



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 URRÚNAGA

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	12
4.3.1. Cualidad bioindicadora	15
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	15
6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	16
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 Urrúnaga 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

La cuenca vertiente al embalse de Urrúnaga está situada en el Sector Oriental de la Cuenca Cantábrica, sobre un basamento mesozoico de origen marino. Las directrices tectónicas dominantes son las WNW-ESE. La cuenca del embalse se sitúa sobre la conjugación del Anticlinorio Vizcaíno con la Falla de Bilbao.

La presa, construida en 1957, se enclava dentro del término municipal de Villareal de Álava, situado en la zona central de la provincia de Álava. Regula principalmente las aguas de los ríos Santa Engracia y Urquiola, aunque también las de otros ríos y arroyos

de menor entidad, entre los que destaca el arroyo de Albiña (regulado a su vez por la presa del mismo nombre). También recibe aportaciones del embalse de Ullívarri, mediante un túnel reversible.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones, con un cuerpo central amplio y bien definido que se divide en dos brazos: uno situado al oeste y formado por el río Santa Engracia y otro, al este, constituido por el río Urquiola.

La cuenca vertiente al embalse de Urrúnaga tiene una superficie total de 14 261,56 ha, de las cuales 4.335 ha corresponden a la cuenca de escorrentía directa.

El embalse tiene una extensión de 869 ha en su máximo nivel normal, una capacidad total de 72 hm³ y 67 hm³ de capacidad útil. La profundidad media es de 8,2 m, mientras que la profundidad máxima es de 24,5 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)	14 261,56
Superficie de la cuenca parcial (ha)	14 261,56
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	4 335
Superficie del embalse (ha)	869
Longitud máxima del embalse (km)	9,2
Capacidad total (hm ³)	72
Capacidad útil (hm ³)	67
Profundidad máxima (m)	24,5
Profundidad media (m)	8,2
Perímetro en máximo nivel (km)	39
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	546,5
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	529,3; 527,7; 523,9

Se trata de un embalse monomítico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa entre 7 y 8 metros de profundidad. La capa fótica en el estío oscila ente 5 y 7 metros de espesor.

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

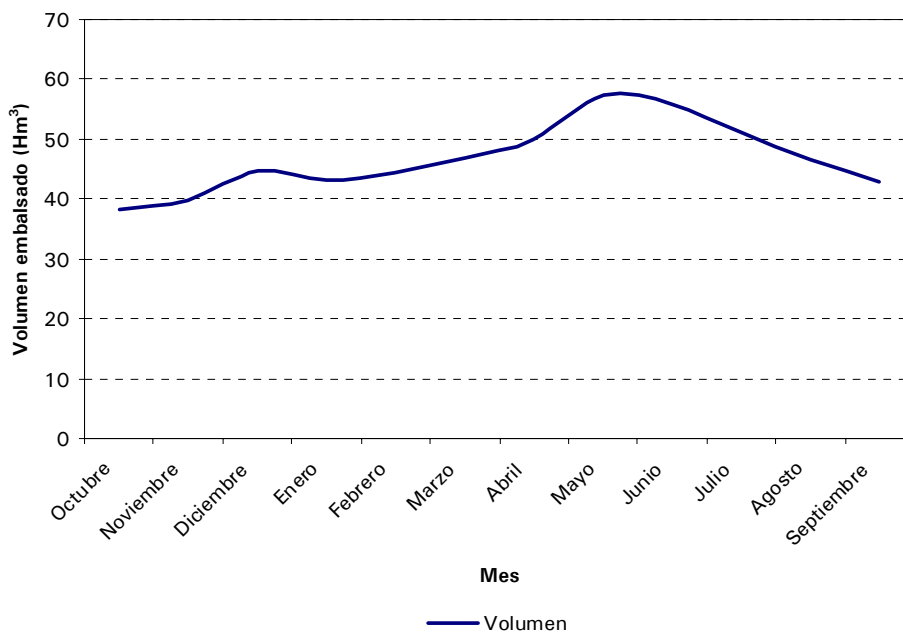
Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Periodo 2001-2005

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
2001-2005	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	38,39	-	-	-	-
Noviembre	39,85	-	-	-	-
Diciembre	44,64	-	-	-	-
Enero	43,10	-	-	-	-
Febrero	44,50	-	-	-	-
Marzo	47,00	-	-	-	-
Abril	50,08	-	-	-	-
Mayo	57,26	-	-	-	-
Junio	55,81	-	-	-	-
Julio	51,34	-	-	-	-
Agosto	46,70	-	-	-	-
Septiembre	42,98	-	-	-	-
Total anual	46,80	-	-	-	-

No se han podido estimar los tiempos de retención en el embalse por no disponer de registros de los caudales de entradas y salidas. El volumen medio anual obtenido representa el 70% de la capacidad total de embalse. El mes de octubre es, el que a reservas almacenadas se refiere, el más crítico, encontrándose el embalse al 57% de su capacidad total.

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 Bilbao. También se destinan al aprovechamiento hidroeléctrico y usos recreativos, como son la pesca y la navegación; excluyéndose en este sentido la navegación a motor por tratarse de un embalse de abastecimiento.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Urrúnaga 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:* El embalse de Urrúnaga suministra, como se cita en el apartado anterior, a Bilbao. La población abastecida es de 222.704 habitantes.

- *Zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE:* El embalse se encuadra en la lista de 12 embalses declarados como Zonas Sensibles, a través de la Resolución 25 de mayo de 1998 de la Secretaria de Estado de Aguas y Costas.
- *Zonas de protección de habitats o especies:* El embalse de Urrúnaga forma parte del LIC ES2110011 "Zadorra Sistemako Urtegiak / Embalses del sistema del Zadorra". En las márgenes de estos embalses se encuentran dispersas varias saucedas, que adquieren importancia en las ensenadas y en los fondos de las colas de aguas someras. La importancia faunística de este embalse se manifiesta por las comunidades de peces, anfibios y aves acuáticas. Entre la fauna asociada al ecosistema fluvial destaca la nutria (*Lutra lutra*) y el visón europeo (*Mustela lutreola*).

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en las inmediaciones de la presa (**E1**) y tres más en los principales tributarios, quedando distribuidas como sigue: **T1**; río Santa Engracia tras su paso por la población de Ubidea, **T2**; río Urquiola aguas arriba de Mecoleta y **T3**, Arroyo Albiña en Legutiano (Villareal de Álava) (**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	21/07/2004	Estratificación
2ª Campaña	04/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	30/03/2005	Mezcla
4ª Campaña	05/07/2005	Estratificación

