



**DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN AMBIENTAL DE EMBALSES
EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

EMBALSE DE URRÚNAGA

LIMNOS

1996

EMBALSE DE URRÚNAGA

1) CARACTERÍSTICAS GENERALES

Nombre:	Urrúnaga
Pki - Pkf:	1.100-1.600
Código cauces:	
Cuenca:	Santa Engracia-Zadorra
CH:	Ebro
Provincia:	Álava
Propietario:	Iberdrola
Año de terminación:	1957

2) USOS Y TIPO DE PRESA

Usos:	Hidroeléctrico/Abastecimiento
Actividades:	Navegación/Navegación a motor/Baños/Pesca Club náutico
Interés Natural:	Aves acuáticas/Otras especies

Comentarios:

- El embalse de Urrúnaga se encuentra en el cauce del río Santa Engracia y recoge las aguas del mismo, así como del río Urquiola. También recibe agua procedente del embalse de Ullívarri (entre 8 y 15 m³/s) por medio del acueducto subterráneo que une ambos embalses. El uso principal del embalse es el abastecimiento de Bilbao y la producción hidroeléctrica en la central de Barazar. Ésta se encuentra en el río Arratia (afluente del río Nervión) y tiene una potencia instalada de 84 MW y un caudal nominal de turbinación de 30 m³/s. También se realiza producción de electricidad para servicios auxiliares de la propia presa, en una central instalada a pie de presa.
- En el embalse están permitidas aunque con restricciones (debido a su uso para abastecimiento) la caza y pesca, baños y natación, y la navegación con y sin motor. Respecto a la navegación, el remo constituye la modalidad más practicada y existe un campo de regatas en el brazo este de la cola del embalse. El litoral del

embalse es muy frecuentado y existen áreas destinadas al camping y al picnic. También hay mucha afluencia de pescadores.

- El embalse tiene interés natural por aves acuáticas; sus aguas están catalogadas de interés nacional por la SEO (1987). Acoge principalmente aves migradoras aunque es menos importante para las nidificantes ya que carece de áreas apropiadas (se observaron 51 parejas nidificantes en 1993 y sólo 31 en 1994, principalmente en la cola de Ollerias). También es zona donde puede habitar la nutria.

Tipo de presa:	Contrafuertes	
Cota tomas (m s.n.m.):	Aliviadero:	544,5
	Toma de la galería:	529,8
	Toma hidroeléctrica:	527,3
	Desagües de fondo:	524,4
Torre de tomas:	No	
Escala de peces:	No	

Comentarios:

- En la gestión normal del embalse se desagua por la toma (cota 529,8) existente en la margen derecha aguas arriba de la presa. El agua se deriva por una galería a presión subterránea de 4,25 m de diámetro y 12,5 km de longitud, hasta la central de Barazar (caudal de turbinación de 30 m³/s) y la planta de tratamiento del Consorcio de Aguas del Gran Bilbao (el caudal de agua que se trata y distribuye para abastecimiento es de aproximadamente unos 300.000 m³/día). También se vierte agua por la toma hidroeléctrica (en la presa) para la producción de energía en la central a pie de presa (caudal de turbinación de 0,8 m³/s). Los desagües de fondo se usan para verter el caudal ecológico (375 L/s).

3) MORFOMETRÍA-HIDROLOGÍA

Volumen (hm³):	72
Superficie (ha):	869
Cota (m s.n.m.):	546,5
Profundidad máxima (m):	24,5

Profundidad media (m):	8,2
Profundidad termoclina (m):	6-10
Desarrollo de volumen:	1,0
Volumen epilimnion (hm³):	11-35
Volumen hipolimnion (hm³):	2,8-29
Relación E/H:	1,2-4
Fluctuación de nivel:	Media
Tiempo de residencia (meses):	2-5

Comentarios:

- El embalse es poco profundo (la profundidad máxima es de unos 24 m) por lo que, si bien se establece un gradiente térmico en la columna, la termoclina sólo se diferencia cuando la profundidad es superior a 16 m. La termoclina se encuentra, en general, entre 6 y 10 m. Las tomas principales del embalse se abastecen de agua hipolimnética; el agua para el abastecimiento de Bilbao procede del hipolimnion excepto cuando el embalse está muy bajo (en la cota 536). Existe por lo tanto riesgo de verter aguas anóxicas y con tóxicos en el caso de que éstas se produzcan.
- Los volúmenes del epilimnion e hipolimnion se han estimado para las reservas máxima (64,4 hm³), media (42,0 hm³) y mínima (14,1 hm³) (datos de agosto entre 1960 y 1990). La relación E/H es superior a 1 en todos los casos, lo cual indica que el hipolimnion es relativamente pequeño en comparación con el epilimnion, lo que incrementa el riesgo de anoxia.
- El riesgo de erosión de las laderas (y de enturbiamiento del agua) por disminución del nivel del agua es moderado-bajo. El embalse no fluctúa mucho y el perfil del embalse no es muy abierto.
- El tiempo de residencia del agua es relativamente alto en primavera y verano (entre 2 y 5 meses) y es bajo en otoño e invierno debido a la concentración de las lluvias en este periodo.

