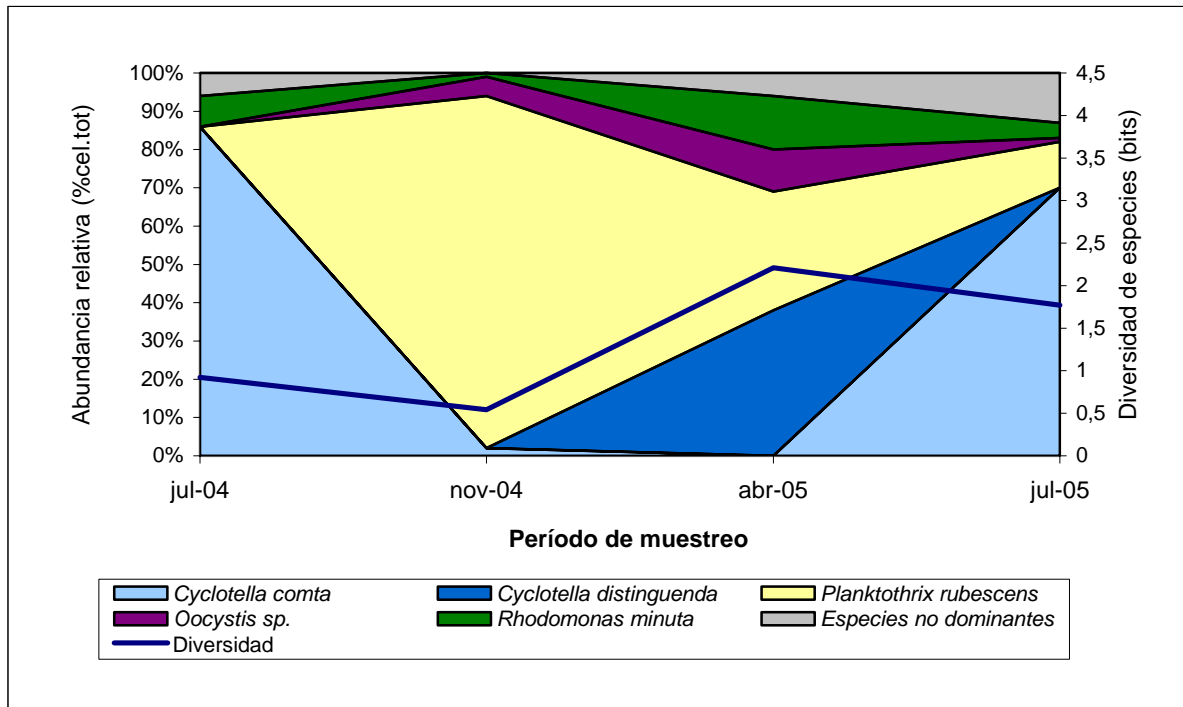
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

De la totalidad de 4 análisis realizados se han identificado un total de 52 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 22 diatomeas
- 3 cianobacterias
- 9 clorofíceas
- 6 criptofíceas
- 4 crisofíceas
- 5 dinofíceas
- 3 euglenofíceas

El siguiente gráfico recoge los cambios estacionales –climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico 2004-2005 estudiado. Las 5 especies representadas en el gráfico son consideradas las más representativas de este sistema léntico, atendiendo debido 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 ha mantenido la siguientes pautas temporal:

En el primer periodo estival - verano 2004 -, la comunidad fitoplanctónica presenta una densidad moderada -1 420 cel/ml- siendo el grupo dominante las diatomeas céntricas. Este grupo algal supone el 86% de la comunidad debido a la abundancia de la especie *Cyclotella comta*. La principal especie acompañante durante este periodo es la criptofíceo *Rhodomonas minuta*.

Durante el invierno se produce la proliferación de la cianobacteria *Planktothrix rubescens* que conlleva el incremento de la densidad fitoplanctónica hasta alcanzar las 7 077 cel/ml. La fuerte dominancia de la cianobacteria *Planktothrix* -representa el 92% de la comunidad fitoplanctónica- determina el mínimo valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver durante el periodo de estudio -0,54 bits-.