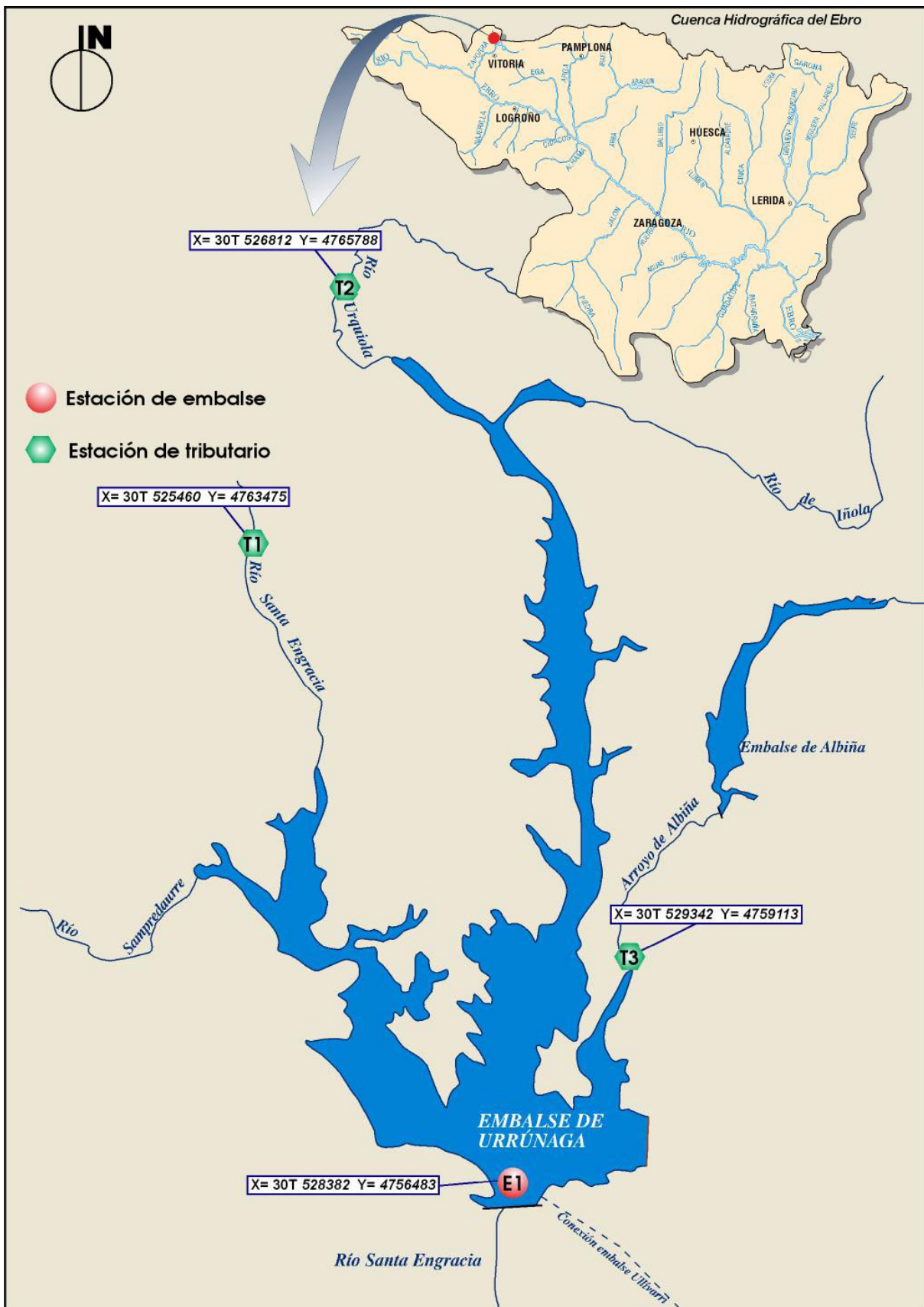


Figura 2: Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Urrúnaga

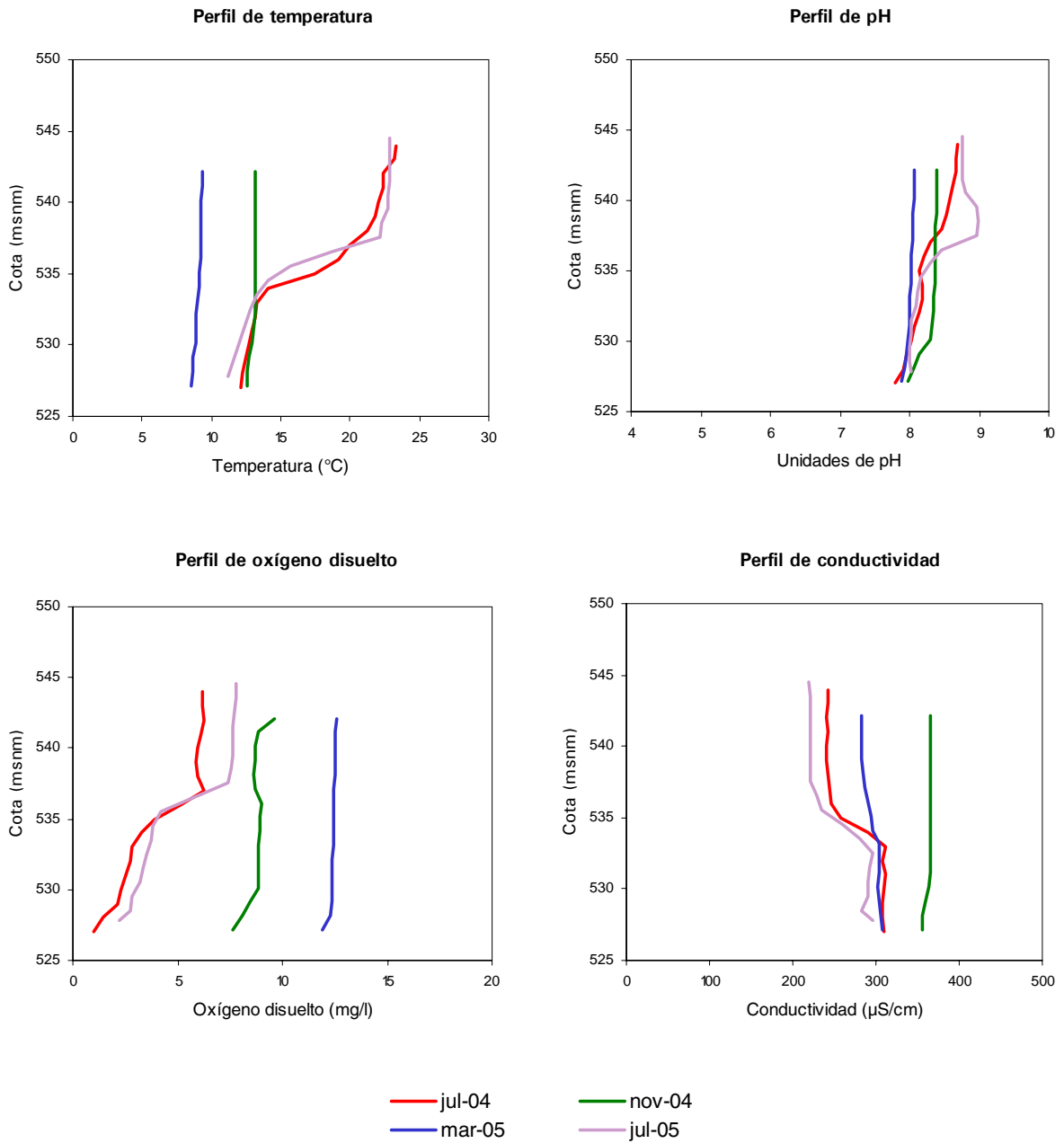
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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 8,55 °C -mínimo- y los 23,34 °C, -máximo registrado en el estío-. En el periodo estival la termoclina se sitúa entre 7 y 8 m de profundidad.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 8,3 ud. El máximo epilimnético estival -8,99 ud- se da en verano de 2005 y se localiza a 6 m de profundidad, en el límite de la capa fótica, lo que sugiere una alta actividad fotosintetizadora. El mínimo -7,79 ud- se registra en invierno y en las capas más profundas.
- La transparencia del agua es moderadamente baja, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 3,3 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 5,6 metros. El mínimo -2,75 m- se registra en la campaña de primavera, mientras que el máximo -4,1 m- se registra en julio de 2004.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 7,5 mg/l O₂. El mínimo, 1 mg/l O₂ se registra en la campaña de julio de 2004 y en el último metro de profundidad. El máximo -12,57 mg/l O₂- se da en primavera, donde la concentración para toda la columna de agua se sitúa en torno a 12 mg/l O₂.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 299 μS/cm. Los valores se encuentran dentro de los valores históricos de este ámbito.

Figura 3: Perfiles físico-químicos del embalse



4.2. Hidroquímica del embalse

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

- Las concentraciones de nutrientes son moderadas para los compuestos fosforados y altas para los nitrogenados. No obstante, ambos se encuentran dentro de los rangos conocidos para el embalse.

La concentración media de fósforo total para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, adquiere un valor de 0,012 mg/l P. El máximo se da en invierno - 0,016 mg/l P-, mientras que el mínimo -0,009 mg/l P- se obtiene en verano de 2004, situación que no se da en verano de 2005 donde la concentración obtenida - 0,015 mg/l P- se encuentra muy próxima al máximo invernal. Los valores de ortofosfatos, con una concentración media anual de 0,007 mg/l P, alcanzan su valor máximo -0,011- en julio de 2005.

De los compuestos nitrogenados destacan las concentraciones de nitritos que en todas las campañas superan el umbral establecido para vida piscícola de tipo ciprinícolas ($\leq 0,03$ mg NO_2/l). No obstante, entre las distintas formas que componen el nitrógeno inorgánico total (NIT) los nitratos son claramente dominantes ($\text{NO}_3/\text{NIT} = 95\%$), siendo las proporciones de amonio (3%) y nitritos (2%) bajas. La máxima concentración de NIT -1,42 mg/l N- se sitúa en primavera, mientras que el mínimo -0,53 mg/l N- se da en invierno.

