



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 ULLIVARRI

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	8
4.1. Características físico-químicas de las aguas	8
4.2. Hidroquímica del embalse	10
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 Ullívarri 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 Ullívarri se ubica en el Sector Oriental de la Cuenca Cantábrica. Dentro de las unidades geológicas presentes en la cuenca, la totalidad del embalse se localiza en la unidad fracturada y replegada en el sinclinorio de Urbasa, cuyo eje atraviesa la ciudad de Vitoria.

El embalse, cuya presa fue terminada en 1957, se sitúa en la localidad de Ullívarri-Gamboa, en la provincia de Álava. Regula principalmente las aguas del río Zadorra,

aunque también las de otros ríos y arroyos de menor entidad, entre los que destaca el arroyo Arganzubi.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, con un cuerpo central amplio y bien definido que, en cola, se divide en dos brazos: uno formado por el tributario principal (río Zadorra) y otro por el arroyo Arganzubi.

La cuenca vertiente al embalse de Ullívarri tiene una superficie total de 26 698,17 ha, de las cuales 5 310 ha corresponden a la cuenca vertiente del río Zadorra.

El embalse tiene una extensión de 1 695,4 ha en su máximo nivel normal, una capacidad total de 147,2 hm³ y 128,1 hm³ de capacidad útil. Tiene una profundidad media de 8,6 m, mientras que la profundidad máxima es de 30,5 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)	26 698,17
Superficie de la cuenca parcial (ha)	26 698,17
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	5.310
Superficie del embalse (ha)	1 695,4
Longitud máxima del embalse (km)	12,1
Capacidad total (hm ³)	147,2
Capacidad útil (hm ³)	128,1
Profundidad máxima (m)	30,5
Profundidad media (m)	8,6
Perímetro en máximo nivel (km)	42
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	546,5
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	527,4; 521,9; 520,4

Se trata de un embalse monomítico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa entre 9 y 10 metros de profundidad. La capa fótica en el estío ronda los 5 metros de espesor.

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

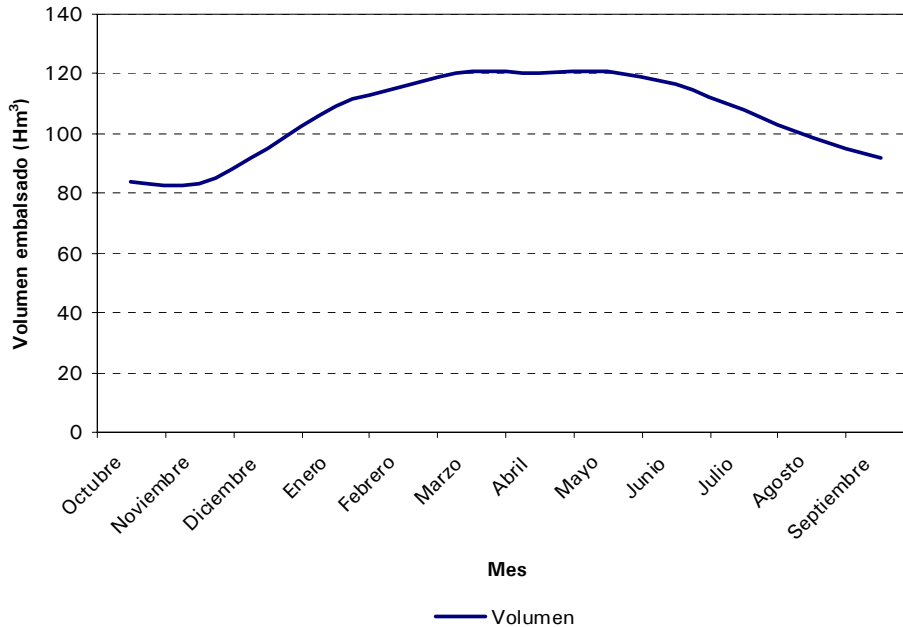
Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Periodo 2001-2005

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
201-2005	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	84,18	-	-	-	-
Noviembre	83,35	-	-	-	-
Diciembre	94,75	-	-	-	-
Enero	108,94	-	-	-	-
Febrero	116,25	-	-	-	-
Marzo	120,88	-	-	-	-
Abril	120,25	-	-	-	-
Mayo	120,64	-	-	-	-
Junio	116,83	-	-	-	-
Julio	108,13	-	-	-	-
Agosto	98,79	-	-	-	-
Septiembre	91,65	-	-	-	-
Total anual	105,38	-	-	-	-

No se han podido estimar los tiempos de retención en el embalse por no disponer de registros de caudales de entradas y salidas. Como puede apreciarse en el gráfico adjunto el embalse no sufre grandes variaciones interanuales, siendo en primavera (de marzo a abril) cuando presenta los mayores volúmenes embalsados. El volumen medio anual obtenido representa el 74% de la capacidad total de embalse.

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 las poblaciones de Álava y Bilbao (en el segundo caso a través del trasvase de agua al embalse de Urrúnaga). También se destinan al aprovechamiento hidroeléctrico y usos recreativos (baño y navegación).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Ullívarri 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 Ullívarri suministra, como se cita en el apartado anterior, a Vitoria. La población abastecida es de 216.924 habitantes.
- *Zonas de uso recreativo:* En el embalse se encuentran censadas cinco zonas de baño, denominadas:

- "Arrauza Ubarrundia. E. Ullibarri (Landa). Izquierda"
 - "Arrauza Ubarrundia. E. Ullibarri (Isla Zuaza). Derecha"
 - "Arrauza Ubarrundia. E. Ullibarri (Garaio). Derecha"
 - "Arrauza Ubarrundia. E. Ullibarri (Garaio). Izquierda"
 - "Arrauza Ubarrundia. E. Ullibarri (Landa). Izquierda-Encinar"
-
- *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 Ullívarri 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*).
 - *Tramos aptos para la vida piscícola:* Inmediatamente aguas abajo de la presa de Ullívarri se localiza uno de los 14 tramos de interés piscícola -ciprinícolas- sobre los que se informa a la Unión europea con carácter trienal. El tramo, de 11 km de longitud, queda comprendido entre la presa de Ullívarri y el puente Abechuco

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en las inmediaciones de la presa (**E1**) y otra en el tributario principal, río Zadorra (**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	06/07/2005	Estratificación