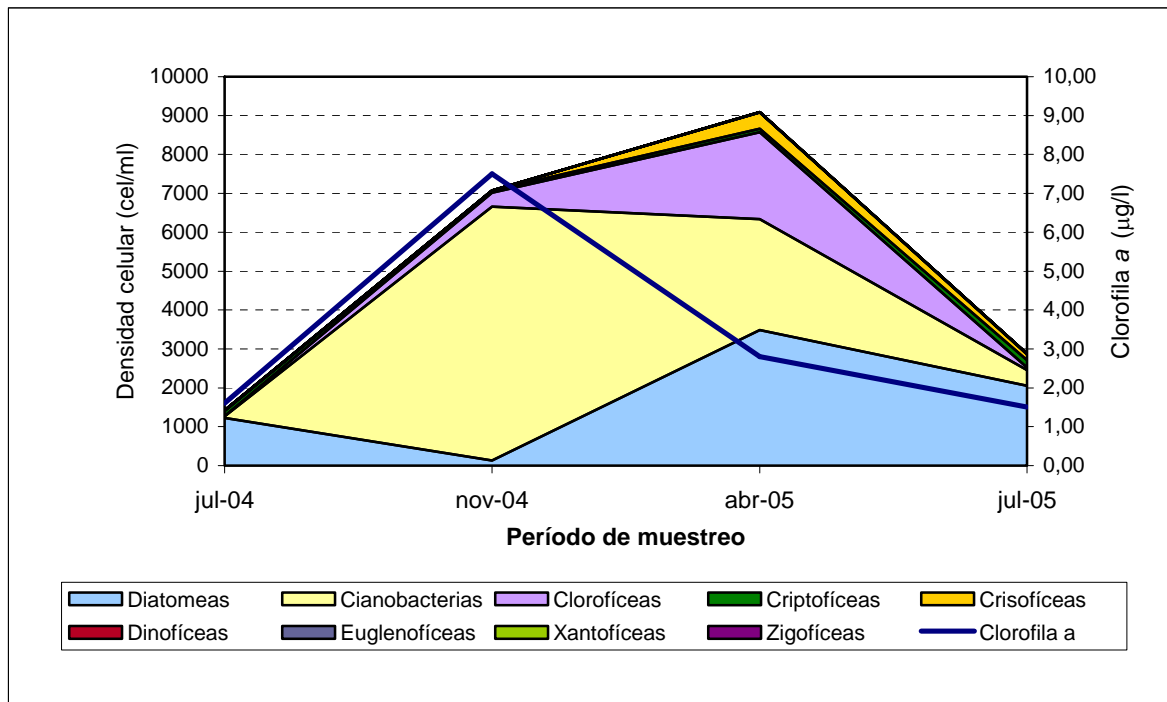
En la etapa primaveral del año hidrológico estudiado se produce un nuevo incremento poblacional registrándose el máximo valor de densidad algal -9 084 cel/ml-. La composición de la comunidad se caracteriza por un retroceso de la población de la cianobacteria *Planktothrix rubescens* que se establece como principal especie

acompañante y por la proliferación de la diatomea *Cyclotella distinguenda* que pasa a ser la especie dominante en este periodo. Se observa, también, un aumento de las clorófitas entre las que destacan los géneros *Selenastrum sp.* y *Oocystis sp.* Al no existir grandes diferencias en la distribución de abundancias poblacionales, en este periodo se obtiene el valor máximo del índice de diversidad de Shannon-Weaver -2,21 bits-.

En verano de 2005, después de dos periodos de incremento poblacional, la densidad celular disminuye hasta registrarse valores moderados -2.876 cel/ml-. Cualitativamente las diatomeas siguen dominando la comunidad algal, en esta época domina la especie *Cyclotella comta* que representa el 70% de la comunidad. También se mantiene la abundancia de la principal especie acompañante, la cianobacteria *Planktothrix rubescens*. El mantenimiento de la abundancia de *Planktothrix* podría dar lugar a una nueva proliferación cianobacteriana, si se dan las condiciones ambientales adecuadas.

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 fitoplanctónica presenta una buena correspondencia, a excepción del periodo primaveral. En el periodo primaveral se registra el máximo valor de densidad algal pero la concentración de clorofila *a* sufre un descenso, precisamente cuando hay crecimiento de especies con mayor contenido en pigmentos y las especies están más activas.

4.3.1. Calidad bioindicadora

La sucesión de especies de fitoplancton a lo largo del año de estudio y el pico de densidad poblacional causado por el crecimiento de las poblaciones de diatomeas y clorofíceas durante la primavera, indican que en embalse de Vadiello es un medio



Planktothrix rubescens

mesotrófico. Las asociaciones algales identificadas en el embalse se describen a continuación:

El estío del año hidrológico estudiado, se caracteriza por contar con valores de densidad algal moderada. La comunidad fitoplanctónica está dominada por la diatomea céntrica *Cyclotella comta* durante el periodo estival,

mientras que en invierno se produce el incremento poblacional de la cianobacteria *Planktothrix rubescens* que desplaza a la diatomea como especie dominante. El crecimiento de esta cianobacteria durante el invierno es común de medios mesotróficos². En primavera de 2005 vuelven a incrementarse las poblaciones de diatomeas céntricas junto con las clorofíceas. Dentro de éste último grupo destacan por su abundancia *Cyclotella distinguenda*, *Planktothrix rubescens*, *Selenastrum sp.* y *Oocystis sp.*

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 Vadiello como **mesotrófico**.