Los resultados obtenidos para los tributarios ponen de manifiesto que el río Urquiola (T2) es el que aporta una mayor concentración de nutrientes al embalse, sobre todo en la época estival, donde se registran los máximos para el fósforo total, con unos valores medios anuales de 0,186 y 0,177 mg/l P, para julio de 2004 y 2005, respectivamente.

- El contenido de materia orgánica obtenido en superficie es moderado y no presenta variaciones interanuales destacables. Los valores medios obtenidos en el embalse han sido de 1,1 y 12,9 mg O₂/l para la DBO₅ y DQO, respectivamente.
- Las aguas embalsadas son moderadamente mineralizadas y la concentración de calcio (42,7 mg Ca/l) se sitúa en el rango habitual en el embalse.

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes

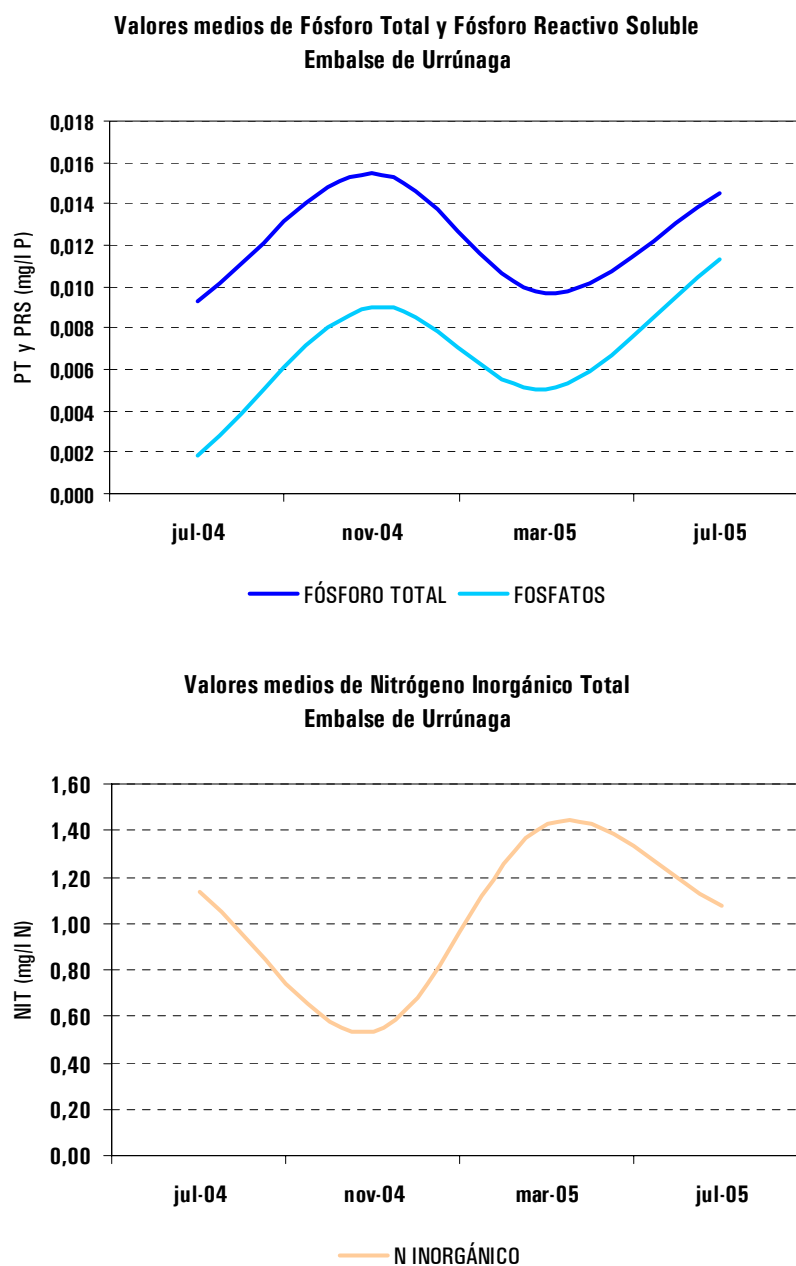
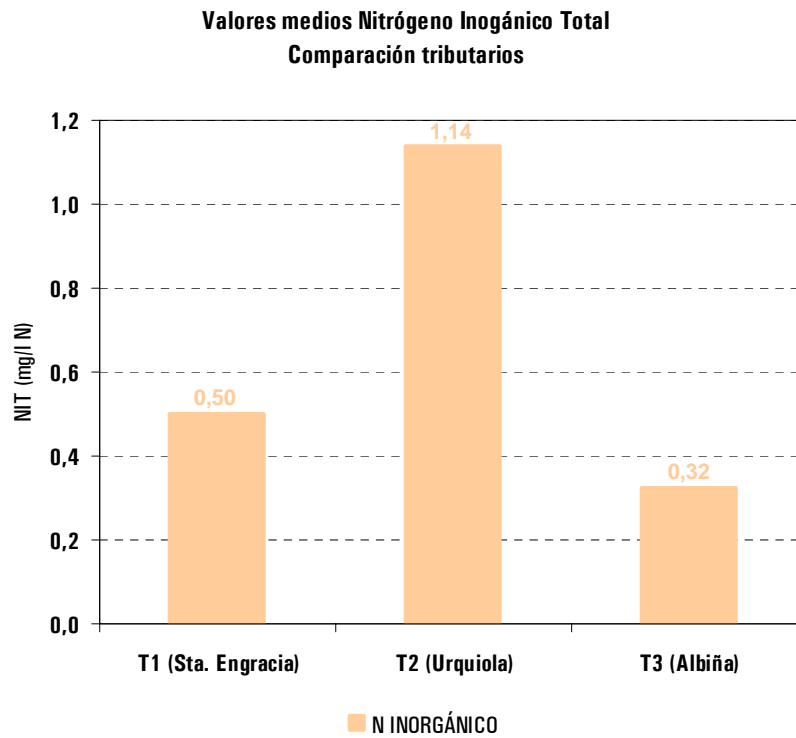
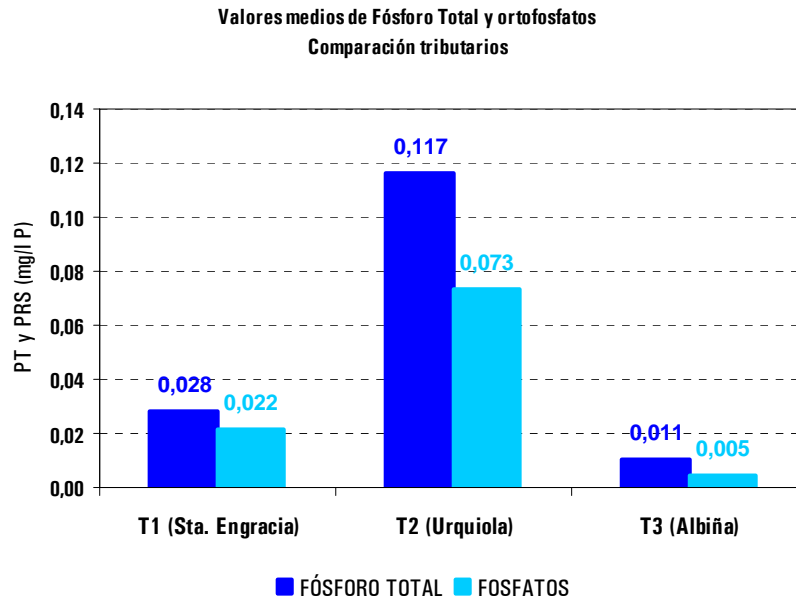


Figura 5: Comparación de la concentración de nutrientes entre tributarios.
Valores medios anuales