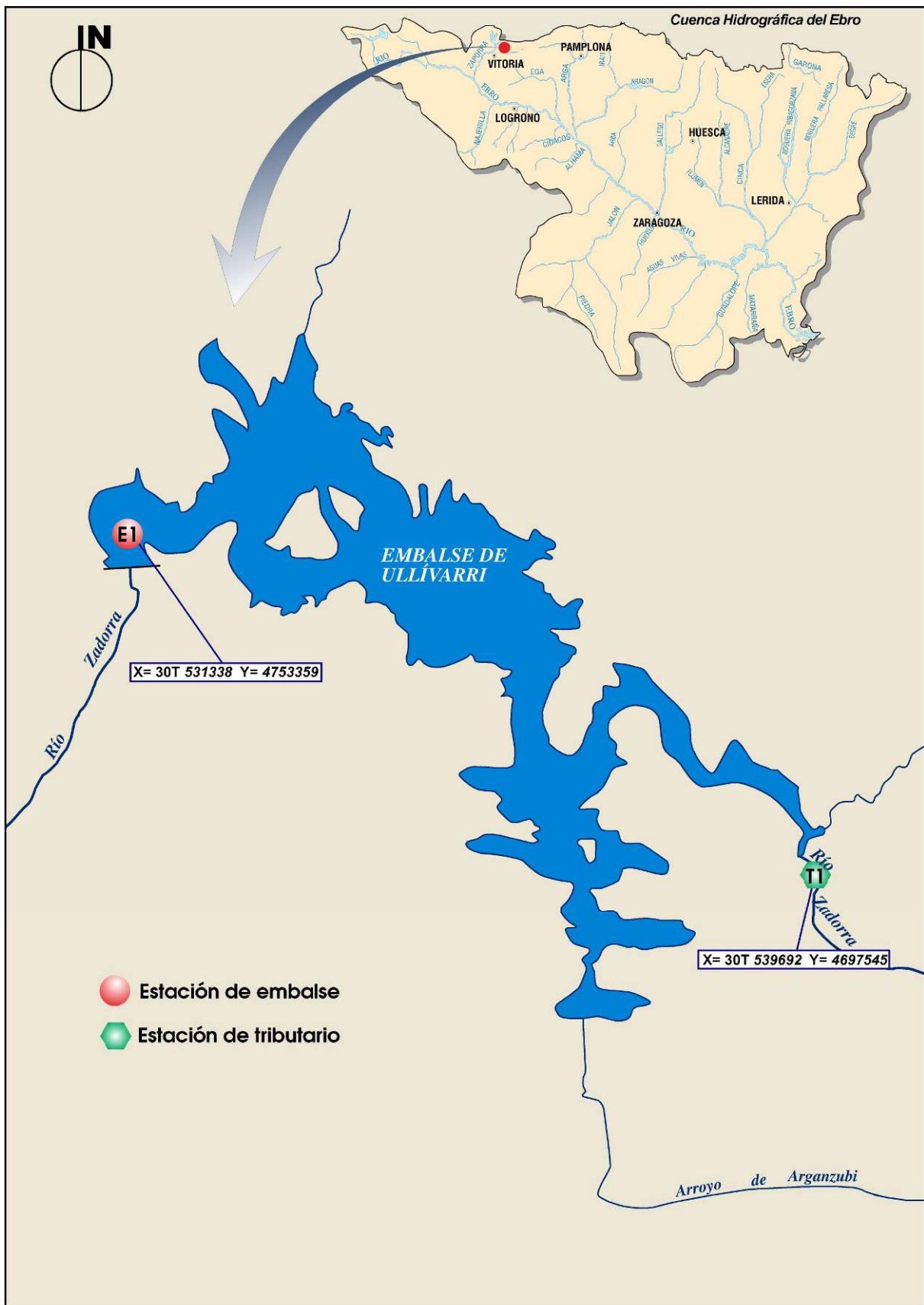


Figura 2: Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Ullívarri

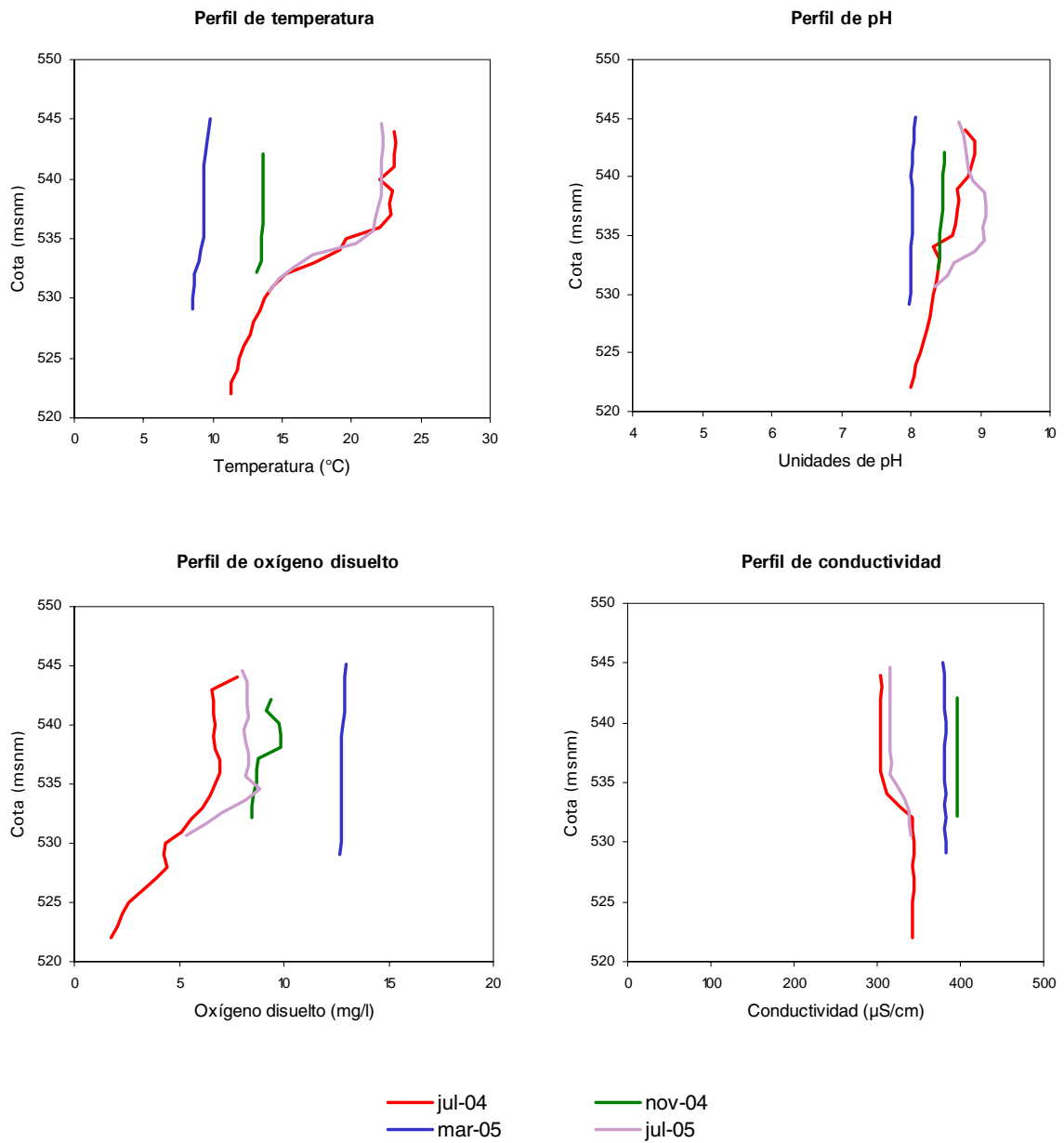
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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 8,54 °C -mínimo- y los 23,15 °C, -máximo registrado en el estío-. En el periodo estival la termoclina se sitúa entre 9 y 10 m de profundidad.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 8,43 ud. El máximo epilimnético estival es de 9,09 ud y el mínimo, registrado en las capas más profundas, de 7,97 ud.
- La transparencia del agua es moderadamente alta, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 4,6 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 8 metros. El mínimo (2,9 m) se registra en la campaña de invierno, mientras que el máximo (5,3 m) se registra en primavera.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 8,3 mg/l O₂. El mínimo, 1,76 mg/l O₂ se registra en la campaña de julio de 2004 y en el último metro de profundidad. El máximo (12,97 mg/l O₂) se da en primavera, donde la concentración para toda la columna de agua se sitúa en torno a 13 mg/l O₂.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 350 μ S/cm . Los valores se encuentran dentro de los valores históricos de este ámbito.