² • Reynolds, C.S., 1996. The plant life of the pelagic. Vert. Internat. Verein. Limnol., 26: 97-113.

Prácticamente la totalidad de los índices contrastados sitúan al embalse en rangos mesotróficos. Tan sólo, atendiendo a criterios de la OCDE, el parámetro de respuesta clorofila a (considerando su máximo anual) presenta un resultado de oligotrofia.

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 >	16	MESOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	5.114	MESOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	7,5	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	3,3	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	16	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	3,6	MESOTRÓFICO
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	5.114	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	3,3	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	16	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	98	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	3,6	E. MODERADA
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	3,3	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	7,5	OLIGOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	16	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6; 6-3; 3-1.5; < 1.5	3,6	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	2,6	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): DST	<i>TSI = 10(6-log₂(DST))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	41	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): CLA	<i>10(6-log₂ 7,7(1/Cl^a ^ 0,68))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	42	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>TSI = 10(6-log₂(54,9/PT))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	42	MESOTRÓFICO

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 Vadiello es **BUENO**.

EMBALSE DE VADIELLO			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	5.114	4	3,0	3,0	0,82
		Biomasa algal, Cla a (µg/l); anual capa fótica	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	> 25	3,3	3			
		Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	> 10 ⁵	6.520	3			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	3,6	3	3,3	3,0	0,82
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O ₂)	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	7,9	4			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	16,3	3			
			VALORACIÓN DE CADA CLASE									
			5	4	3	2	1					

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

ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

EMBALSE: VADIELLO (VA) **CAMPAÑA:** 1
COT. MAX: 746 **NIVEL:** 738

Estación: E1 Profundidad: 26
 Fecha: 29/07/2004 Hora: 17:00
 Disco Secchi (m): 4,41 Capa fótica (m): 7,5

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. μS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	738	22,56	8,61	6,14	71,40	320	240	208
1	737	22,54	8,61	6,13	69,80	319	241	207
2	736	22,52	8,57	5,92	68,40	319	242	207
3	735	22,34	8,54	5,88	68,50	318	242	207
4	734	22,23	8,48	5,82	66,10	320	243	208
5	733	22,08	8,42	5,85	67,60	320	242	208
6	732	21,92	8,37	5,95	69,30	320	243	208
7	731	21,70	8,32	5,96	68,50	322	243	209
8	730	21,02	8,28	6,27	71,70	327	243	213
9	729	20,22	8,26	6,01	67,20	333	244	216
10	728	19,59	8,24	6,16	67,50	338	246	220
11	727	18,48	8,21	6,79	73,00	350	247	228
12	726	17,14	8,12	7,51	78,30	358	243	233
13	725	15,73	8,24	8,12	82,10	361	253	235
14	724	14,81	8,25	8,21	81,20	360	255	234
15	723	14,35	8,25	8,35	80,80	361	256	235
16	722	13,20	8,23	8,08	77,20	365	256	237
17	721	12,82	8,22	7,75	73,10	365	258	237
18	720	12,37	8,17	7,65	72,60	366	256	238
19	719	12,08	8,14	7,55	70,30	368	255	239
20	718	11,79	8,09	7,22	66,30	368	253	239
21	717	11,50	8,06	6,99	63,40	370	252	241
22	716	11,22	8,02	6,60	59,50	373	251	242
23	715	10,72	7,92	6,95	62,30	376	245	244
24	714	10,60	7,89	6,32	56,70	377	245	245
25	713	10,50	7,87	6,11	54,60	377	243	245
26	712	10,50	7,86	5,85	53,50	378	244	246

EMBALSE: VADIELLO (VA) **CAMPAÑA:** 2
COT. MAX: 746 **NIVEL:** 726

Estación: E1 Profundidad: 31,6
 Fecha: 23/11/2004 Hora: 17:40
 Disco Secchi (m): 3,5 Capa fótica (m): 6,0