4) HIDROQUÍMICA

Embalse

Conductividad ($\mu\text{S/cm}$):	141-427
Calcio (mg/L):	14-50
Fosfato (mg/L):	0,002-0,04
Nitrato (mg/L):	0,003-8
Amonio (mg/L):	0-0,8

Comentarios:

- El agua del embalse es moderadamente mineralizada, y presenta un contenido de nutrimentos alto, especialmente de nitratos. La concentración de calcio es moderada.

Tributario principal

Conductividad ($\mu\text{S/cm}$):	245-399
Calcio (mg/L):	25,7
Fosfato (mg/L):	0,01-1,07
Nitrato (mg/L):	0,01-3,57
Amonio (mg/L):	0,03-2,4

Comentarios:

- El embalse de Urrúnaga cuenta con dos tributarios, el río Santa Engracia que entra por la cola del oeste y el río Urquiola que entra por la cola del este. Los datos físico-químicos que se presentan corresponden al río Urquiola. Sus aguas son moderadamente mineralizadas y presentan un contenido alto en nutrimentos. Esto es porque los municipios instalados a lo largo de este río y especialmente Ochandiano (localizado cerca de la desembocadura del río en el embalse) no depuran sus aguas residuales urbanas; además en este municipio existe actividad industrial (industrias transformadoras de metales).

- Las cargas de fósforo y nitrógeno que alcanzan al embalse por el tributario principal son del orden de: 55 tm/año de fósforo y 238 tm/año de nitrógeno, (datos estimados por Synconsult para 1990).

5) ESTADO TRÓFICO

Nivel trófico: Mesotrófico

Hipolimnion: Anóxico

Blooms algales: -

Comentarios:

- El embalse se califica de meso-eutrófico según los estudios consultados (Synconsult, 1989-91; Morgui *et al.* 1990). La carga de fósforo que recibe el embalse sobrepasa el límite peligroso establecido por Vollenweider (1976).
- Las cargas de fósforo y nitrógeno que alcanzan el embalse son del orden de 58 y 284 tm/año (datos de Synconsult para 1990). Estos valores se consideran altos especialmente para el caso del nitrógeno, y provienen de los vertidos de aguas residuales urbanas e industriales (Ochandiano, depuradora de Legutiano etc...) y fundamentalmente de los derivados de la actividad ganadera que se desarrolla en las vertientes del embalse.
- Este embalse se considera afectado por contaminación por nitratos de origen agrario y por tanto son de aplicación las normas de vigilancia del Real Decreto 261/1996 de 16 de Febrero.
- En el muestreo realizado en septiembre de 1996 (año húmedo) el embalse tiene características mesotróficas en base a la concentración de clorofila ($3,4 \text{ mg/m}^3$) y la profundidad del disco de Secchi (4,3 m) (según la clasificación de OCDE, 1980). La concentración de fosfato soluble es baja.
- El hipolimnion puede tener aguas anóxicas en el fondo (cotas 528 y 529) éstas se limitan a los dos últimos metros antes del fondo. Estas aguas anóxicas se observaron en julio-90 y en septiembre-90 y 96 (datos de Synconsult y de este

estudio). En julio de 1990 se detectó SH_2 . El agua anóxica se encuentra en la cota del trasvase de agua para la central de Barazar.

- El embalse presenta una biomasa de fitoplancton moderada, aunque las cianofíceas (y especialmente *Mycrocystis aeruginosa*) pueden ser abundantes al finalizar el verano.

6) PECES

Densidad: Media

Especies:

Salmo trutta (trucha)

Oncorhynchus mykiss (trucha arco-iris)

Barbus graellsii (barbo de Graells)

Barbus haasi (barbo culirrojo)

Cyprinus carpio (carpa común)

Esox lucius (lucio)

Micropterus salmoides (black bass)

Tinca tinca (tenca)

Carassius auratus (carpín)

7) SEDIMENTOS

Nivel de aterramiento: Bajo

Materia orgánica: Baja

Producción de metano: Baja

Riesgo de contaminación: Alto

Comentarios:

- No se conoce el grado de aterramiento del embalse aunque se supone bajo en base al perfil de ecosonda realizado en la zona próxima a la presa. El sedimento es limoso y tiene una cantidad de materia orgánica moderada-baja.
- El riesgo de contaminación se califica es moderadamente alto ya que existen industrias del metal (dos de fundición y siete de transformación) en Ochandiano

(localidad situada en el río Urquiola aguas arriba de su desembocadura en el embalse).