4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores

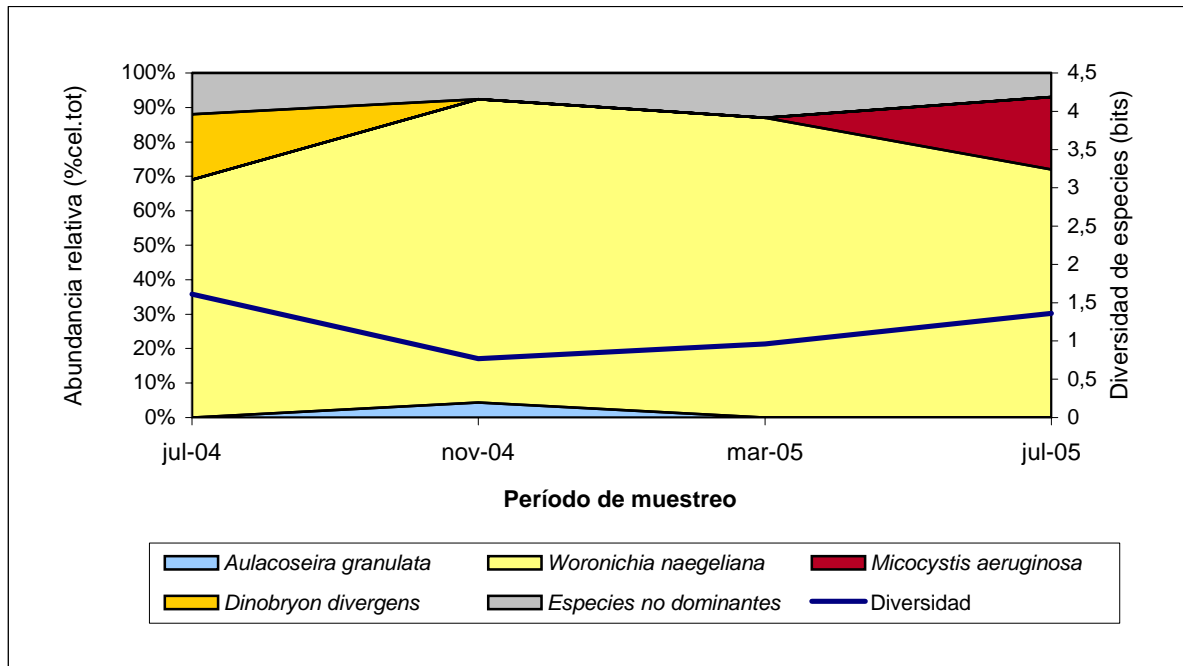
Los resultados del análisis cuantitativo del fitoplancton se presentan en el **Anexo III**. De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

El análisis de las 4 muestras obtenidas, ha dado como resultado la identificación de un total de 61 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 11 diatomeas
- 6 cianobacterias
- 26 clorofíceas
- 7 criptofíceas
- 4 crisofíceas
- 3 dinofíceas
- 1 euglenofíceas
- 3 zigofíceas

En el gráfico siguiente recoge los cambios estacionales - climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico 2004-2005. Las 5 especies que aparecen en el gráfico son consideradas las más representativas de este sistema léntico atendiendo a la densidad algal -cel/ml- obtenida en una determinada estación climatológica.

Figura 6: Evolución temporal de las especies dominantes y diversidad de la comunidad algal



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

Durante el estío de 2004, se registran los mínimos valores de densidad algal –1.806 cel/ml- dentro del año hidrológico estudiado. En relación a la composición de la comunidad fitoplanctónica, la figura 6, representa la clara dominancia de la cianobacteria *Woronichinia naegeliana*. La principal especie acompañante es la crisofícea *Dinobryon divergens*. La comunidad algal está compuesta principalmente por estas dos especies por lo que se obtiene, para este periodo, un valor bajo del índice diversidad de Shannon-Weaver –1,61 bits-, que sin embargo es el más elevado dentro del periodo de estudio debido al aumento de la dominancia de *Woronichinia naegeliana* en las estaciones climatológicas restantes.

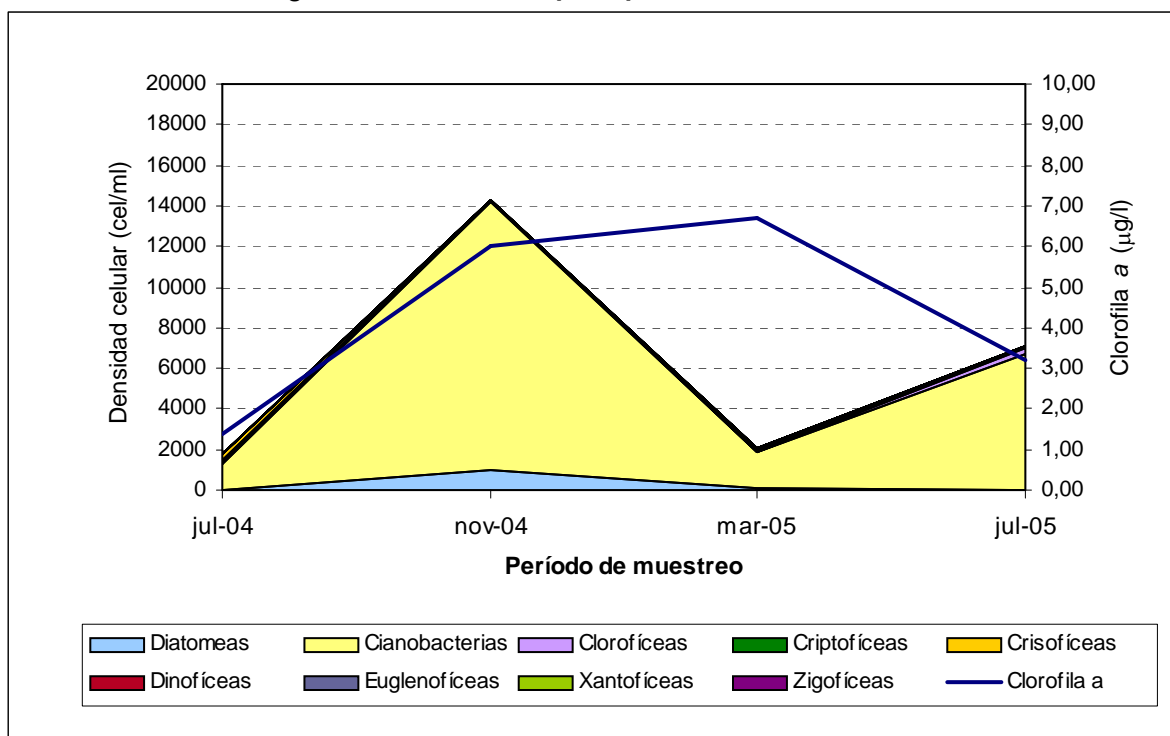
En invierno se registra el valor máximo de densidad algal –14.326 cel/ml-, como consecuencia del incremento poblacional de la cianobacteria *Woronichinia naegeliana*, cuya dominancia aumenta hasta representar el 90% de la comunidad fitoplanctónica. Esta situación se refleja en el mínimo valor de diversidad según el índice de Shannon-Weaver –0,77bits-.

Durante la época primaveral se reducen significativamente las poblaciones de todos los grupos algales y la densidad celular disminuye hasta valores de 2.063 cel/ml. Cualitativamente se mantiene la dominancia de la cianobacteria *Woronichinia naegeliana* que representa el 87% del total de células identificadas.

En verano de 2005 se incrementa la densidad celular con respecto a la primavera – 7.122 cel/ml- y se supera el umbral entre mesotrofia y eutrofia, establecido por Margalef en 5.000 cel/ml. El grupo de las cianobacterias representa el 94% de la comunidad fitoplanctónica, sin embargo la dominancia de *Woronichinia naegeliana* disminuye debido a la proliferación de otra cianobacteria –*Microcystis aeruginosa*- mejor adaptada a las condiciones estivales de intensidad lumínica y temperatura.

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 7: Evolución temporal por clases taxonómicas

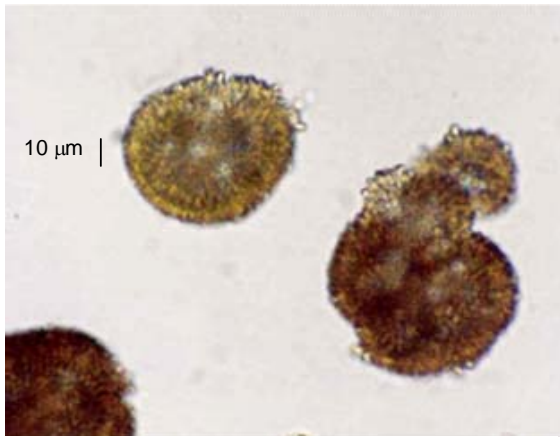


La evolución temporal de la biomasa, medida como concentración de clorofila *a*, tiene una buena correspondencia con la densidad fitoplanctónica, excepto en la primavera de 2005. Este desajuste es debido, probablemente, a la elevada concentración de clorofila

a inactiva procedente del crecimiento algal registrado durante el invierno. Por otro lado, la concentración de clorofila *a* -6,00 µg/l- coincidente con la máxima densidad algal - 14.326 cel/ml-, informa de valores de biomasa bajos, debido al reducido tamaño de las células que pertenecen a la especie *Woronichinia naegeliana*.