Figura 4: 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 y se encuentran dentro de los rangos conocidos para el embalse.

La concentración media de fósforo total para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, adquiere un valor de 0,018 mg/l P. El máximo se da en verano de 2005 -0,034 mg/l P-, mientras que el mínimo -0,007 mg/l P- se obtiene en primavera. Las concentraciones registradas en el tributario han sido, en todas las campañas, superiores a las registradas en el embalse y, tanto el máximo -0,176 mg/l P- como el mínimo -0,015 mg/l P-, coinciden temporalmente con los máximos y mínimos obtenidos en el embalse.

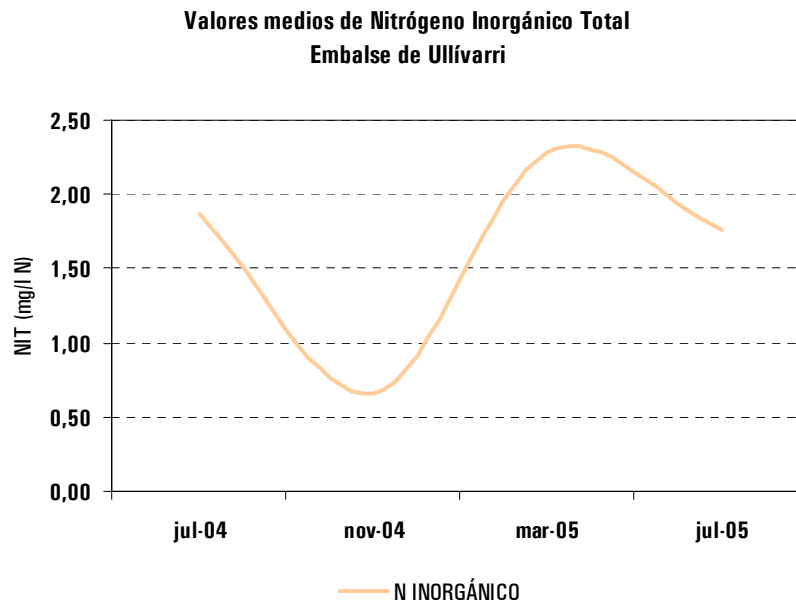
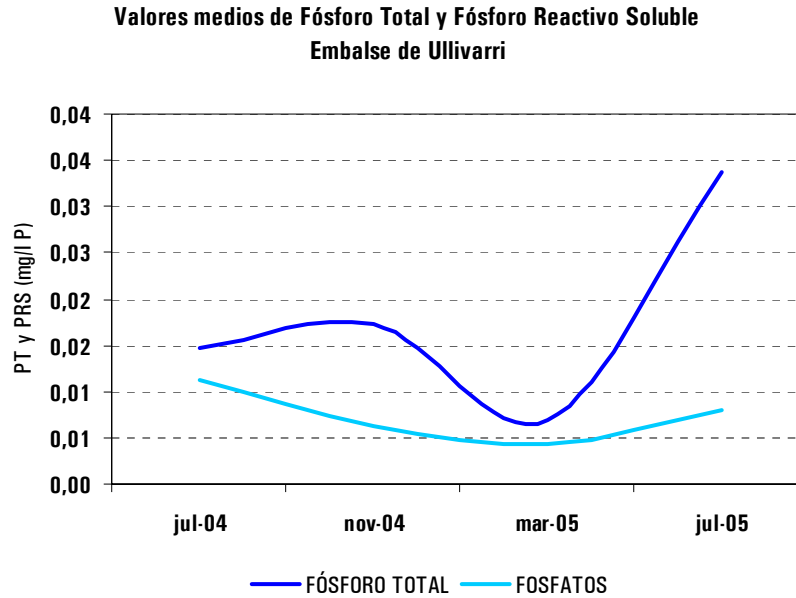
Los valores de ortofosfatos alcanzan una concentración media anual de 0,007 mg/l P y, a diferencia de la pauta mantenida por el fósforo total, el máximo -0,011 mg/l P- se sitúa en julio de 2004.

De los compuestos nitrogenados destacan las concentraciones de nitritos que 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 ($\text{NO}_3/\text{NIT} = 97\%$), siendo las proporciones de amonio (2%) y nitritos (1%) muy bajas. La máxima concentración de NIT -2,28 mg/l N- se sitúa en primavera, mientras que el mínimo -0,66 mg/l N- se da en invierno.

- El contenido de materia orgánica obtenido es moderado, siendo los valores medios anuales de 2,1 y 10 mg/l O_2 para la DBO_5 y DQO, respectivamente. Los valores máximos se sitúan en verano de 2005 con un registro para la DBO_5 de 6,2 mg/l O_2 y de 20,2 mg/l O_2 para la DQO.

- Las aguas embalsadas son moderadamente mineralizadas y la concentración de calcio (53 mg Ca/l) se sitúa en el rango habitual en el embalse.

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes



4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores

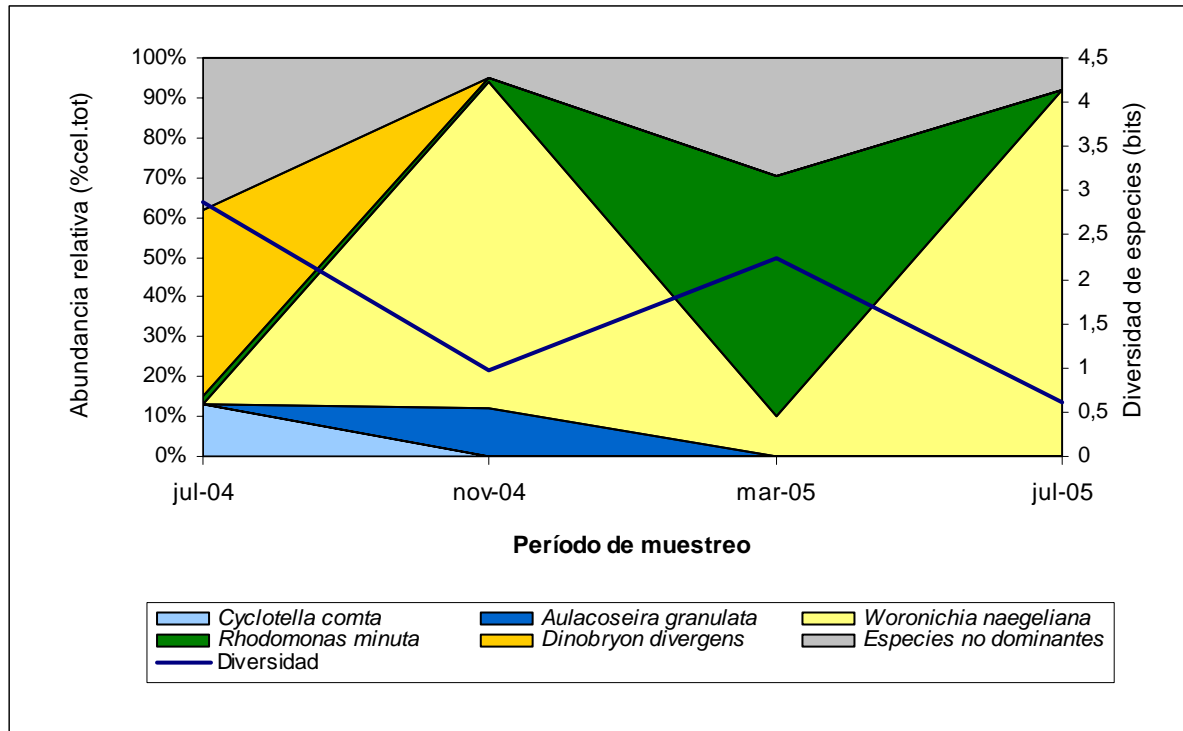
Los resultados de los análisis cuantitativos del fitoplancton se presentan en el **Anexo III**. A continuación se exponen las conclusiones y tendencias que se desprenden de los mismos.