8) TRAMO FLUVIAL BAJO LA PRESA

Anchura del cauce (m):	20
Pendiente (%):	0,3
Caudal de compensación (m³/s):	0,4
Estructura del lecho:	Tabla
Objetivo de calidad:	OC-2
Usos:	Riegos/Abastecimiento/Pesca
Fauna acuática	
Índice biótico (B.M.W.P.):	40-123
Índice biótico (nivel de calidad):	1-3
Calificación del tramo según peces:	Transición
Especies de peces:	<p><i>Salmo trutta</i> (trucha común)</p> <p><i>Onchorhynchus mykiss</i> (trucha arco-iris)</p> <p><i>Barbus graellsii</i> (barbo de Graells)</p> <p><i>Barbus haasi</i> (barbo culirrojo)</p> <p><i>Chondrostoma toxostoma</i> (madrilla)</p>

Ecosistema de ribera:

Bosque de ribera de unos 10 m de anchura en el que están representados fresnos (*Fraxinus* sp.), sauces (*Salix* sp.), chopos (*Populus* sp.), alisos (*Alnus glutinosa*), etc.. Éste muestra un buen estado de conservación. En las orillas hay espadañal (*Typha* sp., *Sparganium* sp.).

Comentarios:

- El río Santa Engracia aguas abajo de la presa tiene un recorrido de unos 10 km, antes de su desembocadura en el río Zadorra, unos 500 m aguas arriba de la localidad de Durana. En el tramo próximo a la presa, la vegetación de ribera presenta un desarrollo muy importante y ocupa todo el cauce, lo cual dificulta el

acceso. Existe un caudal de compensación de 375 L/s que se vierte por los desagües de fondo.

- El tramo fluvial del río Zadorra en Durana recibe tanto las aguas del embalse de Ullívarri como las del Urrúnaga (a través del río Santa Engracia). Ambos embalses tienen definidos caudales ecológicos que son de 375 L/s en Urrúnaga y un caudal variable de 375 L/s en invierno y de 700 L/s en verano en Ullívarri. El río es fundamentalmente una tabla y en el cauce abundan piedras y gravas. Existe crecimiento de perifiton sobre las piedras y presencia de algas filamentosas y macrófitos sumergidos (*Myriophyllum* sp.).
- Existe una captación de agua para el abastecimiento de Durana cuya concesión es de 50L/s.
- La calidad biológica es alta en el tramo según los datos de la CHE (el índice biótico B.M.W.P. presenta valores superiores a 100). Sin embargo en el muestreo efectuado en septiembre de 1996 el índice biótico presentó un valor bajo propio de aguas contaminadas. Esto se atribuye al incremento de la profundidad en el tramo debido al caudal elevado (1.050 L/s.).
- El tramo tiene tramos acotados y la afluencia de pescadores es elevada.

9) RIESGOS AMBIENTALES

MORTANDAD DE PECES

1. Mortandad de peces en el tramo fluvial bajo la presa por turbinado o vertido de aguas anóxicas y tóxicas.

AFECCIONES A LOS PECES

1. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por reducción o eliminación del caudal.

AFECCIONES A OTRA FAUNA

1. Afecciones a las nutrias por disminución de la densidad de peces.

AFECCIONES AL ECOSISTEMA DE RIBERA

Ninguna.

RIESGOS HIDROLÓGICOS

1. Riesgo hidrológico por el avance de la vegetación de ribera en el cauce seco bajo la presa.

AFECCIONES A LOS USOS DEL EMBALSE Y DEL TRAMO FLUVIAL

1. Afección al agua para abastecimiento del embalse o del tramo fluvial por tóxicos y malos sabores ocasionados por fenómenos de reducción en el hipolimnion. En sequía.
2. Afección a la pesca por perturbaciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa (ver afecciones a los peces).

RIESGOS PARA LA NAVEGACIÓN

Ninguno.