4.3.1. Calidad bioindicadora

La principal característica de la comunidad fitoplanctónica de Urrúnaga, durante el período de muestreo, es el establecimiento de la cianobacteria *Woronichinia naegeliana* como especie dominante. Las cianobacterias, y entre ellas *Woronichinia naegeliana*,



Woronichinia naegeliana

presentan una serie de características ecológicas, como la utilización de forma efectiva de bajas intensidades de luz, que permiten su crecimiento durante el invierno y durante el verano en las capas profundas del embalse. Las cianobacterias controlan su flotabilidad a través de vesículas de gas y, por tanto, pueden regular su posición dentro de la columna de agua manteniéndose a profundidades donde las condiciones sean

favorables. Presentan, a su vez, una elevada afinidad por los nutrientes, por lo que sus poblaciones continúan creciendo aún cuando hay baja disponibilidad de los mismos. Todo ello favorece que, una vez establecida la población de cianobacterias en la masa de agua, alcancen una elevada dominancia. Si se tiene en cuenta la biomasa media medida como clorofila *a* -4,33 µg/l-, la densidad media -6.329 cel/ml- y la abundancia de *Woronichinia naegeliana*, el embalse presenta un grado trófico medio con episodios de eutrofia durante el estío, indicado por la proliferación de *Microcystis aeruginosa* durante esta estación.

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 Urrúnaga, como **mesotrófico**.

Prácticamente la totalidad de los índices contrastados sitúan al embalse en niveles de mesotrofia. Tan sólo si se tiene en cuenta el valor máximo anual de clorofila *a* - parámetro de respuesta atendiendo al criterio de la OCDE - la catalogación se situaría en rango de oligotrofia.

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

Índice	Definición criterio	Rango	2.004-2.005	
			Valor	Grado Trófico
EPA (1976)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 10-MESO-20 >	12	<i>MESOTRÓFICO</i>
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	6.329	<i>MESOTRÓFICO</i>
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	6,7	<i>MESOTRÓFICO</i>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	4,4	<i>MESOTRÓFICO</i>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	12	<i>MESOTRÓFICO</i>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	3,3	<i>MESOTRÓFICO</i>
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	6.329	<i>E. AVANZADA</i>
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	4,4	<i>E. MODERADA</i>
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	12	<i>E. MODERADA</i>
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	998	<i>E. AVANZADA</i>
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	3,3	<i>E. MODERADA</i>
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	4,4	<i>MESOTRÓFICO</i>
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	6,7	<i>OLIGOTRÓFICO</i>
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	12	<i>MESOTRÓFICO</i>
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6; 6-3; 3-1.5; < 1.5	3,3	<i>MESOTRÓFICO</i>
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	2,8	<i>MESOTRÓFICO</i>
TSI (Carlson, 1974): DST	<i>TSI = 10(6-log₂(DST))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	43	<i>MESOTRÓFICO</i>
TSI (Carlson, 1974): CLA	<i>10(6-log₂ 7,7(1/Cl^a ^ 0,68))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	45	<i>MESOTRÓFICO</i>
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>TSI = 10(6-log₂(54,9/PT))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	38	<i>OLIGOTRÓFICO</i>

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 Urrúnaga es **BUENO**.

EMBALSE DE URRÚNAGA

Indicadores	Elementos	Parámetros	CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO					Valor obs.	Valoración del parámetro	Valoración del indicador	IPE	EQR
			Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo					
Biológicos	Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton	Densidad algal, media anual (cel/ml)	< 5000	5000-15000	15000-25000	25000-50000	> 50000	6.329	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	4,4	3			
		Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	> 10 ⁵	13.204	3			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	3,3	3	3,7	3,0	0,82
	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	12,3	3			
VALORACIÓN DE CADA CLASE			5	4	3	2	1					

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

ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

EMBALSE:	URRÚNAGA (UR)			CAMPAÑA:	1				
COT. MAX:	546,5			NIVEL:	544				
Estación:	E1			Profundidad:	17				
Fecha:	21/07/2004			Hora:	12:30				
Disco Secchi (m):	4,1			Capa fótica (m):	7,0				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
0	544	23,34	8,68	6,19	72,30	243	272	158	
1	543	23,15	8,67	6,16	71,90	243	273	158	
2	542	22,43	8,66	6,25	71,90	241	274	157	
3	541	22,38	8,62	6,07	69,20	242	275	157	
4	540	22,09	8,58	5,98	67,70	241	275	157	
5	539	21,79	8,52	5,88	66,60	241	275	157	
6	538	21,18	8,46	5,96	67,50	243	275	158	
7	537	20,01	8,30	6,29	69,10	245	271	159	
8	536	19,11	8,20	5,14	54,50	247	271	161	
9	535	17,42	8,13	3,91	40,40	258	272	168	
10	534	14,08	8,19	3,31	31,80	291	282	189	
11	533	13,26	8,18	2,85	27,40	312	284	203	
12	532	13,13	8,14	2,75	26,00	308	283	200	
13	531	12,93	8,08	2,54	24,00	312	282	203	
14	530	12,72	8,03	2,31	21,70	310	280	202	
15	529	12,47	7,96	2,12	19,50	308	277	200	
16	528	12,26	7,91	1,45	13,80	308	275	200	
17	527	12,08	7,79	1,00	9,20	309	226	201	

TRIBUTARIO:	Santa Engracia			CAMPAÑA:	1				
Estación:	URT1			Cod. Est.:	UR1T1				
Fecha:	21/07/2004			Hora:	10:04				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	17,54	8,14	6,50	67,60	250	304	163	

TRIBUTARIO:	Urquiola			CAMPAÑA:	1				
Estación:	URT2			Cod. Est.:	UR1T2				
Fecha:	21/07/2004			Hora:	10:35				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	17,93	7,82	2,92	30,50	183	254	119	

TRIBUTARIO:	Arroyo Albiña			CAMPAÑA:	1				
Estación:	URT3			Cod. Est.:	UR1T3				
Fecha:	21/07/2004			Hora:	11:15				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	13,62	8,21	7,83	74,90	101	290	66	

EMBALSE:	URRÚNAGA (UR)			CAMPAÑA:	2				
COT. MAX:	546,5			NIVEL:	542				
Estación:	E1			Profundidad:	15				
Fecha:	04/11/2004			Hora:	13:00				
Disco Secchi (m):	3			Capa fótica (m):	5,1				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
0	542	13,18	8,38	9,59	91,60	366	280	238	
1	541	13,17	8,38	8,88	85,10	366	280	238	
2	540	13,17	8,38	8,73	82,20	366	283	238	
3	539	13,17	8,38	8,74	83,30	366	281	238	
4	538	13,17	8,37	8,61	82,10	366	281	238	
5	537	13,16	8,37	8,73	82,10	366	281	238	
6	536	13,14	8,36	9,03	86,00	366	281	238	
7	535	13,13	8,36	8,90	84,10	366	281	238	
8	534	13,13	8,36	8,93	84,30	366	281	238	
9	533	13,12	8,35	8,85	83,60	366	281	238	
10	532	13,11	8,34	8,89	84,70	366	281	238	
11	531	13,04	8,32	8,87	85,10	365	281	237	
12	530	12,95	8,29	8,87	83,90	364	280	237	
13	529	12,70	8,14	8,46	80,10	359	274	233	
14	528	12,58	8,06	8,10	76,20	356	271	231	
15	527	12,52	7,97	7,60	71,50	356	39	231	

TRIBUTARIO:	Santa Engracia			CAMPAÑA:	2				
Estación:	URT1			Cod. Est.:	UR2T1				
Fecha:	04/11/2004			Hora:	9:23				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	9,87	7,91	11,05	97,80	272	197	177	

TRIBUTARIO:	Urquiola			CAMPAÑA:	2				
Estación:	URT2			Cod. Est.:	UR2T2				
Fecha:	04/11/2004			Hora:	10:00				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	10,03	7,78	9,52	84,80	254	176	165	