El análisis de las 4 muestras obtenidas, ha dado como resultado la identificación de un total de 59 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 14 diatomeas
- 5 cianobacterias
- 24 clorofíceas
- 7 criptofíceas
- 3 crisofíceas
- 3 dinofíceas
- 1 euglenofíceas
- 2 zigofíceas

En el gráfico siguiente recoge la dinámica estacional de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico 2004-2005. Se considera que las 5 especies representadas son las más características de este sistema léntico atendiendo a la densidad algal -cel/ml- que han alcanzado en una determinada estación climática.

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



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

En el período estival de 2004 se registran valores de densidad celular muy bajos –398 cel/ml-. La comunidad fitoplanctónica se caracteriza por la presencia mayoritaria de algas crisofíceas, entre las que destaca la especie *Dinobryon divergens*. No existe ninguna especie dominante, hecho que junto con la equilibrada distribución de abundancias, determina que el valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver -2,88 bits- sea, en el periodo estival, el más alto del año hidrológico estudiado.

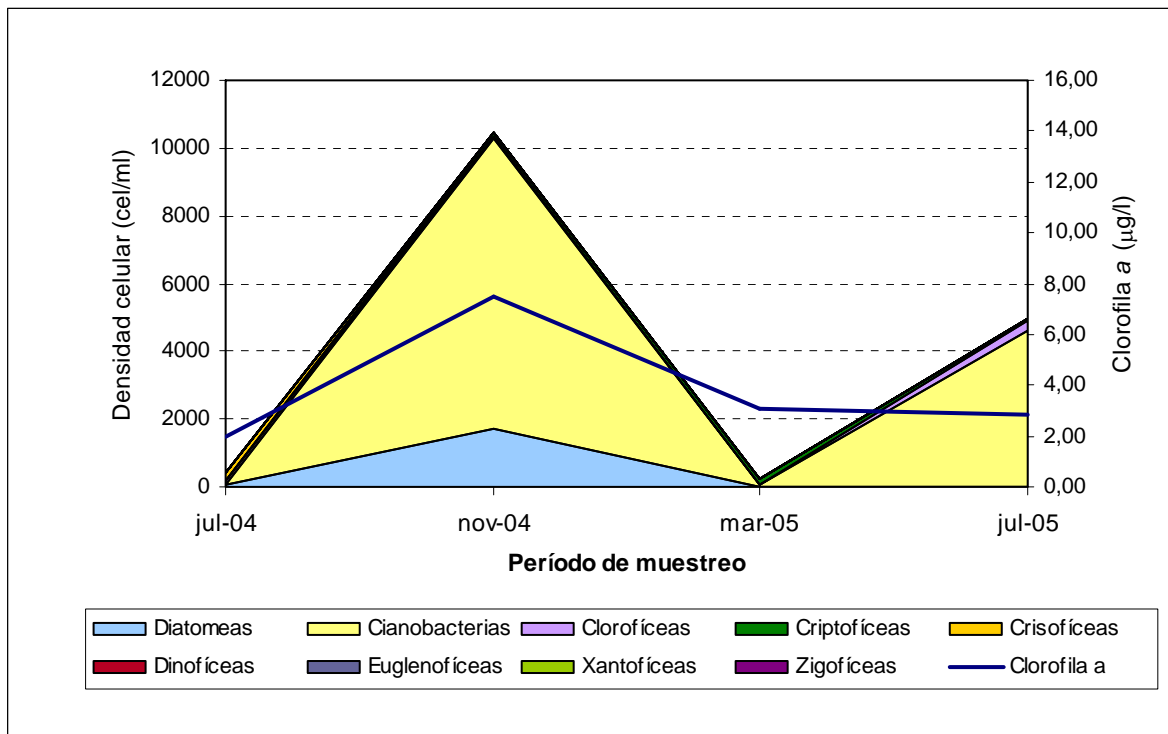
En invierno de 2004, se registra el máximo valor de densidad algal –10.477 cel/ml-, como consecuencia del fuerte crecimiento de la cianobacteria *Woronichinia naegeliana* cuya población representa el 82% de la comunidad fitoplanctónica. El fuerte incremento de la densidad celular en este periodo se corresponde con la composición algal del embalse situado aguas arriba, el Urrúnaga, que también presenta un máximo poblacional en invierno ocasionado por la proliferación de *Woronichinia naegeliana*.

Durante la época primaveral se reduce la población de todos los grupos fitoplanctónicos hasta registrarse el mínimo valor de densidad algal -266 cel/ml-. El retroceso de las poblaciones afecta especialmente a las cianobacterias, lo que permite el crecimiento de otras especies que suelen crecer en medios templados y bien mezclados como la criptofícea *Rhodomonas minuta*, cuya población representa el 50%, aproximadamente, de la de la densidad total.

En verano de 2005 se produce un incremento de la densidad algal con respecto a la primavera -4.945 cel/ml-. La especie responsable de este crecimiento es, de nuevo, la cianobacteria *Woronichinia naegeliana*. En este período incrementa su dominancia y representa el 92% de la comunidad fitoplanctónica, lo cual determina el mínimo valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver -0,60 bits-.

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

Figura 6: Evolución temporal por clases taxonómicas



La evolución de la clorofila *a* y la densidad fitoplanctónica tiene la misma tendencia a excepción del último período estudiado, en el que el incremento de la población no se

corresponde con un aumento de la concentración de clorofila *a*, que decrece ligeramente. En términos generales, hay una buena correspondencia entre ambos parámetros, el máximo registro de densidad algal -10.477 cel/ml- coincide con el máximo valor de biomasa -7,50 µg/l-.