COMENTARIOS A LOS RIESGOS AMBIENTALES

- Los riesgos ambientales del embalse de Urrúnaga se relacionan con su estado trófico y con sus características hidrológicas. El embalse puede presentar agua anóxica en las capas profundas del hipolimnion y ésta puede afectar a la calidad biológica del tramo fluvial bajo la presa y provocar alguna mortandad.
- En el embalse, la probabilidad de afección a la calidad del agua de abastecimiento es baja ya que el agua recorre un largo camino por la galería a presión y además es turbinada y se vierte en cascada antes de la planta de tratamiento, lo que posibilita su aireación. El agua cruda que llega a la planta de

tratamiento no presenta ningún problema de calidad que se relacione con los fenómenos de reducción que se dan en aguas anóxicas (información del Consorcio de Aguas del Gran Bilbao).

- El tramo fluvial bajo la presa se encuentra recubierto por la vegetación de ribera, lo cual supone un riesgo hidrológico en el caso de que se tuviera que abrir compuertas de aliviadero y fondo en caso de avenida. Además existe peligro de accidentes por acceso de público en la zona del cauce cubierto de vegetación sin percibirse de que es una zona de probable inundación (el encargado de la presa comentó un incidente durante el cual se percibió de la presencia de unos niños en una cabaña construida por ellos bajo la presa, un poco antes de iniciar un vertido de fondo).
- El riesgo para la navegación se considera reducido ya que no bajan ni se acumulan flotantes. Se desconoce sin embargo la posible presencia de obstáculos anclados en la cubeta (ruinas).

ACTUACIONES (MEDIDAS CORRECTORAS, PROCEDIMIENTOS DE DESEMBALSE; ACTUACIONES EN SEQUÍA).

- Control del estado trófico del embalse mediante planes de gestión de las aguas residuales y agro-ganaderas en los municipios de los ríos Santa Engracia, y Urquiola (Ochandiano) y de Villareal de Álava en la propia cuenca del embalse. En estos municipios hay alguna depuradora, si bien el tratamiento no alcanza a todo el caudal a depurar (y en algunos casos se superan los límites de vertido). Control de los vertidos de aguas residuales en los establecimientos ganaderos. Además el control de la eutrofia de este embalse también depende de las actuaciones que se realicen en la cuenca del embalse de Ullívarri, el cual aporta un volumen importante de agua.
- La identificación de este embalse como afectado por contaminación por nitratos hace que se deban aplicar las resoluciones de la Directiva de la CEE 91/271 (reducción del 50% de fósforo total y del 70-80% de nitrógeno total en las aguas residuales que se viertan al embalse).

- Estudiar la creación de un pre-embalse en la cola este del embalse para retener parte de los nutrientes que aporta el río Urquiola. Este pre-embalse favorecería la presencia de aves acuáticas (ya que actualmente no posee muchas zonas adecuadas para la reproducción de las aves acuáticas) y de especies ligadas al medio acuático (anfibios) aumentando el interés natural del embalse.
- La escasez del caudal ecológico ha motivado el avance de la vegetación de ribera en el cauce natural del río, en el tramo cercano a la presa. Se debería mantener limpia de maleza y leña la zona del cauce, mediante la realización de clareos periódicos. Realizar vertidos de aliviadero en periodos de alta disponibilidad hídrica y aumentar el caudal ecológico dentro de las posibilidades del gestión del embalse.
- Los vertidos de fondo y por la toma hidroeléctrica, en verano, deberían realizarse posteriormente a la determinación de la concentración del oxígeno disuelto en el fondo. Los vertidos deberían asegurar una concentración de oxígeno disuelto en el río superior a 4 mg/L (límite para aguas ciprinícolas). No deberían realizarse vertidos de fondo en caso de que se detecte la presencia de SH_2 .

PROCEDIMIENTOS DE SEGUIMIENTO

- Analizar la concentración de oxígeno disuelto en el agua del hipolimnion durante el periodo estival.
- Si la concentración de oxígeno disuelto en el hipolimnion es inferior a 1 mg/L, entonces analizar también las concentraciones de SH_2 y NH_4 .

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS
DEL EMBALSE Y TRIBUTARIO PRINCIPAL**

EMBALSE: Urrúnaga **Fecha:** 21/7/96
Coordenadas UTM (presa): 30TWN283564

Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :	227	NH ₄ superf. (mg/L) :	0,1
Ca (mg/L) :	33,7	NH ₄ fondo (mg/L) :	4,5
NO ₃ (mg/L) :	2,41	Clorofila (mg/m ³) :	3,4
PO ₄ (mg/L) :	0,005	Disco Secchi (m) :	4,36

Tributario principal:

Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :	NO ₃ (mg/L) :
Ca (mg/L) :	NH ₄ (mg/L) :
	PO ₄ (mg/L) :

ESTUDIO DE ÍNDICES BIÓTICOS EN RÍOS REGULADOS DE LA C.H.E.

