



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

EMBALSE DE MEDIANO

LIMNOS

1996

EMBALSE DE MEDIANO**1) CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Nombre:	Mediano
Pki - Pkf:	11.850-12.850
Código cauces:	
Cuenca:	Cinca-Segre
CH:	Ebro
Provincia:	Huesca
Propietario:	Estado
Año de terminación:	1959-1974

2) USOS Y TIPO DE PRESA

Usos:	Riego/Hidroeléctrico/Regulación
Actividades:	Navegación/Navegación a motor/Baños/ /Pesca (Régimen especial aguas salmonícolas)
Interés Natural:	Otras especies

Comentarios:

- La presa del embalse de Mediano se terminó en 1959 aunque posteriormente (en 1974) fue recrecida. Recoge las aguas de los ríos Cinca y Ara que desembocan en la cola del embalse, en el municipio de Ainsa.
- Los usos principales del embalse son riego y producción hidroeléctrica. El agua para riego se deriva fundamentalmente por el canal del Cinca que surge del embalse de El Grado situado aguas abajo. La producción hidroeléctrica se realiza en una central a pie de presa gestionada por E.N.H.E.R. cuya potencia es de 66.400 kW.
- En el embalse se practican diferentes actividades náuticas, especialmente piragüismo, siendo escasas las embarcaciones a motor.

- En relación con la pesca, el embalse está calificado de régimen especial de aguas salmonícolas (Orden de 17 de enero de 1996 de la DGA) y hay una afluencia moderada de pescadores.
- El embalse presenta un interés moderado por aves acuáticas especialmente en la época de migración de grullas y cormoranes. La zona también es de paso para la nutria. Aunque el embalse no está ubicado en una zona natural protegida, gran parte de la cuenca de los tributarios (Cinca y Ara) se encuentra en el Parque Nacional de Ordesa.

Tipo de presa:	Gravedad	
Cota tomas (m s.n.m.):	Aliviadero:	517
	Toma hidroeléctrica:	483
	Desagüe de medio fondo:	463,5
	Desagüe de fondo:	453,85
Torre de tomas:	No existe	
Escala de peces:	No existe	

Comentarios:

- La toma hidroeléctrica está situada fuera del cuerpo de la presa próxima al estribo izquierdo (la cota de la toma es la 483 y la cota mínima para turbinar la 494) y conecta, mediante túnel excavado en la roca, con la central eléctrica situada a pie de presa. El caudal de turbinación máximo es de 120 m³/s (para los dos grupos de turbinación). El agua para riego procede de la toma hidroeléctrica y del desagüe de medio fondo; también se vierte por aliviadero y por los desagües de fondo.
- Los desagües de fondo están en buen uso; se maniobran cada mes y suelen verter agua en noviembre, marzo, junio y septiembre. Cuando se vierte por aliviadero, se suele desaguar también de fondo.
- El agua vertida por las diferentes tomas y desagües se acumula inicialmente en un cuenco natural existente a pie de presa y circula por el río hasta la cola del embalse de El Grado. Si este embalse se encuentra en su nivel máximo normal la

cola alcanza prácticamente el cuenco de recepción de las aguas. Con volúmenes embalsados más bajos el tramo fluvial puede tener unos 4 km.

3) MORFOMETRÍA-HIDROLOGÍA

Volumen (hm³):	438
Superficie (ha):	1.714
Cota (m s.n.m.):	528
Profundidad máxima (m):	72,5
Profundidad media (m):	25,5
Profundidad termoclina (m):	7-15
Desarrollo de volumen:	1,0
Volumen epilimnion (hm³):	32-105
Volumen hipolimnion (hm³):	42-288
Relación E/H:	0,3-0,7
Fluctuación de nivel:	Mucha
Tiempo de residencia (meses):	2-5

Comentarios:

- La termoclina se encuentra entre 5 - 7 y 15 m. La toma hidroeléctrica y de riego (medio fondo) se encuentran en el hipolimnion, con volúmenes embalsados altos y medios, mientras que con volúmenes muy bajos (74 hm³) la toma de turbinas se encuentra en la termoclina (esta situación es muy poco frecuente).
- Los volúmenes de epilimnion e hipolimnion se han calculado para las reservas más baja (74,4 hm³), media (304 hm³) y máxima (394 hm³) registradas en agosto, en el periodo de 1971 a 1990. La relación E/H es menor que 1 en todos los casos considerados, lo cual reduce la probabilidad de aparición de anoxia.
- El embalse presenta un desarrollo de volumen característico de un perfil fluvial típico en V (DV de 1). La oscilación del embalse puede ser bastante importante (más de 10 m), y en este caso existe riesgo de erosión de las laderas y de enturbiamiento del agua cuando el embalse está bajo y se producen episodios de lluvia.