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	726	10,16	8,08	9,16	81,60	409	201	266
1	725	10,16	8,06	9,06	80,60	410	207	267
2	724	10,16	8,06	9,05	80,60	410	207	267
3	723	10,16	8,06	9,02	80,30	410	206	267
4	722	10,15	8,06	9,00	80,10	410	206	267
5	721	10,14	8,05	8,97	79,80	410	206	267
6	720	10,13	8,05	8,98	79,80	410	205	267
7	719	10,13	8,05	8,98	79,80	410	205	267
8	718	10,12	8,05	8,99	77,90	410	205	267
9	717	10,12	8,05	8,97	79,70	410	204	267
10	716	10,12	8,05	8,96	79,70	409	204	266
11	715	10,12	8,05	8,91	79,30	410	204	267
12	714	10,12	8,04	8,82	78,50	410	203	267
13	713	10,11	8,03	8,79	78,20	411	203	267
14	712	10,10	8,03	8,78	78,10	411	202	267
15	711	10,08	8,03	8,81	78,30	411	202	267
16	710	10,07	8,03	8,81	78,20	411	201	267
17	709	10,06	8,02	8,71	77,30	411	200	267
18	708	10,03	8,00	8,41	74,30	411	199	267
19	707	10,00	7,94	7,83	68,70	413	196	268
20	706	10,00	7,85	7,19	63,10	419	192	272
21	705	10,00	7,78	6,64	58,60	425	188	276
22	704	9,99	7,70	5,91	52,40	433	184	281
23	703	9,96	7,68	5,62	49,60	435	183	283
24	702	9,93	7,65	5,24	46,40	438	182	285
25	701	9,92	7,63	4,96	43,90	439	180	285
26	700	9,93	7,60	4,36	38,60	442	179	287
27	699	9,93	7,55	3,41	29,40	448	176	291
28	698	9,90	7,51	2,50	21,30	456	174	296
29	697	9,83	7,48	1,78	14,90	464	173	302
30	696	9,77	7,45	1,07	9,40	473	172	307
31	695	9,50	7,45	0,71	6,20	489	174	318
32	695	9,46	7,51	2,40	23,20	491	181	319

EMBALSE: VADIELLO (VA) **CAMPAÑA:** 3
COT. MAX: 746 **NIVEL:** 714

Estación: E1 Profundidad: 26
 Fecha: 07/04/2005 Hora: 20:00
 Disco Secchi (m): 4 Capa fótica (m): 6,8

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. μS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	714	12,92	8,17	8,70	82,40	363	220	236
1	713	10,65	8,18	9,18	82,10	363	221	236
2	712	9,65	8,16	9,61	84,60	363	222	236
3	711	9,18	8,13	9,70	84,30	364	222	237
4	710	8,84	8,12	9,49	81,90	364	222	237
5	709	8,49	8,10	9,75	83,40	365	222	237
6	708	8,26	8,09	9,90	84,00	366	223	238
7	707	7,87	8,08	9,95	83,70	366	223	238
8	706	7,49	8,07	9,95	83,10	367	224	239
9	705	7,01	8,05	10,02	82,90	369	224	240
10	704	6,27	8,04	10,13	82,30	372	225	242
11	703	5,94	8,02	10,12	81,20	372	225	242
12	702	5,35	8,02	10,24	80,70	372	226	242
13	701	4,88	8,00	10,25	80,00	371	226	241
14	700	4,59	7,99	10,25	79,60	370	226	241
15	699	4,38	7,98	10,29	79,30	371	226	241
16	698	4,31	7,97	10,26	78,70	372	227	242
17	697	4,20	7,95	10,24	78,80	373	226	242
18	696	4,14	7,94	10,14	77,70	373	226	242
19	695	4,11	7,92	10,12	77,50	375	226	244
20	694	4,11	7,91	10,03	76,80	376	226	244
21	693	4,12	7,91	9,67	74,10	375	226	244

EMBALSE: VADIELLO (VA) **CAMPAÑA:** 4
COT. MAX: 746 **NIVEL:** 707,7

Estación: E1 Profundidad: 12,35
 Fecha: 13/07/2005 Hora: 14:20
 Disco Secchi (m): 2,6 Capa fótica (m): 4,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	708	23,06	7,95	7,87	91,80	419	146	272
1	707	21,01	7,90	8,48	95,30	415	151	270
2	706	20,90	7,98	8,97	100,80	415	168	270
3	705	20,50	7,95	9,02	100,20	416	166	270
4	704	18,00	7,80	9,16	96,60	428	153	278
5	703	15,46	7,63	9,41	94,40	429	141	279
6	702	13,73	7,51	9,22	88,90	426	130	277
7	701	11,31	7,39	9,15	83,80	426	183	277
8	700	9,97	7,28	8,80	78,00	422	115	274
9	699	8,94	7,21	9,23	78,10	421	111	274
10	698	8,45	7,14	9,28	80,10	420	105	273
11	697	8,09	7,10	8,73	74,00	420	103	273
12	696	7,68	7,10	8,34	70,00	420	103	273