EMBALSE:	URRÚNAGA (UR)			CAMPAÑA:	3				
COT. MAX:	546,5			NIVEL:	542				
Estación:	E1			Profundidad:	15				
Fecha:	30/03/2005			Hora:	11:15				
Disco Secchi (m):	2,75			Capa fótica (m):	4,7				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
0	542	9,33	8,06	12,57	109,20	283	116	184	
1	541	9,30	8,06	12,49	108,90	283	118	184	
2	540	9,23	8,06	12,51	108,90	283	119	184	
3	539	9,22	8,05	12,49	108,70	283	121	184	
4	538	9,21	8,05	12,49	108,70	285	122	185	
5	537	9,20	8,04	12,46	108,40	286	122	186	
6	536	9,18	8,03	12,45	108,30	289	123	188	
7	535	9,17	8,03	12,44	108,20	294	125	191	
8	534	9,15	8,03	12,45	108,10	295	126	192	
9	533	8,98	8,01	12,41	107,40	304	128	198	
10	532	8,93	8,00	12,38	107,00	304	128	198	
11	531	8,90	7,99	12,37	106,90	303	129	197	
12	530	8,88	7,98	12,36	106,80	302	129	196	
13	529	8,70	7,95	12,35	106,20	303	129	197	
14	528	8,67	7,94	12,31	105,80	305	129	198	
15	527	8,55	7,89	11,93	102,20	308	95	200	

TRIBUTARIO:	Santa Engracia			CAMPAÑA:	3				
Estación:	URT1			Cod. Est.:	UR3T1				
Fecha:	30/03/2005			Hora:	9:14				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	6,99	7,80	12,39	102,40	154	117	100	

TRIBUTARIO:	Urquiola			CAMPAÑA:	3				
Estación:	URT2			Cod. Est.:	UR3T2				
Fecha:	30/03/2005			Hora:	9:42				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	7,27	7,72	11,51	95,60	94	62	61	

TRIBUTARIO:	Arroyo Albiña			CAMPAÑA:	3				
Estación:	URT3			Cod. Est.:	UR3T3				
Fecha:	29/03/2005			Hora:	19:45				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	9,03	7,44	12,70	110,00	88	99	57	

EMBALSE:	URRÚNAGA (UR)			CAMPAÑA:	4				
COT. MAX:	546,5			NIVEL:	544,5				
Estación:	E1			Profundidad:	16,7				
Fecha:	05/07/2005			Hora:	17:20				
Disco Secchi (m):	3,3			Capa fótica (m):	5,6				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
0	545	22,84	8,75	7,79	90,30	220	-	143	
1	544	22,82	8,76	7,75	90,10	221	-	144	
2	543	22,81	8,76	7,70	89,50	221	-	144	
3	542	22,80	8,75	7,67	89,20	221	-	144	
4	541	22,77	8,80	7,63	88,60	221	-	144	
5	540	22,75	8,97	7,62	88,50	221	-	144	
6	539	22,29	8,99	7,58	87,20	221	-	144	
7	538	22,20	8,97	7,44	85,40	221	-	144	
8	537	18,69	8,47	5,80	62,00	229	-	149	
9	536	15,68	8,31	4,21	42,40	234	-	152	
10	535	14,12	8,17	3,78	36,70	260	-	169	
11	534	13,28	8,11	3,74	36,00	281	-	183	
12	533	12,76	8,09	3,52	33,30	296	-	192	
13	532	12,43	8,03	3,37	31,80	292	-	190	
14	531	12,13	8,02	3,23	30,00	290	-	189	
15	530	11,73	7,99	2,82	26,10	290	-	189	
16	529	11,46	7,99	2,71	24,80	282	-	183	
16,7	528	11,14	8,02	2,22	20,20	296	-	192	

TRIBUTARIO:	Santa Engracia			CAMPAÑA:	4				
Estación:	URT1			Cod. Est.:	UR4T1				
Fecha:	05/07/2005			Hora:	16:00				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	17,84	7,98	9,38	98,90	317	-	206	

TRIBUTARIO:	Urquiola			CAMPAÑA:	4				
Estación:	URT2			Cod. Est.:	UR4T2				
Fecha:	05/07/2005			Hora:	15:20				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	14,87	7,32	6,08	60,00	234	39	152	

TRIBUTARIO:	Arroyo Albiña			CAMPAÑA:	4				
Estación:	URT3			Cod. Est.:	UR4T3				
Fecha:	05/07/2005			Hora:	14:45				
Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l	
1	-	12,43	7,29	9,51	88,90	120	-	78	

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	URRÚNAGA	CÓDIGO:	UR1				
CAMPAÑA:	1	FECHA:	21/07/2004				
COTA MÁXIMA:	546,50	NIVEL:	544				
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO							
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F	T1	T2	T3
PROFUNDIDAD	m	1	9	17			
COTA	msnm	543	535	527			
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	0,6	2,2	3,6	6,0	25,3	3,4
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	89,3	93,4	120,0	82,9	67,3	30,7
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,5	1,4	2,5	0,9	4,1	1,3
DQO	mg O ₂ /l	4,0	4,0	4,0	8,0	32,0	4,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,011	0,014	0,022	0,186	0,007
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,004	0,006	0,007	0,038	0,343	0,009
FOSFATOS	mg P/l	0,001	0,002	0,002	0,012	0,112	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,66	1,27	0,96	1,44	2,90	0,59
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,03	0,02	0,02	0,11	0,04	0,03
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,02	0,08	0,03	0,02
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,64	1,25	0,95	1,36	2,87	0,57
NITRATOS	mg NO ₃ /l	4,24	3,95	6,49	2,23	4,36	0,56
NITRATOS	mg N/l	0,96	0,89	1,47	0,50	0,99	0,13
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,050	0,069	0,021	0,042	0,212	0,018
NITRITOS	mg N/l	0,015	0,021	0,006	0,013	0,065	0,005
N INORGÁNICO	mg N/l	0,99	0,93	1,49	0,60	1,08	0,15
CALCIO	mg Ca/l	38,8	39,3	49,8			
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	3,3	3,3	3,9			
SODIO	mg Na/l	5,9	5,9	6,3			
POTASIO	mg K/l	1,4	1,6	1,6			
CLORUROS	mg Cl/l	10,8	12,2	12,2			
SULFATOS	mg SO ₄ ²⁻ /l	15,1	16,4	19,0			
SULFUROS	mg S ²⁻ /l			0,0002			
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	0,64	0,94	2,57			
CLOROFILA a	µg/l	1,4					

EMBALSE:	URRÚNAGA	CÓDIGO:	UR2				
CAMPAÑA:	2	FECHA:	04/11/2004				
COTA MÁXIMA:	546,50	NIVEL:	542				
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO							
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1	T2	T3
PROFUNDIDAD	m	1	6	14			
COTA	msnm	541	536	528			
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,4			8,2	5,9	5,1
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	93,2			69,4	44,5	49,9
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,0			1,0	1,3	1,1
DQO	mg O ₂ /l	19,8			19,8	15,8	15,8
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,020	0,013	0,014	0,041	0,061	0,018
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,060	0,012	0,011	0,125	0,016	0,022
FOSFATOS	mg P/l	0,020	0,004	0,004	0,041	0,005	0,007
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,74	0,73	0,68	1,09	1,07	0,96
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,04	0,04	0,04	0,03	0,07	0,04
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,71	0,70	0,65	1,07	1,02	0,93
NITRATOS	mg NO ₃ /l	2,09	2,12	2,29	4,07	6,37	1,57
NITRATOS	mg N/l	0,47	0,48	0,52	0,92	1,44	0,35
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,040	0,035	0,041	0,041	0,058	0,025
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,011	0,012	0,012	0,018	0,008
N INORGÁNICO	mg N/l	0,52	0,52	0,56	0,95	1,51	0,39
CLOROFILA a	µg/l	6,0					