- El tiempo de residencia del agua es, en general, entre 2 y 5 meses lo cual aumenta el riesgo de eutrofización.

4) HIDROQUÍMICA

Embalse

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$):	193-551
Calcio (mg/L):	42-79
Fosfato (mg/L):	0-0,03
Nitrato (mg/L):	0,02-3,93
Amonio (mg/L):	0-0,08

Comentarios:

- El agua del embalse de Mediano es moderadamente mineralizada y tiene un contenido elevado de calcio (aguas bicarbonatado cálcicas), lo cual limita la eutrofia. La concentración de nutrimento es moderada-baja (excepto la concentración de nitrato que puede ser alta).

Tributario principal

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$):	180-689
Calcio (mg/L):	46,6
Fosfato (mg/L):	0-0,02
Nitrato (mg/L):	0,03-3,1
Amonio (mg/L):	0,01-0,46

Comentarios:

- El agua del tributario principal (río Cinca) tiene características físico-químicas similares a las del agua del embalse aunque con un mayor contenido de amonio. El tributario secundario (río Ara) tiene las siguientes características: Conductividad: 220-600 $\mu\text{S}/\text{cm}$; calcio: 53 mg/L ; fosfato: 0-0,07 mg/L ; nitrato: 0,02-1,69 mg/L ; amonio: 0,01-0,08 mg/L .

- La carga de nutrientes aportados al embalse por los tributarios es bastante elevada, especialmente la del río Ara. La carga de nutrientes que aporta el río Cinca se estimó en 8 tm/año de fósforo y 570 tm/año de nitrógeno, mientras que las aportaciones del río Cinca alcanzan las 21 tm/año de fósforo y 660 tm/año de nitrógeno (datos de Synconsult 1990-91). Estas cargas proceden principalmente de los vertidos de aguas residuales urbanas de Ainsa, municipio situado aguas arriba de la cola del embalse.

5) ESTADO TRÓFICO

Nivel trófico:	Mesotrófico
Hipolimnion:	Con oxígeno
Blooms algales:	No

Comentarios:

- El agua presenta un nivel trófico entre la oligotrofia y la mesotrofia según el estudio de Synconsult (1990-91). En el muestreo realizado en agosto de 1996 (año húmedo) el embalse es oligotrófico según la concentración de clorofila ($2,1 \text{ mg/m}^3$) y mesotrófico según la transparencia del agua (disco de Secchi de 3,3 m) y la concentración de fosfato ($0,026 \text{ mg/m}^3$).
- El hipolimnion se presenta oxigenado durante toda la época de estratificación, según los datos consultados.
- La carga de fósforo y nitrógeno (procedente de los tributarios y de la escorrentía) que alcanzan al embalse, según los datos de Synconsult para 1990 son del orden de 40 tm/año de fósforo y 1.413 tm/año de nitrógeno. Estas cargas se consideran elevadas en el contexto de los embalses de la cuenca del Ebro. La aplicación del método de Vollenweider para las cargas citadas indica que para el fósforo se sobrepasa la carga peligrosa (que conduciría a la eutrofia del embalse). Sin embargo la alta concentración de calcio del agua y el gran volumen del hipolimnion, limitan la manifestación de la eutrofia.

6) PECES

Densidad:	Media
Especies:	<i>Barbus graellsii</i> (barbo de Graells) <i>Chondrostoma toxostoma</i> (madrilla) <i>Micropterus salmoides</i> (perca americana) <i>Salmo trutta</i> (trucha común) <i>Stizostedion lucioperca</i> (lucio-perca) <i>Leuciscus cephalus</i> (bagre)

7) SEDIMENTOS

Nivel de aterramiento:	Bajo
Materia orgánica:	Alta
Producción de metano:	Baja
Riesgo de contaminación:	Bajo

Comentarios:

- No se conoce el grado de aterramiento del embalse, aunque se supone moderado-bajo en base a información del encargado de la presa y del perfil batimétrico realizado en agosto de 1996 (grosor puntual en la zona de muestreo de unos 15 m de lodos). El sedimento es limoso-arenoso y presenta materia orgánica.