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	VADIELLO	CÓDIGO:	VA1	
CAMPAÑA:	1	FECHA:	29/07/2004	
COTA MÁXIMA:	746,00	NIVEL:	738	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	12	26
COTA	msnm	737	726	712
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,0	2,9	4,0
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	148,7	162,5	185,5
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,3	1,2	0,8
DQO	mg O ₂ /l	7,9	4,0	15,8
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,002	0,002	0,006
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,007	0,006	0,009
FOSFATOS	mg P/l	0,002	0,002	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,56	0,36	0,42
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,03	0,03	0,03
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,02	0,02
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,54	0,34	0,40
NITRATOS	mg NO ₃ /l	0,23	0,03	0,07
NITRATOS	mg N/l	0,05	0,01	0,01
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,002	0,003	0,006
NITRITOS	mg N/l	0,001	0,001	0,002
N INORGÁNICO	mg N/l	0,08	0,03	0,04
CALCIO	mg Ca/l	50,7	55,9	65,9
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	10,2	10,2	9,8
SODIO	mg Na/l	2,6	2,4	2,7
POTASIO	mg K/l	0,9	0,6	0,7
CLORUROS	mg Cl ⁻ /l	2,0	1,0	1,5
SULFATOS	mg SO ₄ ⁻² /l	13,6	13,8	11,9
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,01
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	4,74	4,68	2,39
CLOROFILA a	µg/l	1,6		

EMBALSE:	VADIELLO	CÓDIGO:	VA2	
CAMPAÑA:	2	FECHA:	23/11/2004	
COTA MÁXIMA:	746,00	NIVEL:	726	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	16	31
COTA	msnm	725	710	695
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,1		
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	152,7		
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,8		
DQO	mg O ₂ /l	12,2		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,012	0,009
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,012	0,008	0,008
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,003	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,32	0,59	0,66
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,01	0,02	0,06
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,01	0,04
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,31	0,58	0,62
NITRATOS	mg NO ₃ /l	0,00	0,04	0,00
NITRATOS	mg N/l	0,00	0,01	0,00
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,005	0,022	0,034
NITRITOS	mg N/l	0,002	0,007	0,010
N INORGÁNICO	mg N/l	0,01	0,03	0,05
CLOROFILA a	µg/l	7,5		

EMBALSE:	VADIELLO	CÓDIGO:	VA3	
CAMPAÑA:	3	FECHA:	07/04/2005	
COTA MÁXIMA:	746,00	NIVEL:	714	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	10	20
COTA	msnm	713	704	694
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,4		
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	115,1		
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,3		
DQO	mg O ₂ /l	15,8		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,013	0,004	0,004
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,013	0,007	0,005
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,002	0,002
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,57	1,05	0,31
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	0,54	1,02	0,30
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,01	0,67	0,55
NITRATOS	mg N/l	0,23	0,15	0,12
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,019	0,018	0,023
NITRITOS	mg N/l	0,006	0,005	0,007
N INORGÁNICO	mg N/l	0,26	0,19	0,15
CLOROFILA a	µg/l	2,8		

EMBALSE:	VADIELLO	CÓDIGO:	VA4	
CAMPAÑA:	4	FECHA:	13/07/2005	
COTA MÁXIMA:	746,00	NIVEL:	707	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F
PROFUNDIDAD	m	1	6	11
COTA	msnm	706	701	696
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	6,0		
DBO₅	mg O₂/l	2,2		
DQO	mg O₂/l	4,0		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,010	0,015	0,110
FOSFATOS	mg PO₄³/l	0,029	0,023	0,024
FOSFATOS	mg P/l	0,009	0,007	0,008
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,67	0,09
AMONIO TOTAL	mg NH₄/l	0,03	0,04	0,11
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,03	0,09
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,55	0,64	0,00
NITRATOS	mg NO₃/l	1,01	0,85	0,76
NITRATOS	mg N/l	0,23	0,19	0,17
NITRITOS	mg NO₂/l	0,009	0,010	0,019
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,003	0,006
N INORGÁNICO	mg N/l	0,26	0,22	0,26
SULFUROS	mg S⁻²/l			0,0
CLOROFILA a	µg/l	1,5		

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	VADIELLO	CÓDIGO:	VA1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	29/07/2004
COTAMAX:	746	D. SECCHI:	4,4
NIVEL:	738	C.FÓTICA:	7,5
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	737	
CLOROFILA a	µg/l	1,60	
Población total	n° cel/ml	1.420	
Diversidad (H)	Bits	0,92	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	1.222	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	40	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	15	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	122	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	12	
Clase DINOFICEA	n° cel/ml	9	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	1.215	
<i>Eunotia sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Gomphonema angustatum</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula cryptocephala</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Anabaena sp.</i>	Cianobacteria	40	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	12	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	2	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	11	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	111	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisofícea	12	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	4	
<i>Peridinium sp.1</i>	Dinofícea	4	
<i>Peridinium sp.2</i>	Dinofícea	1	