EMBALSE:	URRÚNAGA	CÓDIGO:	UR3				
CAMPAÑA:	3	FECHA:	30/03/2005				
COTA MÁXIMA:	546,50	NIVEL:	542				
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO							
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1	T2	T3
PROFUNDIDAD	m	1	7	14			
COTA	msnm	541	535	528			
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,2			1,6	2,7	3,1
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	81,6			56,0	35,2	27,8
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,7			0,2	0,7	0,2
DQO	mg O ₂ /l	15,8			7,9	15,8	11,9
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,012	0,010	0,030	0,042	0,005
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,016	0,015	0,015	0,090	0,094	0,008
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,005	0,005	0,029	0,031	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,24	1,14	0,99	0,97	1,35	1,01
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,02	0,03	0,04	0,09	0,02
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07	0,02
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	1,22	1,12	0,97	0,93	1,28	0,99
NITRATOS	mg NO ₃ /l	5,87	6,00	6,45	1,29	1,37	1,52
NITRATOS	mg N/l	1,33	1,36	1,46	0,29	0,31	0,34
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,040	0,038	0,175	0,020	0,077	0,018
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,012	0,053	0,006	0,023	0,005
N INORGÁNICO	mg N/l	1,36	1,39	1,53	0,33	0,41	0,37
CLOROFILA a	µg/l	6,7					

EMBALSE:	URRÚNAGA	CÓDIGO:	UR4				
CAMPAÑA:	4	FECHA:	15/07/2005				
COTA MÁXIMA:	546,50	NIVEL:	545				
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO							
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1	T2	T3
PROFUNDIDAD	m	1	8	16			
COTA	msnm	544	537	529			
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	1,4			2,5	9,5	4,7
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,1			2,1	3,1	4,1
DQO	mg O ₂ /l	12,1			8,1	8,1	12,1
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,009	0,012	0,023	0,021	0,177	0,012
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,025	0,010	0,069	0,015	0,444	0,018
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,003	0,022	0,005	0,145	0,006
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,59	0,57	0,72	0,70	1,13	0,92
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,05	0,05	0,06	0,05	0,19	0,06
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,05	0,04	0,15	0,05
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,55	0,53	0,68	0,67	0,98	0,87
NITRATOS	mg NO ₃ /l	3,77	3,79	5,99	0,34	5,92	1,41
NITRATOS	mg N/l	0,85	0,85	1,35	0,08	1,34	0,32
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,042	0,045	0,023	0,026	0,219	0,019
NITRITOS	mg N/l	0,013	0,014	0,007	0,008	0,067	0,006
N INORGÁNICO	mg N/l	0,90	0,90	1,40	0,12	1,55	0,37
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,0000			
CLOROFILA a	µg/l	3,2					

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	URRÚNAGA	CÓDIGO:	UR1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	21/07/2004
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	4,1
NIVEL:	544	C.FÓTICA:	7,0
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	543	
CLOROFILA a	µg/l	1,40	
Población total	n° cel/ml	1.806	
Diversidad (H)	Bits	1,61	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	22	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1.240	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	83	
Clase CRIFTOFICEA	n° cel/ml	109	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	347	
Clase DINOFICEA	n° cel/ml	4	
Clase EUGLENOFICEA	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>	Bacillarioficea	20	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Tabellaria fenestrata</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Chroococcus limneticus</i>	Cianobacteria	1	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	Cianobacteria	1.239	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Botryococcus braunii</i>	Cloroficea	12	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Cloroficea	34	
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	Cloroficea	11	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Cloroficea	2	
<i>Oocystis sp.</i>	Cloroficea	2	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Cloroficea	1	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	Cloroficea	2	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Cloroficea	2	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	Cloroficea	13	
<i>Schroederia setigera</i>	Cloroficea	2	
<i>Tetraedron minimum</i>	Cloroficea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptoficea	11	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptoficea	7	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptoficea	10	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptoficea	6	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptoficea	75	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisoficea	347	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinoficea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinoficea	3	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigoficea	1	

EMBALSE:	URRÚNAGA	CÓDIGO:	UR2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	04/11/2004
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	3,0
NIVEL:	542	C.FÓTICA:	5,1
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	541	
CLOROFILA a	µg/l	6,00	
Población total	n° cel/ml	14.326	
Diversidad (H)	Bits	0,77	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	964	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	13.241	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	70	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	42	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	6	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	2	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	1	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillarioficea	624	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillarioficea	330	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillarioficea	8	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Chroococcus limneticus</i>	Cianobacteria	28	
<i>Oscillatoria limnetica</i>	Cianobacteria	514	
<i>Synechocystis sp.</i>	Cianobacteria	9	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	Cianobacteria	12.690	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Clorofíceea	12	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Clorofíceea	22	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofíceea	3	
<i>Eudorina elegans</i>	Clorofíceea	2	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofíceea	4	
<i>Pandorina morum</i>	Clorofíceea	15	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofíceea	11	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofíceea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofíceea	22	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofíceea	16	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofíceea	4	
<i>Dinobryon bavaricum</i>	Crisofíceea	5	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofíceea	1	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofíceea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofíceea	1	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigofíceea	1	

EMBALSE:	URRÚNAGA	CÓDIGO:	UR3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	30/03/2005
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	2,8
NIVEL:	542	C.FÓTICA:	4,7
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	541	
CLOROFILA a	µg/l	6,70	
Población total	n° cel/ml	2.063	
Diversidad (H)	Bits	0,96	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	56	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1.800	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	34	
Clase CRIFTOFICEA	n° cel/ml	120	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	53	
Clase DINOICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillariofícea	6	
<i>Cyclotella bodanica</i>	Bacillariofícea	34	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	14	
<i>Gomphonema minutum</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	Cianobacteria	1.800	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	5	
<i>Ankyra sp.</i>	Clorofícea	6	
<i>Asterococcus sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	7	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	8	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	1	
<i>Elakatothrix genevensis</i>	Clorofícea	2	
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	Clorofícea	2	
<i>Scenedesmus sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	6	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	2	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas reflexa</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	39	
<i>Chroomonas sp.</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	70	
<i>Stelaxomonas sp.</i>	Crisofícea	53	

EMBALSE:	URRÚNAGA	CÓDIGO:	UR4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	05/07/2005
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	3,3
NIVEL:	545	C.FÓTICA:	5,6
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	544	
CLOROFILA a	µg/l	3,20	
Población total	n° cel/ml	7.122	
Diversidad (H)	Bits	1,36	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	9	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	6.682	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	260	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	142	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	24	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	2	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	2	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillarioficea	6	
<i>Cyclotella bodanica</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Fragilaria sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Chroococcus limneticus</i>	Cianobacteria	1	
<i>Chroococcus turgidus</i>	Cianobacteria	1	
<i>Microcystis aeruginosa</i>	Cianobacteria	1.476	
<i>Synechocystis sp.</i>	Cianobacteria	89	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	Cianobacteria	5.115	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Ankyra sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Botryococcus braunii</i>	Cloroficea	74	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Cloroficea	1	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	Cloroficea	7	
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	Cloroficea	1	
<i>Chlorogonium sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Eudorina elegans</i>	Cloroficea	1	
<i>Oocystis sp.</i>	Cloroficea	14	
<i>Pandorina morum</i>	Cloroficea	32	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Cloroficea	10	
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	Cloroficea	1	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	Cloroficea	14	
<i>Scenedesmus sp.</i>	Cloroficea	15	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Cloroficea	85	
<i>Tetraedron minimum</i>	Cloroficea	2	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptoficea	4	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptoficea	6	
<i>Cryptomonas reflexa</i>	Criptoficea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptoficea	15	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptoficea	116	

Continuación 4ª campaña:

EMBALSE:	URRÚNAGA	CÓDIGO:	UR4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	05/07/2005
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	3,3
NIVEL:	545	C.FÓTICA:	5,6
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
ESPECIES	TAXÓN	nº cel/ml	
<i>Dinobryon bavaricum</i>	Crisofícea	17	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	6	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	1	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Trachelomonas sp.</i>	Euglenofícea	1	
<i>Cosmarium bioculatum</i>	Zigofícea	1	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigofícea	1	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Panorámica del embalse desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2004 (21/07/2004)



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2005 (05/07/2005)



Río Santa Engracia, principal tributario del embalse de Urrúnaga. Verano de 2005 (05/07/2005)



Río Urquiola, tributario secundario del embalse de Urrúnaga. Primavera de 2005 (30/03/2005)



Río Albiña, tercer tributario del embalse de Urrúnaga. Verano de 2004 (21/07/2004)

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio de 2006

EMBALSE: URRÚNAGA

CÓDIGO: UR

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: País Vasco
Provincia: Álava
Municipio: Villareal de Álava



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

Table with 2 columns: Characteristics and Values. Includes tributaries, year of completion, capacity, length, depth, and uses.