8) TRAMO FLUVIAL BAJO LA PRESA

Anchura del cauce (m):	-
Pendiente (%):	-
Caudal de compensación (m³/s):	No
Estructura del lecho:	Tabla/Balsas
Objetivo de calidad:	OC-1
Usos:	Riegos

Fauna acuática

Índice biótico (B.M.W.P.): -

Índice biótico (nivel de calidad): -

Calificación del tramo según peces: Transición

Especies de peces:

Chondrostoma toxostoma (madrilla)

Barbus graellsii (barbo de Graells)

Salmo trutta (trucha común)

Stizostedion lucioperca (lucioperca)

Micropterus salmoides (black-bass)

Leuciscus cephalus (cacho)

Ecosistema de ribera:

El bosque de ribera es prácticamente inexistente en el tramo fluvial bajo la presa, debido a las laderas rocosas y a las pendientes existentes.

Comentarios:

- En condiciones de disponibilidad hídrica alta y media no existe prácticamente tramo fluvial entre la presa de Mediano y la cola del embalse de El Grado. Sólo en el caso de que el volumen embalsado en El Grado sea bajo, existe un tramo fluvial que puede llegar a tener unos 4 km. El caudal que circula por el tramo depende de los turbinados de la central eléctrica y de las demandas de riego en el Grado. No existe caudal de compensación definido.
- El tramo tiene escaso interés para actividades recreativas y para la pesca debido a su inaccesibilidad (laderas rocosas), tampoco se considera bueno para la reproducción de las truchas por la escasez de gravas. El cuenco de recepción existente en la base de la presa suele presentar poblaciones abundantes de peces (especialmente barbos).
- La presencia de la nutria en el tramo debe ser ocasional y poco frecuente, debido a las dificultades de paso a través de los escarpados relieves existentes.

9) RIESGOS AMBIENTALES

MORTANDAD DE PECES

1. Mortandad de peces en el tramo fluvial bajo la presa por el régimen hidroeléctrico (variaciones bruscas y de rango elevado del caudal de agua).

AFECCIONES A LOS PECES

1. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por fluctuaciones bruscas del caudal.
2. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por reducción o eliminación del caudal. En sequía.
3. Afecciones a los peces del embalse por pérdida de hábitat (reducción del alimento) debido a oscilaciones del nivel del agua. En sequía.
4. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por alteraciones del régimen térmico de las aguas.
5. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por reducción de los frezaderos por la retención de gravas y arenas en el embalse.
6. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por efecto barrera a los desplazamientos aguas arriba y abajo (migraciones de salmónidos).

AFECCIONES A OTRA FAUNA

1. Afecciones a la fauna bentónica del tramo fluvial bajo la presa por fluctuaciones del nivel del agua.
2. Afecciones a la población de nutria del tramo fluvial bajo la presa por fluctuaciones del caudal.
3. Afecciones a la población de nutrias de la zona por el efecto barrera de la presa.

AFECCIONES AL ECOSISTEMA DE RIBERA

Ninguna

RIESGOS HIDROLÓGICOS

Ninguno

AFECCIONES A LOS USOS DEL AGUA EN EL EMBALSE Y EN EL TRAMO FLUVIAL

1. Afección a la pesca por perturbaciones a los peces del embalse (ver afecciones a los peces).
2. Afección a la pesca por perturbaciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa (ver afecciones a los peces).

COMENTARIOS A LOS RIESGOS AMBIENTALES

- Los riesgos ambientales del embalse sobre el tramo fluvial son poco importantes dada la escasa longitud (hasta la cola del embalse de El Grado) e inaccesibilidad del mismo. Los impactos más importantes se derivan, sin embargo de la fluctuación diaria del caudal según el régimen de turbinados del tramo y de la ausencia de caudal de compensación. Esto crea importantes desequilibrios a la población de peces, y puede ser causa de alguna mortandad (especialmente de los ejemplares que queden aislados en el cuenco de recepción durante un periodo de sequía). Además la abundancia de los salmónidos está limitada por el efecto barrera de la presa y la limitada presencia de gravas en el cauce.
- Los riesgos para la nutria se consideran poco probables, dado que este mamífero es escaso en este tramo del río.
- En el embalse la fluctuación del nivel del agua afecta a los peces por reducción de hábitats y de alimento.

- No se ha indicado ningún riesgo relacionado con la eutrofia del embalse ya que según los datos existentes el embalse se encuentra actualmente entre la oligotrofia y la mesotrofia.
- No se ha indicado ningún riesgo para la navegación ya que, aunque existen ruinas en el vaso del embalse y especialmente el campanario de la iglesia, éste se encuentra siempre sobre el nivel del agua y, por lo tanto, visible.