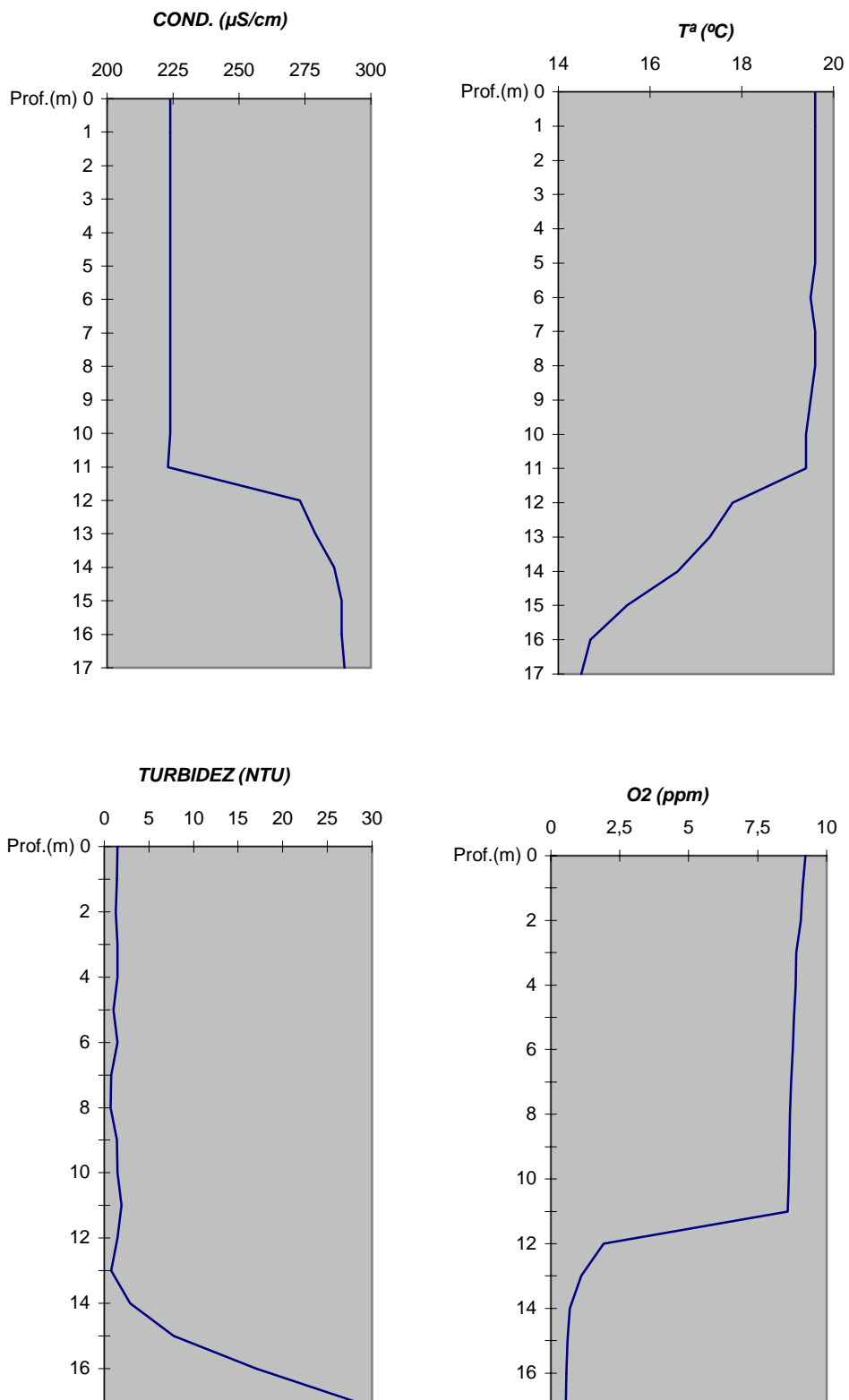
TRAMO FLUVIAL: Zadorra
 EMBALSE AGUAS ARRIBA DEL TRAMO: Ullivarri-Urrúnaga