EMBALSE:	VADIELLO	CÓDIGO:	VA2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	23/11/2004
COTAMAX:	746	D. SECCHI:	3,5
NIVEL:	726	C.FÓTICA:	6,0
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	725	
CLOROFILA a	µg/l	7,50	
Población total	n° cel/ml	7.077	
Diversidad (H)	Bits	0,54	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	133	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	6.520	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	361	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	61	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillarioficea	3	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillarioficea	127	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Planktothrix rubescens</i>	Cianobacteria	6.520	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofíceas	12	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofíceas	332	
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	Clorofíceas	10	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofíceas	6	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofíceas	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofíceas	8	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofíceas	1	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofíceas	2	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofíceas	50	
<i>Dinobryon sp.</i>	Crisofíceas	1	
<i>Trachelomonas sp.</i>	Euglenofíceas	1	

EMBALSE:	VADIELLO	CÓDIGO:	VA3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	07/04/2005
COTAMAX:	746	D. SECCHI:	4,0
NIVEL:	714	C.FÓTICA:	6,8
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	713	
CLOROFILA a	µg/l	2,80	
Población total	n° cel/ml	9.084	
Diversidad (H)	Bits	2,21	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	3.486	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	2.851	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	2.235	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	86	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	425	
Clase DINOICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Amphipleura sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Cyclotella distinguenda</i>	Bacillarioficea	3.409	
<i>Cymbella minuta</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Cymbella sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Navicula cryptotenella</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillarioficea	16	
<i>Navicula trivialis</i>	Bacillarioficea	2	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillarioficea	49	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillarioficea	4	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Planktothrix rubescens</i>	Cianobacteria	2.851	
<i>Chlorogonium sp.</i>	Cloroficea	38	
<i>Oocystis sp.</i>	Cloroficea	970	
<i>Selenastrum sp.</i>	Cloroficea	1.212	
<i>Tetraedron minimum</i>	Cloroficea	15	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptoficea	1	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptoficea	2	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptoficea	83	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisoficea	45	
<i>Dinobryon sp.</i>	Crisoficea	1	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisoficea	379	
<i>Phacus sp.</i>	Euglenoficea	1	

EMBALSE:	VADIELLO	CÓDIGO:	VA4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	13/07/2005
COTAMAX:	746	D. SECCHI:	2,6
NIVEL:	708	C.FÓTICA:	4,4
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	707	
CLOROFILA a	µg/l	1,50	
Población total	n° cel/ml	2.876	
Diversidad (H)	Bits	1,77	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	2.054	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	402	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	65	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	190	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	148	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	16	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Amphipleura pellucida</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	2.005	
<i>Cymbella cistula</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Diploneis oblongella</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria sp.</i>	Bacillariofícea	5	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Neidium binodeforme</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	38	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Anabaena sp.</i>	Cianobacteria	43	
<i>Merismopedia sp.</i>	Cianobacteria	5	
<i>Planktothrix rubescens</i>	Cianobacteria	354	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	34	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	21	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofícea	5	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	5	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	13	
<i>Cryptomonas reflexa</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	73	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	103	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	13	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	135	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	2	
<i>Peridinium elpatiewskyi</i>	Dinofícea	3	
<i>Peridinium umbonatum</i>	Dinofícea	9	
<i>Peridinium volzii</i>	Dinofícea	1	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenofícea	1	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2004 (29/07/2004)



Panorámica del embalse desde la presa. Invierno de 2004 (23/11/2004)



Panorámica del embalse desde la presa. Primavera de 2005 (07/04/2005)



Panorámica del embalse desde la presa. Verano de 2005 (13/07/2005)

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio de 2006

EMBALSE: VADIELLO

CÓDIGO: VA

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: Aragón
Provincia: Huesca
Municipio: Santa Eulalia