4.3.1. Calidad bioindicadora

Las características de la comunidad algal del embalse de Ullívarri son muy semejantes a las del embalse situado aguas arriba, el embalse de Urrúnaga. En ambos se produce un crecimiento poblacional invernal de *Woronichinia naegeliana* que entra en retroceso durante la primavera para tener un nuevo pico, de menor magnitud, durante el verano de



1. *Rhodomonas minuta*; 2. *Schroederia setigera*

2005. Mientras en Urrúnaga esta especie se mantenía como dominante durante todo el período de estudio, en Ullívarri la escasa abundancia de esta especie durante el estío de 2004 y la primavera de 2005 permite el desarrollo de otras especies como la crisofícea *Dinobryon divergens* y la criptofícea *Rhodomonas minuta*. La proliferación de la cianobacteria *Woronichinia naegeliana* denota un

medio mesotrófico con algún episodio de eutrofia que favorece el establecimiento de esta cianobacteria. Por otro lado, las especies que caracterizan la comunidad cuando la población de *Woronichinia naegeliana* es poco densa (*Dinobryon divergens* y *Rhodomonas minuta*), informan de un medio con un grado trófico moderado.

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 Ullívarri, como **mesotrófico**.

Prácticamente la totalidad de los índices contrastados sitúan al embalse en niveles de mesotrofia. Tan sólo si se tiene en cuenta la transparencia -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 >	18	MESOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	4.021	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 >	3,8	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	18	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	4,6	OLIGO-MESOT.
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	4.021	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	3,8	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	18	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	1.554	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	4,6	E. MODERADA
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5;2.5-8;8-25;> 25	3,8	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.	18	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6;;6-3;3-1.5; < 1.5	4,6	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3;3-1.5;1.5-0.7; < 0.7	2,9	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): DST	<i>TSI= 10(6-log₂(DST))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	38	OLIGOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): CLA	<i>10(6-log₂ 7,7(1/Cl^a^0,68))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	44	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>TSI= 10(6-log₂(54,9/PT))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	44	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 Ullívarri es **BUENO**.

EMBALSE DE ULLÍVARRI			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	4.021	5	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	3,8	3			
		Cianofceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	>10 ⁵	8.477	3			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	4,6	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	9,0	5			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	18,2	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: ULLÍVARRI (UL) **CAMPAÑA:** 1
COT. MAX: 546,5 **NIVEL:** 544

Estación: E1 Profundidad: 22
 Fecha: 21/07/2004 Hora: 18:00
 Disco Secchi (m): 5,2 Capa fótica (m): 8,8

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	544	23,09	8,79	7,75	86,40	304	244	198
1	543	23,15	8,92	6,60	77,60	305	262	198
2	542	23,04	8,91	6,64	77,20	304	263	198
3	541	23,04	8,88	6,67	77,30	304	263	198
4	540	22,07	8,82	6,69	77,30	303	263	197
5	539	22,91	8,67	6,66	77,30	304	254	198
6	538	22,72	8,70	6,73	78,40	303	262	197
7	537	22,90	8,67	6,91	79,10	304	263	198
8	536	22,00	8,64	6,95	79,30	303	263	197
9	535	19,64	8,60	6,68	72,70	308	251	200
10	534	19,13	8,33	6,47	69,80	312	239	203
11	533	17,36	8,42	6,11	62,70	327	249	213
12	532	15,25	8,38	5,60	53,00	342	252	222
13	531	14,28	8,37	5,12	49,70	343	254	223
14	530	13,75	8,32	4,33	43,00	344	255	224
15	529	13,36	8,31	4,30	43,30	344	257	224
16	528	12,95	8,28	4,40	40,90	343	258	223
17	527	12,65	8,23	3,86	34,90	344	257	224
18	526	12,24	8,19	3,19	28,90	344	257	224
19	525	11,91	8,13	2,60	23,00	343	256	223
20	524	11,78	8,08	2,31	20,90	343	254	223
21	523	11,30	8,04	2,06	18,90	343	253	223
22	522	11,32	7,99	1,76	15,10	343	179	223

TRIBUTARIO: Zadorra **CAMPAÑA:** 1

Estación: ULT1 Cod. Est.: UL1T1
 Fecha: 21/07/2004 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	-	22,95	8,64	8,05	91,20	314	247	204

EMBALSE: ULLÍVARRI (UL) **CAMPAÑA:** 2
COT. MAX: 546,5 **NIVEL:** 542

Estación: E1 Profundidad: 10
 Fecha: 04/11/2004 Hora: 17:05
 Disco Secchi (m): 2,9 Capa fótica (m): 4,9

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	542	13,65	8,48	9,36	90,30	396	239	257
1	541	13,66	8,48	9,16	88,40	396	241	257
2	540	13,65	8,47	9,80	84,50	396	243	257
3	539	13,64	8,47	9,87	85,50	396	244	257
4	538	13,62	8,45	9,82	85,80	396	244	257
5	537	13,61	8,45	8,78	84,30	396	245	257
6	536	13,58	8,44	8,73	84,20	396	246	257
7	535	13,55	8,42	8,69	83,70	396	246	257
8	534	13,53	8,41	8,55	81,90	396	246	257
9	533	13,52	8,41	8,48	81,70	396	247	257
10	532	13,20	8,39	8,48	81,40	396	246	257

TRIBUTARIO: Zadorra **CAMPAÑA:** 2

Estación: ULT1 Cod. Est.: UL2T1
 Fecha: 04/11/2004 Hora: 14:54

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	11,35	8,10	10,67	97,90	381	219	248

EMBALSE: ULLÍVARRI (UL) **CAMPAÑA:** 3
COT. MAX: 546,5 **NIVEL:** 545

Estación: E1 Profundidad: 15,5
 Fecha: 30/03/2005 Hora: 14:00
 Disco Secchi (m): 5,3 Capa fótica (m): 9,0

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	545	9,76	8,08	12,97	114,40	379	120	247
1	544	9,73	8,04	12,93	114,00	381	123	248
2	543	9,57	8,04	12,92	113,50	381	124	248
3	542	9,50	8,03	12,92	113,00	381	125	247
4	541	9,38	8,02	12,87	112,50	381	126	247
5	540	9,36	8,01	12,81	111,90	382	126	248
6	539	9,33	8,02	12,75	111,50	382	127	249
7	538	9,34	8,02	12,71	111,00	381	128	248
8	537	9,33	8,02	12,75	110,50	381	130	248
9	536	9,32	8,02	12,75	110,40	381	131	248
10	535	9,29	8,02	12,75	110,40	381	131	248
11	534	9,12	8,00	12,78	110,10	382	131	248
12	533	8,95	8,00	12,74	110,00	381	133	247
13	532	8,71	7,99	12,75	109,60	382	133	248
14	531	8,63	7,99	12,73	109,30	381	135	248
15	530	8,56	7,99	12,72	109,00	382	135	248
16	529	8,54	7,97	12,66	108,30	382	126	248

TRIBUTARIO: Zadorra **CAMPAÑA:** 3

Estación: ULT1 Cod. Est.: UL3T1
 Fecha: 30/03/2005 Hora: 17:01

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	<i>No se pudo realizar la edición por rotura de sonda</i>						