FECHA: 03/09/96

B.M.W.P.			
ARÁCNIDOS		EFEMERÓPTEROS	
<i>Hidracarina</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Siphonuridae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Heptageniidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
COLEÓPTEROS		<i>Leptophlebiidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
<i>Dryopidae</i>	5 <input type="checkbox"/>	<i>Potamanthidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
<i>Elmidae</i>	5 <input type="checkbox"/>	<i>Ephemeridae</i>	10 <input type="checkbox"/>
<i>Helophoridae</i>	5 <input type="checkbox"/>	<i>Ephemerellidae</i>	7 <input type="checkbox"/>
<i>Hydrochidae</i>	5 <input type="checkbox"/>	<i>Oligoneuriidae</i>	5 <input type="checkbox"/>
<i>Hydraenidae</i>	5 <input type="checkbox"/>	<i>Baetidae</i>	4 <input type="checkbox"/>
<i>Clambidae</i>	5 <input type="checkbox"/>	<i>Caenidae</i>	4 <input type="checkbox"/>
<i>Haliplidae</i>	4 <input type="checkbox"/>		
<i>Curculionidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	HETERÓPTEROS	
<i>Chrysomelidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Mesovellidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Helodidae</i>	3 <input type="checkbox"/>	<i>Hydrometridae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Hydrophilidae</i>	3 <input type="checkbox"/>	<i>Gerridae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Hygrobiidae</i>	3 <input type="checkbox"/>	<i>Nepidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Dytiscidae</i>	3 <input type="checkbox"/>	<i>Naucoridae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Gyrinidae</i>	3 <input type="checkbox"/>	<i>Pleidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
		<i>Notonectidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
CRUSTÁCEOS		<i>Corixidae</i>	3 <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Astacidae</i>	8 <input type="checkbox"/>		
<i>Corophiidae</i>	6 <input type="checkbox"/>	HIRUDÍNEOS	
<i>Gammaridae</i>	6 <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Piscicolidae</i>	4 <input type="checkbox"/>
<i>Asellidae</i>	3 <input type="checkbox"/>	<i>Glossiphoniidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Ostracoda</i>	3 <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Hirudidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
		<i>Erpobdellidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
DÍPTEROS			
<i>Athericidae</i>	10 <input type="checkbox"/>	MEGALÓPTEROS	
<i>Blephariceridae</i>	10 <input type="checkbox"/>	<i>Sialidae</i>	4 <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Tipulidae</i>	5 <input type="checkbox"/>		
<i>Simuliidae</i>	5 <input type="checkbox"/>	MOLUSCOS	
<i>Tabanidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Neritidae</i>	6 <input type="checkbox"/>
<i>Stratiomyidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Viviparidae</i>	6 <input type="checkbox"/>
<i>Empididae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Ancylidae</i>	6 <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Dolichopodidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Unionidae</i>	6 <input type="checkbox"/>
<i>Dixidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Valvatidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Ceratopogonidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Hydrobiidae</i>	3 <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Anthomyiidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Lymnaeidae</i>	3 <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Limoniidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Physidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Psychodidae</i>	4 <input type="checkbox"/>	<i>Planorbidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Chironomidae</i>	2 <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Bithyniidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Culicidae</i>	2 <input type="checkbox"/>	<i>Bythinellidae</i>	3 <input type="checkbox"/>
<i>Muscidae</i>	2 <input type="checkbox"/>	<i>Sphaeridae</i>	3 <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Thaumaleidae</i>	2 <input type="checkbox"/>		
<i>Ephydriidae</i>	2 <input type="checkbox"/>		
		ODONATOS	
		<i>Aphelocheiridae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Lestidae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Calopterygidae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Gomphidae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Cordulegasteridae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Aeshnidae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Corduliidae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Libellulidae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Platycnemididae</i>	6 <input type="checkbox"/>
		<i>Coenagriidae</i>	6 <input type="checkbox"/>
		OLIGOQUETOS	
		Todos	1 <input checked="" type="checkbox"/>
		PLECÓPTEROS	
		<i>Taeniopterygidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Leuctridae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Capniidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Perlodidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Perlidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Chloroperlidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Nemouridae</i>	7 <input type="checkbox"/>
		TRICÓPTEROS	
		<i>Phryganeidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Molannidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Beraeidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Odontoceridae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Leptoceridae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Goeridae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Lepidostomatidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Brachycentridae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Sericostomatidae</i>	10 <input type="checkbox"/>
		<i>Psychomyiidae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Philopotamidae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Glossosomatidae</i>	8 <input type="checkbox"/>
		<i>Rhyacophilidae</i>	7 <input type="checkbox"/>
		<i>Polycentropodidae</i>	7 <input type="checkbox"/>
		<i>Limnephilidae</i>	7 <input type="checkbox"/>
		<i>Hydroptilidae</i>	6 <input checked="" type="checkbox"/>
		<i>Hydropsychidae</i>	5 <input type="checkbox"/>
		TURBELARIOS	
		<i>Planariidae</i>	5 <input type="checkbox"/>
		<i>Dugesidae</i>	5 <input type="checkbox"/>
		<i>Dendrocoelidae</i>	5 <input type="checkbox"/>

PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE BMWP: 40		
CLASE DE CALIDAD	PUNTUACIÓN BMWP	SIGNIFICADO
I'	> 150	Aguas muy limpias
I	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
II	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
III	36-60	Aguas contaminadas
IV	16-35	Aguas muy contaminadas
V	>15	Aguas fuertemente contaminadas

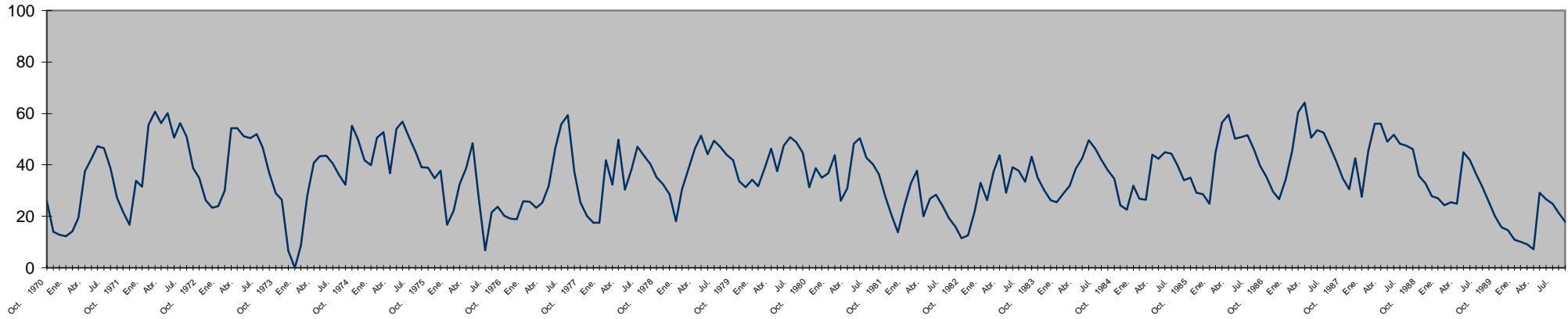
EMBALSE DE URRÚNAGA



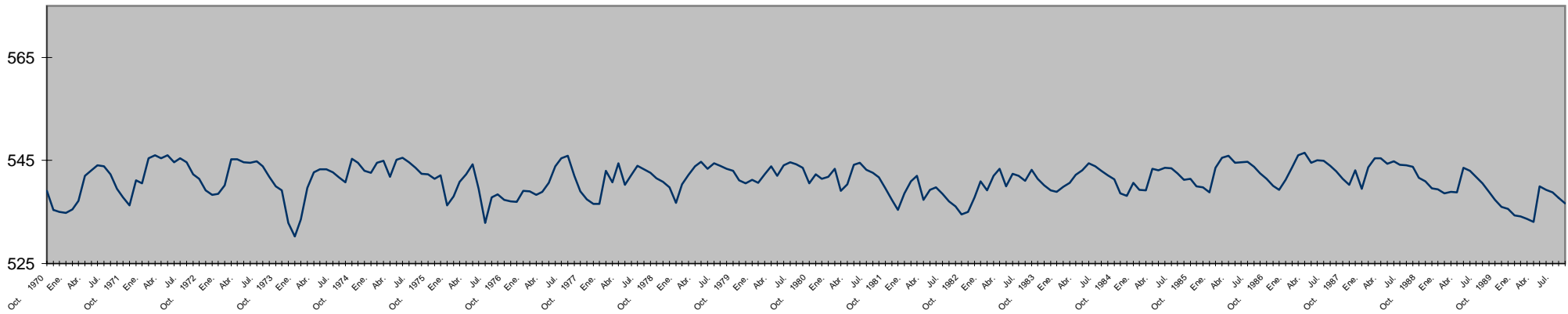
Perfiles de conductividad, temperatura, turbidez y oxígeno disuelto en el agua del embalse, el día 21 de julio de 1996. Cota: 543,14.