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

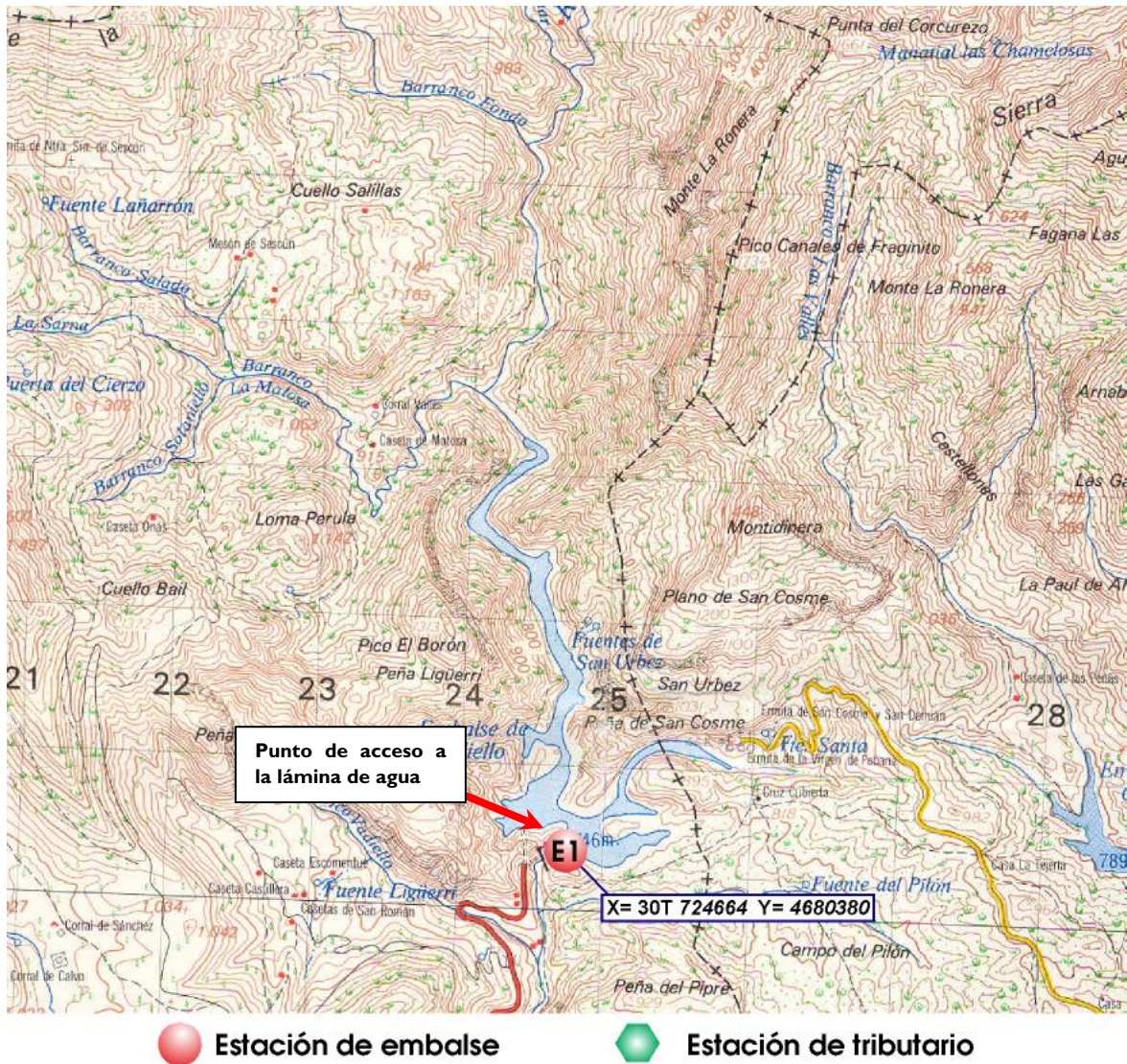
Table with 2 columns: Characteristics and Values. Includes fields like Tributario principal, Año de terminación, Cuenca a la que pertenece, Capacidad total, Longitud máxima, Profundidad máxima, Usos principales, Otros tributarios, Propietario, Altitud, Capacidad útil, Perímetro, Profundidad media, and Otros usos.



Panorámica del embalse (29/07/2004)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



Nº Plano/s 1:50.000: 248



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

		GRADO TRÓFICO	POTENCIAL ECOLÓGICO
	VADIELLO	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: Erika González		Fecha de muestreo: 29/07/2004
Tª superficie (°C): 22,56	pH superficie (ud): 8,61	Conductividad superficie (µS/cm): 320	
Tª fondo (°C): 10,50	pH fondo (ud): 7,86	Conductividad fondo (µS/cm): 378	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	4,41	7,5	
Termoclina: Si		Profundidad (m): 11	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	
2ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González		Fecha de muestreo: 23/11/2004
Tª superficie (°C): 10,16	pH superficie (ud): 8,08	Conductividad superficie (µS/cm): 409	
Tª fondo (°C): 9,46	pH fondo (ud): 7,56	Conductividad fondo (µS/cm): 491	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	3,5	6	
Termoclina: No		Profundidad (m): -	
Condiciones anóxicas: Si		Grosor capa anóxica (m): 1	
3ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González		Fecha de muestreo: 07/04/2005
Tª superficie (°C): 12,92	pH superficie (ud): 8,17	Conductividad superficie (µS/cm): 363	
Tª fondo (°C): 4,12	pH fondo (ud): 7,91	Conductividad fondo (µS/cm): 371	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	4	6,8	
Termoclina: Si		Profundidad (m): 2	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	
4ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González		Fecha de muestreo: 13/07/2005
Tª superficie (°C): 23,06	pH superficie (ud): 7,95	Conductividad superficie (µS/cm): 419	
Tª fondo (°C): 7,68	pH fondo (ud): 7,10	Conductividad fondo (µS/cm): 420	
Transparencia			
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-	
EI	2,6	4,4	
Termoclina: Si		Profundidad (m): 4	
Condiciones anóxicas: No		Grosor capa anóxica (m): -	