EMBALSE: ULLÍVARRI (UL) **CAMPAÑA:** 4
COT. MAX: 546,5 **NIVEL:** 544,6

Estación: E1 Profundidad: 14
 Fecha: 06/07/2005 Hora: 10:30
 Disco Secchi (m): 5 Capa fónica (m): 8,5

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	545	22,20	8,69	8,00	92,10	315	-	205
1	544	22,23	8,76	8,21	93,80	316	-	205
2	543	22,23	8,79	8,25	94,90	316	-	205
3	542	22,21	8,80	8,28	95,00	316	-	205
4	541	22,21	8,82	8,30	95,20	316	-	205
5	540	22,21	8,90	8,11	93,20	316	-	205
6	539	22,18	9,05	8,13	93,20	316	-	205
7	538	21,93	9,09	8,31	94,90	316	-	205
8	537	21,68	9,08	8,31	94,50	317	-	206
9	536	21,52	9,04	8,14	92,10	315	-	205
10	535	20,34	9,05	8,87	98,00	325	-	211
11	534	17,18	8,92	8,14	85,50	333	-	216
12	533	15,86	8,61	7,04	71,80	339	-	220
13	532	14,76	8,53	6,27	62,50	339	-	220
14	531	14,12	8,35	5,36	52,70	340	-	221

TRIBUTARIO: Zadorra **CAMPAÑA:** 4

Estación: ULT1 Cod. Est.: UL4T1
 Fecha: 06/07/2005 Hora: 12:10

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	20,51	8,66	10,54	117,10	345	-	224

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	ULLÍVARRI	CÓDIGO:	UL		
CAMPAÑA:	1	FECHA:	21/07/2004		
COTA MÁXIMA:	547	NIVEL:	544		
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	11	20	
COTA	msnm	543	533	524	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	0,7	2,9	5,7	6,7
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	112,5	115,5	136,8	79,4
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,6	0,8	1,4	5,9
DQO	mg O ₂ /l	4,0	12,0	8,0	20,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,006	0,003	0,035	0,079
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,014	0,006	0,083	0,072
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,002	0,027	0,023
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,70	0,96	1,09	1,15
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,04	0,04	0,03
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,03	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,69	0,94	1,06	1,12
NITRATOS	mg NO ₃ /l	7,88	7,88	8,43	0,00
NITRATOS	mg N/l	1,78	1,78	1,90	0,00
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,063	0,069	0,032	0,038
NITRITOS	mg N/l	0,019	0,021	0,010	0,012
N INORGÁNICO	mg N/l	1,82	1,83	1,95	0,04
CALCIO	mg Ca/l	49,3	50,3	59,3	
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	4,5	4,3	4,3	
SODIO	mg Na/l	6,5	6,4	6,3	
POTASIO	mg K/l	1,3	1,4	1,5	
CLORUROS	mg Cl/l	12,7	14,2	13,7	
SULFATOS	mg SO ₄ ²⁻ /l	22,2	21,3	15,1	
SULFUROS	mg S ²⁻ /l			0,0002	
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	0,64	0,94	3,23	
CLOROFILA a	µg/l	2,0			

EMBALSE:	ULLÍVARRI	CÓDIGO: UL2			
CAMPAÑA:	2	FECHA: 04/11/2004			
COTA MÁXIMA:	547	NIVEL: 542			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	5	10	
COTA	msnm	541	537	532	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,3			2,3
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	98,5			225,8
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,8			0,7
DQO	mg O ₂ /l	4,0			15,8
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,011	0,012	0,029	0,130
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,018	0,006	0,034	0,373
FOSFATOS	mg P/l	0,006	0,002	0,011	0,122
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,76	0,75	0,69	0,72
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,04	0,03	0,03	0,04
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,02	0,02	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,74	0,72	0,67	0,69
NITRATOS	mg NO ₃ /l	2,70	2,74	2,83	23,57
NITRATOS	mg N/l	0,61	0,62	0,64	5,32
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,042	0,042	0,047	0,048
NITRITOS	mg N/l	0,013	0,013	0,014	0,015
N INORGÁNICO	mg N/l	0,65	0,65	0,67	5,36
CLOROFILA a	µg/l	7,5			

EMBALSE:	ULLÍVARRI	CÓDIGO:	UL3			
CAMPAÑA:	3	FECHA:	30/03/2005			
COTA MÁXIMA:	547	NIVEL:	545			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1	
PROFUNDIDAD	m	1	7	14		
COTA	msnm	544	538	531		
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,0			3,9	
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	115,7			127,1	
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,3			2,3	
DQO	mg O ₂ /l	7,9			7,9	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,011	0,007	0,015	
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,009	0,014	0,017	0,030	
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,005	0,006	0,010	
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,41	0,87	0,94	1,03	
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,06	0,06	0,07	0,03	
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,05	0,05	0,02	
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	1,37	0,82	0,89	1,01	
NITRATOS	mg NO ₃ /l	9,85	9,85	9,78	23,06	
NITRATOS	mg N/l	2,22	2,22	2,21	5,21	
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,038	0,050	0,048	0,050	
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,015	0,015	0,015	
N INORGÁNICO	mg N/l	2,28	2,29	2,28	5,25	
CLOROFILA a	µg/l	3,1				

EMBALSE:	ULLÍVARRI	CÓDIGO:	UL4		
CAMPAÑA:	4	FECHA:	06/07/2005		
COTA MÁXIMA:	547	NIVEL:	545		
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	7	14	
COTA	msnm	544	538	531	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	1,2			12,0
DBO ₅	mg O ₂ /l	6,2			6,9
DQO	mg O ₂ /l	20,2			32,3
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,018	0,075	0,176
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,022	0,024	0,028	0,159
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,008	0,009	0,052
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,63	0,65	0,96	2,40
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,05	0,04	0,04	0,14
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,03	0,03	0,11
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,60	0,62	0,93	2,29
NITRATOS	mg NO ₃ /l	7,53	7,76	7,46	0,71
NITRATOS	mg N/l	1,70	1,75	1,68	0,16
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,078	0,067	0,085	0,062
NITRITOS	mg N/l	0,024	0,020	0,026	0,019
N INORGÁNICO	mg N/l	1,76	1,80	1,74	0,28
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,0000	
CLOROFILA a	µg/l	2,8			

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	ULLIVARRI	CÓDIGO:	UL1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	21/07/2004
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	5,2
NIVEL:	544	C.FÓTICA:	8,8
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	M	1	
COTA	msnm	543	
CLOROFILA a	µg/l	2,00	
Población total	n° cel/ml	398	
Diversidad (H)	Bits	2,88	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	53	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	108	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	37	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	188	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	10	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	2	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillarioficea	52	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Botryococcus braunii</i>	Clorofíceea	15	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Clorofíceea	6	
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	Clorofíceea	1	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofíceea	1	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofíceea	24	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofíceea	2	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofíceea	8	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Clorofíceea	6	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	Clorofíceea	9	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofíceea	2	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	Clorofíceea	34	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofíceea	10	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofíceea	1	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofíceea	4	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofíceea	13	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofíceea	9	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofíceea	188	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofíceea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofíceea	8	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofíceea	1	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigofíceea	2	