EMBALSE DE URRÚNAGA

VOLUMEN EMBALSADO (hm³)



FLUCTUACIÓN DEL EMBALSE (m)



EMBALSE DE URRÚNAGA

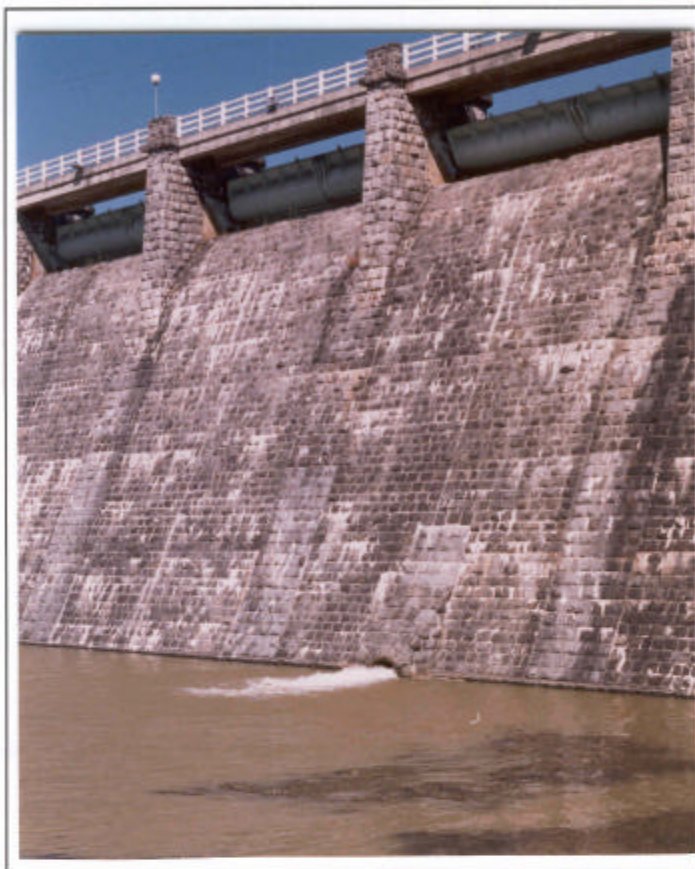


Panorámica del embalse de Urrúnaga.



Sedimento extraído del embalse, en las cercanías de la presa, en septiembre de 1996.

EMBALSE DE URRÚNAGA



Vertido de fondo en el colchón de la presa de Urrúnaga.



Río Zadorra en Durana. Se encuentra a unos 4 km aguas abajo de la presa de Ullivari y a 1 km aguas abajo de la desembocadura del río Santa Engracia, el cual lleva las aguas del embalse de Urrúnaga.



ADICIONAL INFORME EMBALSE DE URRÚNAGA 1996

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Urrúnaga recopilados durante el año 1996, en aplicación del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, a partir de la trasposición de la Directiva Marco del Agua (DMA).

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

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

1. ESTADO TRÓFICO

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

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

a) Concentración de nutrientes. Fósforo total (PT)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabla A3. Niveles de calidad según la transparencia.

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

Catalogación trófica final

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

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

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

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

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

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

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

2. ESTADO DE LA MASA DE AGUA

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

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

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

2.1. POTENCIAL ECOLÓGICO

2.1.1. INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS: FITOPLANCTON

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

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

- Cálculo de Ratio de Calidad Ecológico (RCE)

Cálculo para clorofila a:

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

Cálculo para biovolumen:

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

Cálculo para el Índice de Grupos Algales (IGA):

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

Cálculo para el porcentaje de cianobacterias:

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

1) Concentración de clorofila a

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

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

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

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

2) Biovolumen algal

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

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

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

3) Índice de grupos algales (IGA)

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

El índice *IGA* se expresa:

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

Siendo,

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

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

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

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

4) Porcentaje de cianobacterias

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

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

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

Donde:	BVOL _{CIA}	Biovolumen de cianobacterias totales
	BVOL _{CHR}	Biovolumen de Chroococcales
	BVOL _{MIC}	Biovolumen de <i>Microcystis</i>
	BVOL _{WOR}	Biovolumen de <i>Woronichinia</i>
	BVOL _{TOT}	Biovolumen total de fitoplancton

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

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

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

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

Tipos 1, 2 y 3

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

Tipos 7, 8, 9, 10 y 11

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

Tipos 6 y 12

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

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

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

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

Tipo 13

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.2. INDICADORES DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS

Todavía la normativa no ha desarrollado qué indicadores 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		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 a ($\mu\text{g/L}$)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cél./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

En la tabla A20 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 cada campaña de muestreo.

Tabla A20. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Urrúnaga.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CLOROFILA a	3,40	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,36	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,50	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de clorofila a ha clasificado el embalse como mesotrófico y la transparencia como oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Urrúnaga ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

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

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

Tabla A22. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador 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 A23 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.

Tabla A23. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Urrúnaga.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	3,40	0,76	0,83	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUP	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,36	Bueno			
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2	BUENO			
POTENCIAL ECOLÓGICO			BUENO O SUPERIOR				
ESTADO FINAL			BUENO				

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Urrúnaga para el año 1996 es de nivel 2, **BUENO**.