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 27/07/2004		
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO		
PARÁMETRO	UNIDAD	VAE IS	VAE IT	VAE IF
PROFUNDIDAD	m	1	12	26
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,002	0,002	0,006
FOSFATOS	mg P/l	0,002	0,002	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,56	0,36	0,42
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,02	0,02
NITRATOS	mg N/l	0,05	0,01	0,01
NITRITOS	mg N/l	0,001	0,001	0,002
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	1,6		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.420		
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea	Nº células/ml: 1.222		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella comta</i>	Nº células/ml: 1.215		

2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 23/11/2004		
PARÁMETRO	UNIDAD	VAE IS	VAE IM	VAE IF
PROFUNDIDAD	m	1	16	31
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,012	0,009
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,003	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,32	0,59	0,66
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,01	0,04
NITRATOS	mg N/l	0,00	0,01	0,00
NITRITOS	mg N/l	0,002	0,007	0,010
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	7,5		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	7.077		
CLASE PREDOMINANTE:	Cianobacteria	Nº células/ml: 6.520		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Planktothrix rubescens</i>	Nº células/ml: 6.520		

3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 07/04/2005		
PARÁMETRO	UNIDAD	VAE IS	VAE IM	VAE IF
PROFUNDIDAD	m	1	10	20
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,013	0,004	0,004
FOSFATOS	mg P/l	0,004	0,002	0,002
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,57	1,05	0,31
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,03	0,02
NITRATOS	mg N/l	0,23	0,15	0,12
NITRITOS	mg N/l	0,006	0,005	0,007
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,8		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	9.084		
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea	Nº células/ml: 3.486		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella kuetzingiana</i>	Nº células/ml: 3.409		

4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 13/07/2005		
PARÁMETRO	UNIDAD	VAE IS	VAE IM	VAE IF
PROFUNDIDAD	m	1	6	11
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,010	0,015	0,110
FOSFATOS	mg P/l	0,009	0,007	0,008
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,67	0,09
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,03	0,09
NITRATOS	mg N/l	0,23	0,19	0,17
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,003	0,006
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	1,5		
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	2.876		
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea	Nº células/ml: 2.054		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella comta</i>	Nº células/ml: 2.005		

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE VADIELLO 2004-2005

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

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

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

1. ESTADO TRÓFICO

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

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

a) Concentración de nutrientes. Fósforo total (PT)

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

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

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

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

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

A diferencia del anterior, el fitoplancton es un indicador de respuesta trófica y, por lo tanto, integra todas las variables causales, de modo que está influido por otros condicionantes ambientales además de estarlo por los niveles de nutrientes. Se utilizan dos parámetros como estimadores de la biomasa algal en los índices: concentración de clorofila *a* en la zona fótica ($\mu\text{g/L}$) y densidad celular (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 <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 Tipos 1, 2 y 3	> 0,908	0,907 – 0,607	0,606 – 0,303	< 0,303
Rango Tipos 7, 8, 9, 10 y 11	> 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
Rango Tipo 12	> 0,686	0,685 – 0,457	0,456 – 0,229	< 0,229
Rango Tipo 13	> 0,931	0,930 – 0,621	0,620 – 0,31	< 0,31
Valoración de cada clase	2	3	4	5

Posteriormente, es necesario llevar a cabo la *transformación de los valores de RCE obtenidos* a una escala numérica equivalente para los cuatro indicadores (RCE_{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 FÍSICOQUÍMICOS

Todavía la normativa no ha desarrollado qué indicadores físicoquímicos 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 VADIELLO

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 Vadiello 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	11,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,41	Oligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,60	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1420	Mesotrófico
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 oligotrófico; la concentración de clorofila *a* como oligotrófico y la densidad algal como mesotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Vadiello 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 Vadiello 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	10,00	Oligotrófico
DISCO SECCHI	2,60	Mesotrófico
COLOROFLA <i>a</i>	1,50	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	2876	Mesotrófico
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 oligotrófico y la densidad algal como mesotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Vadiello en 2005 ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE VADIELLO

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	
		<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	≥ 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 Vadiello 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	1,60	1,63	1,44	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,41	Bueno			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,93	Moderado			
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	11,00	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 Vadiello 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 Vadiello 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,50	1,73	1,51	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,60	Moderado			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	9,02	Muy Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	10,00	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 Vadiello para el año 2005 es de nivel 3, **INFERIOR A BUENO**.