Panorámica del embalse (21/07/2004)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



● Estación de embalse

⬡ Estación de tributario

Nº Plano/s 1:50.000: 87,112

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

URRÚNAGA		GRADO TRÓFICO	POTENCIAL ECOLÓGICO
		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: 21/07/2004
Tª superficie (°C): 23,34	pH superficie (ud): 8,68	Conductividad superficie (µS/cm): 243
Tª fondo (°C): 12,08	pH fondo (ud): 7,79	Conductividad fondo (µS/cm): 309
Tª T1 (°C): 17,54	pH T1 (ud): 8,14	Conductividad T1 (µS/cm): 250
Tª T2 (°C): 17,93	pH T2 (ud): 7,82	Conductividad T2 (µS/cm): 183
Tª T3 (°C): 13,62	pH T3 (ud): 8,21	Conductividad T3 (µS/cm): 101
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	4,1	7,0
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 7
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
2ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 04/11/2004
Tª superficie (°C): 13,18	pH superficie (ud): 8,38	Conductividad superficie (µS/cm): 366
Tª fondo (°C): 12,52	pH fondo (ud): 7,97	Conductividad fondo (µS/cm): 356
Tª T1 (°C): 9,87	pH T1 (ud): 7,91	Conductividad T1 (µS/cm): 272
Tª T2 (°C): 10,03	pH T2 (ud): 7,78	Conductividad T2 (µS/cm): 254
Tª T3 (°C): 10,28	pH T3 (ud): 7,88	Conductividad T3 (µS/cm): 212
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	3	5,1
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
3ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 30/03/2005
Tª superficie (°C): 9,33	pH superficie (ud): 8,06	Conductividad superficie (µS/cm): 283
Tª fondo (°C): 8,55	pH fondo (ud): 7,89	Conductividad fondo (µS/cm): 308
Tª T1 (°C): 6,99	pH T1 (ud): 7,80	Conductividad T1 (µS/cm): 154
Tª T2 (°C): 7,27	pH T2 (ud): 7,72	Conductividad T2 (µS/cm): 94
Tª T3 (°C): 9,03	pH T3 (ud): 7,44	Conductividad T3 (µS/cm): 88
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2,75	4,7
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
4ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 05/07/2005
Tª superficie (°C): 22,84	pH superficie (ud): 8,75	Conductividad superficie (µS/cm): 220
Tª fondo (°C): 11,14	pH fondo (ud): 8,02	Conductividad fondo (µS/cm): 296
Tª T1 (°C): 17,84	pH T1 (ud): 7,98	Conductividad T1 (µS/cm): 317
Tª T2 (°C): 14,87	pH T2 (ud): 7,32	Conductividad T2 (µS/cm): 234
Tª T3 (°C): 12,43	pH T3 (ud): 7,29	Conductividad T3 (µS/cm): 120
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	3,3	5,6
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 8
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 23/07/2004					
		CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	UREIS	UREIT	UREIF	URT1	URT2	URT3
PROFUNDIDAD	m	1	9	17			
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,011	0,014	0,022	0,186	0,007
FOSFATOS	mg P/l	0,001	0,002	0,002	0,012	0,112	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,66	1,27	0,96	1,44	2,90	0,59
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,02	0,08	0,03	0,02
NITRATOS	mg N/l	0,96	0,89	1,47	0,50	0,99	0,13
NITRITOS	mg N/l	0,015	0,021	0,006	0,013	0,065	0,005
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	1,4					
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.806					
CLASE PREDOMINANTE:	Cianobacteria					Nº células/ml: 1.240	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Woronichia naegeliana</i>					Nº células/ml: 1.239	
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 04/11/2004					
PARÁMETRO	UNIDAD	UREIS	UREIM	UREIF	URT1	URT2	URT3
PROFUNDIDAD	m	1	6	14			
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,020	0,013	0,014	0,041	0,061	0,018
FOSFATOS	mg P/l	0,020	0,004	0,004	0,041	0,005	0,007
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,74	0,73	0,68	1,09	1,07	0,96
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05	0,03
NITRATOS	mg N/l	0,47	0,48	0,52	0,92	1,44	0,35
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,011	0,012	0,012	0,018	0,008
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	6,0					
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	14.326					
CLASE PREDOMINANTE:	Cianobacteria					Nº células/ml: 13.241	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Woronichia naegeliana</i>					Nº células/ml: 12.690	
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 30/03/2005					
PARÁMETRO	UNIDAD	UREIS	UREIM	UREIF	URT1	URT2	URT3
PROFUNDIDAD	m	1	7	14			
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,007	0,012	0,010	0,030	0,042	0,005
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,005	0,005	0,029	0,031	0,003
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,24	1,14	0,99	0,97	1,35	1,01
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07	0,02
NITRATOS	mg N/l	1,33	1,36	1,46	0,29	0,31	0,34
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,012	0,053	0,006	0,023	0,005
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	6,7					
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	2.063					
CLASE PREDOMINANTE:	Cianobacteria					Nº células/ml: 1.800	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Woronichia naegeliana</i>					Nº células/ml: 1.800	
1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 15/07/2005					
PARÁMETRO	UNIDAD	UREIS	UREIM	UREIF	URT1	URT2	URT3
PROFUNDIDAD	m	1	8	16			
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,009	0,012	0,023	0,021	0,177	0,012
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,003	0,022	0,005	0,145	0,006
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,59	0,57	0,72	0,70	1,13	0,92
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,05	0,04	0,15	0,05
NITRATOS	mg N/l	0,85	0,85	1,35	0,08	1,34	0,32
NITRITOS	mg N/l	0,013	0,014	0,007	0,008	0,067	0,006
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	3,2					
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	7.122					
CLASE PREDOMINANTE:	Cianobacteria					Nº células/ml: 6.682	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Woronichia naegeliana</i>					Nº células/ml: 5.115	

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE URRÚNAGA 2004-2005

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

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

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

1. ESTADO TRÓFICO

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

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

a) Concentración de nutrientes. Fósforo total (PT)

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

el que mejor refleja el grado trófico real en los casos estudiados y además es el de más amplio uso a nivel mundial y en particular en la Unión Europea (UE), España y la propia Confederación Hidrográfica de urrúnaga (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:

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

Cálculo para biovolumen:

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

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

4) Porcentaje de cianobacterias

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

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

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

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

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

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

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

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

Tipos 1, 2 y 3

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

Tipos 7, 8, 9, 10 y 11

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

Tipos 6 y 12

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

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

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

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

Tipo 13

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.2. INDICADORES DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS

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

1) Transparencia

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

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

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

2) Condiciones de oxigenación

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

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

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

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

3) Concentración de nutrientes

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

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

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

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

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

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

4) Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca

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

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

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

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

Tabla A16. Combinación de los indicadores.

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

2.2. ESTADO QUÍMICO

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

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

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

2.3. ESTADO

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

Tabla A18. Determinación del estado.

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

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO DEL EMBALSE DE URRÚNAGA

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 Urrúnaga 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	9,00	Oligotrófico
DISCO SECCHI	4,10	Oligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,40	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1806	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,25	OLIGOTRÓFICO

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

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	11,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	3,30	Oligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	3,20	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	7122	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,75	MESOTRÓFICO

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 mesotrófico y la densidad algal como mesotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Urrúnaga en 2005 ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE URRÚNAGA

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

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

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

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm³/L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,6	0,4 - 0,6	0,2 - 0,4	< 0,2	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	> 6	3 - 6	1,5 - 3	0,7 - 1,5	< 0,7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	> 8	8 - 6	6 - 4	4 - 2	< 2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0 - 4	4 - 10	10 - 35	35 - 100	> 100
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			< 1,6	1,6 – 2,4	> 2,4		

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

Tabla A22. Combinación de los indicadores.

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

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

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

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	1,40	1,86	1,60	Bueno o Superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PE	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,10			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,05			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	9,00			Bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2		BUENO	
POTENCIAL ECOLÓGICO				BUENO			
ESTADO FINAL				BUENO			

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Urrúnaga para el año 2004 es de nivel 2, **BUENO**.

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

Tabla A23b. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Urrúnaga 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	3,20	0,81	0,87	Bueno o Superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor				PE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,30				Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	3,54				Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg 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 Urrúnaga para el año 2005 es de nivel 3, **INFERIOR A BUENO**.