EMBALSE:	ULLIVARRI	CÓDIGO:	UL2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	04/11/2004
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	2,9
NIVEL:	542	C.FÓTICA:	4,9
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	541	
CLOROFILA a	µg/l	7,50	
Población total	n° cel/ml	10.477	
Diversidad (H)	Bits	0,98	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	1.735	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	8.577	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	55	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	98	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	10	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	1	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillarioficea	6	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillarioficea	1.212	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillarioficea	479	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillarioficea	34	
<i>Gyrosigma sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Microcystis sp.</i>	Cianobacteria	5	
<i>Planktothrix sp.</i>	Cianobacteria	1	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	Cianobacteria	8.571	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Cloroficea	1	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Cloroficea	4	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Cloroficea	2	
<i>Eudorina elegans</i>	Cloroficea	10	
<i>Oocystis sp.</i>	Cloroficea	9	
<i>Pediastrum duplex</i>	Cloroficea	1	
<i>Planctonema lauterbornii</i>	Cloroficea	1	
<i>Sphaerocystis sp.</i>	Cloroficea	25	
<i>Tetraedron minimum</i>	Cloroficea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptoficea	15	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptoficea	1	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptoficea	1	
<i>Cryptomonas reflexa</i>	Criptoficea	1	
<i>Cryptomonas rostratiformis</i>	Criptoficea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptoficea	79	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisoficea	9	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisoficea	1	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenoficea	1	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigoficea	1	

EMBALSE:	ULLIVARRI	CÓDIGO:	UL3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	30/03/2005
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	5,3
NIVEL:	545	C.FÓTICA:	9,0
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	544	
CLOROFILA a	µg/l	3,10	
Población total	n° cel/ml	265	
Diversidad (H)	Bits	2,24	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	7	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	23	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	32	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	203	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
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>Cyclotella bodanica</i>	Bacillariofícea	4	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	Cianobacteria	23	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Chlorogonium sp.</i>	Clorofícea	4	
<i>Elakatothrix genevensis</i>	Clorofícea	1	
<i>Schroederia setigera</i>	Clorofícea	23	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	22	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	20	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	8	
<i>Cryptomonas reflexa</i>	Criptofícea	3	
<i>Cryptomonas rostratiformis</i>	Criptofícea	3	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	146	

EMBALSE:	ULLIVARRI	CÓDIGO:	UL4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	06/07/2005
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	5,0
NIVEL:	545	C.FÓTICA:	8,5
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	544	
CLOROFILA a	µg/l	2,80	
Población total	n° cel/ml	4.945	
Diversidad (H)	Bits	0,60	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	20	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	4.596	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	300	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	23	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	3	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	2	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillarioficea	2	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillarioficea	6	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillarioficea	6	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	Bacillarioficea	2	
<i>Fragilaria sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Navicula cryptotenella</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Neidium sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Chroococcus limneticus</i>	Cianobacteria	21	
<i>Chroococcus turgidus</i>	Cianobacteria	1	
<i>Woronichinia naegeliana</i>	Cianobacteria	4.574	
<i>Asterococcus sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Botryococcus braunii</i>	Cloroficea	2	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Cloroficea	26	
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	Cloroficea	33	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Cloroficea	3	
<i>Didymocystis sp.</i>	Cloroficea	4	
<i>Elakathrix gelatinosa</i>	Cloroficea	4	
<i>Eudorina elegans</i>	Cloroficea	7	
<i>Monoraphidium sp.</i>	Cloroficea	1	
<i>Oocystis lacustris</i>	Cloroficea	26	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Cloroficea	1	
<i>Pediastrum duplex</i>	Cloroficea	1	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	Cloroficea	2	
<i>Sphaerocystis sp.</i>	Cloroficea	188	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptoficea	4	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptoficea	2	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptoficea	17	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisoficea	1	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinoficea	1	

Continuación 4ª campaña:

EMBALSE:	ULLIVARRI	CÓDIGO:	UL4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	06/07/2005
COTAMAX:	547	D. SECCHI:	5,0
NIVEL:	545	C.FÓTICA:	8,5
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
ESPECIES	TAXÓN	nº cel/ml	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigofícea	2	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2004 (21/07/2004)



Vista panorámica del embalse de Ullívarri. Primavera de 2005 (30/03/2005)



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2005 (06/07/2005)



Río Zadorra, principal tributario del embalse de Ullívarri. Verano de 2005 (21/07/2005)

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio de 2006

EMBALSE: ULLÍVARRI

CÓDIGO: UL

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: País Vasco
Provincia: Álava
Municipio: Ullívarri-Gamboa



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

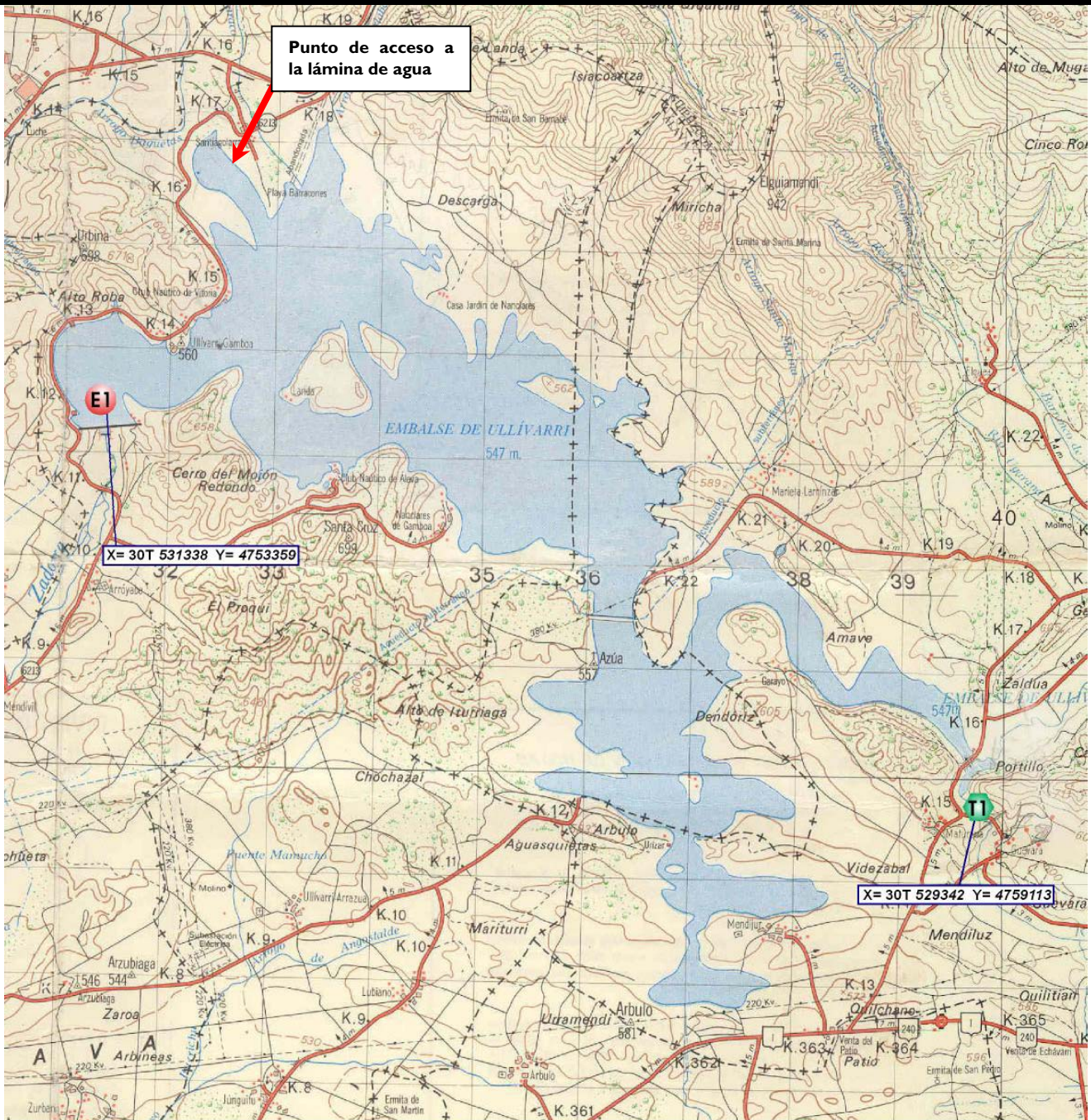
Table with 2 columns and 8 rows listing characteristics of the Ullívarri dam, such as tributary (Río Zadorra), year of completion (1957), capacity (147,2 hm³), and uses (Abastecimiento, Hidroeléctrico).



Panorámica del embalse (04/11/2004)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



● Estación de embalse
 ● Estación de tributario

Nº Planols 1:50.000: 112,113



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

ESCALES		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): 23,09	pH superficie (ud): 8,79	Conductividad superficie (µS/cm): 304
Tª fondo (°C): 11,32	pH fondo (ud): 7,99	Conductividad fondo (µS/cm): 343
Tª TI (°C): 22,95	pH TI (ud): 8,64	Conductividad TI (µS/cm): 314
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	5,2	8,8
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 9
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
2ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 04/11/2004
Tª superficie (°C): 13,65	pH superficie (ud): 8,48	Conductividad superficie (µS/cm): 396
Tª fondo (°C): 13,20	pH fondo (ud): 8,39	Conductividad fondo (µS/cm): 396
Tª TI (°C): 11,35	pH TI (ud): 8,10	Conductividad TI (µS/cm): 381
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2,9	4,9
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
3ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 30/03/2005
Tª superficie (°C): 9,76	pH superficie (ud): 8,08	Conductividad superficie (µS/cm): 379
Tª fondo (°C): 8,54	pH fondo (ud): 7,97	Conductividad fondo (µS/cm): 382
Tª TI (°C): -	pH TI (ud): -	Conductividad TI (µS/cm): -
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	5,3	9,0
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
4ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 06/07/2005
Tª superficie (°C): 22,20	pH superficie (ud): 8,69	Conductividad superficie (µS/cm): 315
Tª fondo (°C): 14,12	pH fondo (ud): 8,35	Conductividad fondo (µS/cm): 340
Tª TI (°C): 20,51	pH TI (ud): 8,66	Conductividad TI (µS/cm): 345
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	5	8,5
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 10
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 21/07/2004			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	ULEIS	ULEIT	ULEIF	ULTI
PROFUNDIDAD	m	I	II	20	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,006	0,003	0,035	0,079
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,002	0,027	0,023
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,70	0,96	1,09	1,15
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,03	0,03
NITRATOS	mg N/l	1,78	1,78	1,90	0,00
NITRITOS	mg N/l	0,019	0,021	0,010	0,012
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,0			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	398			
CLASE PREDOMINANTE:	Crisofíceas			Nº células/ml: 188	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Dinobryon divergens</i>			Nº células/ml: 188	
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 04/11/2004			
PARÁMETRO	UNIDAD	ULEIS	ULEIM	ULEIF	ULTI
PROFUNDIDAD	m	I	5	10	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,011	0,012	0,029	0,130
FOSFATOS	mg P/l	0,006	0,002	0,011	0,122
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,76	0,75	0,69	0,72
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,02	0,02	0,03
NITRATOS	mg N/l	0,61	0,62	0,64	5,32
NITRITOS	mg N/l	0,013	0,013	0,014	0,015
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	7,5			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	10.477			
CLASE PREDOMINANTE:	Cianobacteria			Nº células/ml: 8.577	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Woronichia naegeliana</i>			Nº células/ml: 8.571	
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 30/03/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	ULEIS	ULEIM	ULEIF	ULTI
PROFUNDIDAD	m	I	7	14	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,003	0,011	0,007	0,015
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,005	0,006	0,010
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	1,41	0,87	0,94	1,03
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,05	0,05	0,02
NITRATOS	mg N/l	2,22	2,22	2,21	5,21
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,015	0,015	0,015
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	3,1			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	265			
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofíceas			Nº células/ml: 203	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>			Nº células/ml: 146	
4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 06/07/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	ULEIS	ULEIM	ULEIF	ULTI
PROFUNDIDAD	m	I	7	14	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,018	0,075	0,176
FOSFATOS	mg P/l	0,007	0,008	0,009	0,052
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,63	0,65	0,96	2,40
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,03	0,03	0,11
NITRATOS	mg N/l	1,70	1,75	1,68	0,16
NITRITOS	mg N/l	0,024	0,020	0,026	0,019
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,8			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	4.945			
CLASE PREDOMINANTE:	Cianobacteria			Nº células/ml: 4.596	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Woronichinia naegeliana</i>			Nº células/ml: 4.574	

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE ULLÍVARRI-GAMBOA 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Ullívarri-Gamboa 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 Ullívarri-Gamboa (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:

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

Cálculo para el Índice de Grupos Algales (IGA):

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

Cálculo para el porcentaje de cianobacterias:

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

1) Concentración de clorofila a

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

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

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

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

2) Biovolumen algal

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

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

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

3) Índice de grupos algales (IGA)

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

El índice *IGA* se expresa:

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

Siendo,

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

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

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

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

4) Porcentaje de cianobacterias

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

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

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

Donde: $BVOL_{CIA}$ Biovolumen de cianobacterias totales
 $BVOL_{CHR}$ Biovolumen de Chroococcales
 $BVOL_{MIC}$ Biovolumen de *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	Buena 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 ULLÍVARRI-GAMBOA

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 Ullívarri-Gamboa 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	11,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	5,20	Oligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	2,00	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	398	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,25	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 oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Ullívarri-Gamboa 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 Ullívarri-Gamboa 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	8.00	Oligotrófico
DISCO SECCHI	5,00	Oligotrófico
COLOROFLA <i>a</i>	2,80	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	4945	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 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 Ullívarri-Gamboa en 2005 ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE ULLÍVARRI-GAMBOA

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 Ullívarri-Gamboa 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	2,00	1,30	1,21	Bueno o Superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor				PE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,20				Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,67				Bueno
	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 Ullívarri-Gamboa 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 Ullívarri-Gamboa 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,80	0,93	0,95	Bueno o Superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PE	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,00			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,85			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	8,00			Bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2		BUENO	
POTENCIAL ECOLÓGICO				BUENO			
ESTADO FINAL				BUENO			

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