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

- Mantener un caudal de compensación de 100 L/s cuando la cota del embalse de El Grado permita la existencia de un tramo de aguas corrientes, para favorecer a las comunidades biológicas (zoobentos, peces, nutria).
- Controlar el incremento de la eutrofia del agua ya que aunque el embalse es oligotrófico-mesotrófico, las cargas de nutrimento que recibe son elevadas, (la carga de fósforo supera la considerada como peligrosa por Vollenweider). Depurar las aguas residuales urbanas de Ainsa que se vierten en la cola por los ríos Ara y Cinca.
- Mantener la norma de gestión del embalse consistente en coordinar los vertidos de fondo con los de aliviadero, para limitar la posible turbidez del agua.

PROCEDIMIENTOS DE SEGUIMIENTO

Ninguno.

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

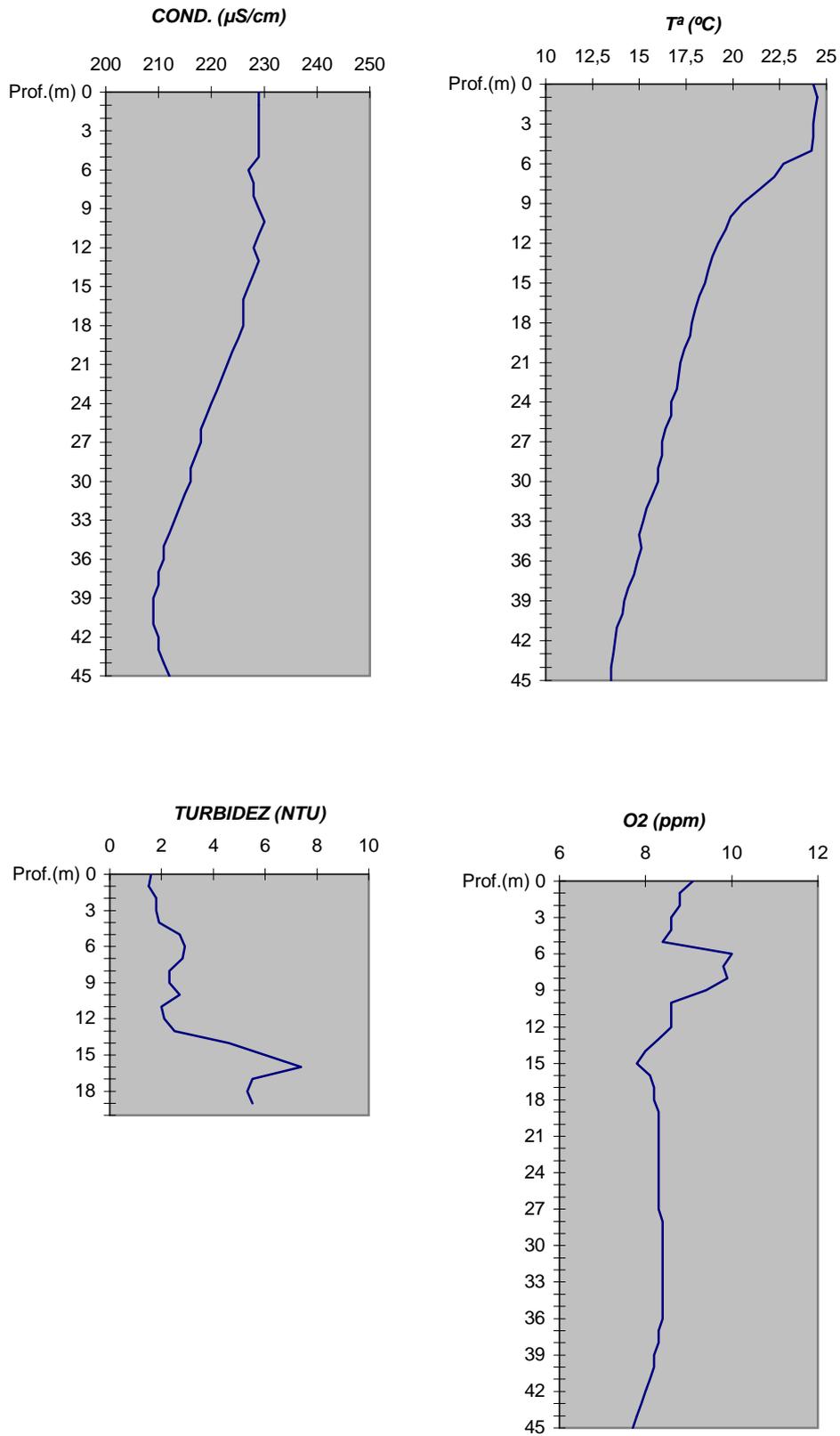
EMBALSE: **Mediano** **Fecha:** 1/8/96
Coordenadas UTM (presa): 31TBG702884

Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :	229	NH ₄ superf. (mg/L) :	-
Ca (mg/L) :	-	NH ₄ fondo (mg/L) :	-
NO ₃ (mg/L) :	-	Clorofila (mg/m ³) :	2,1
PO ₄ (mg/L) :	-	Disco Secchi (m) :	3,30

Tributario principal:

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

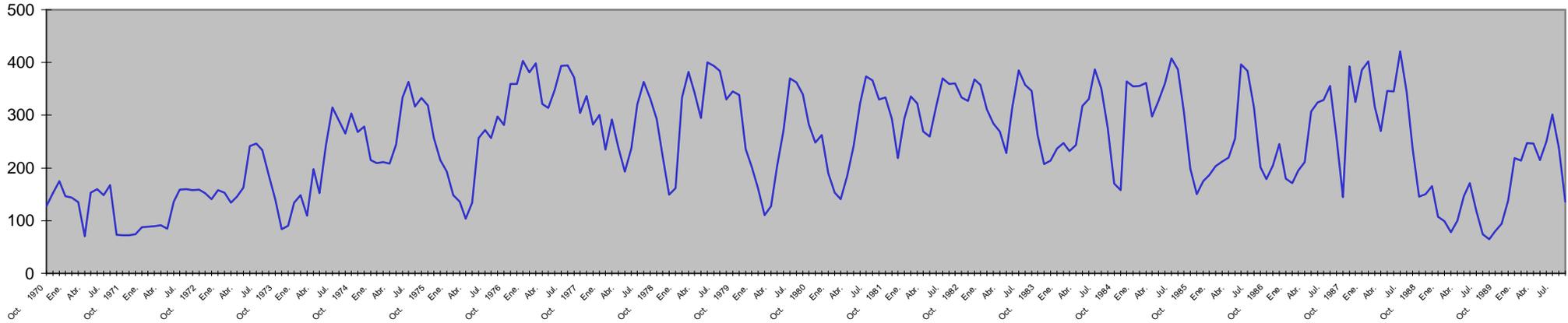
EMBALSE MEDIANO



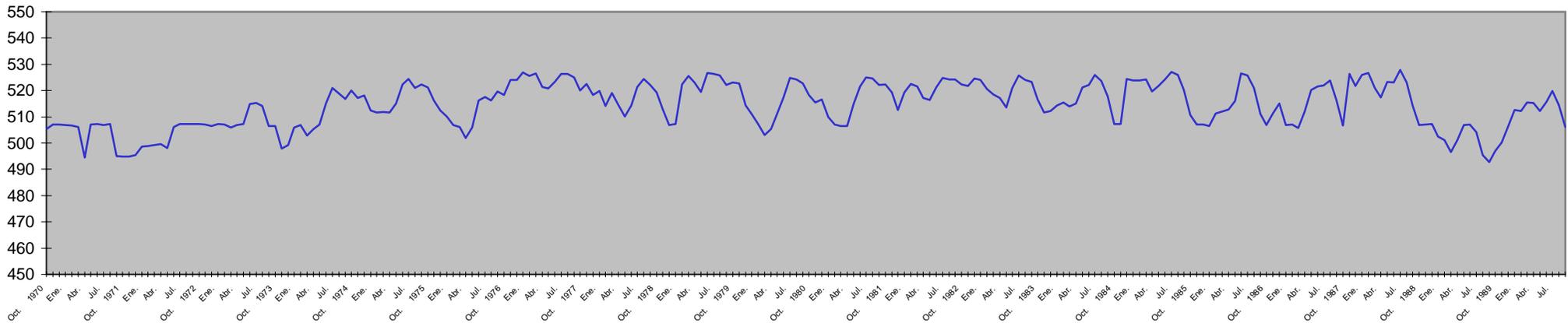
Perfiles de conductividad, temperatura, turbidez y oxígeno disuelto en el agua del embalse, el día 1 de agosto de 1996. Cota: 519,25.

EMBALSE DE MEDIANO

VOLUMEN EMBALSADO (hm³)

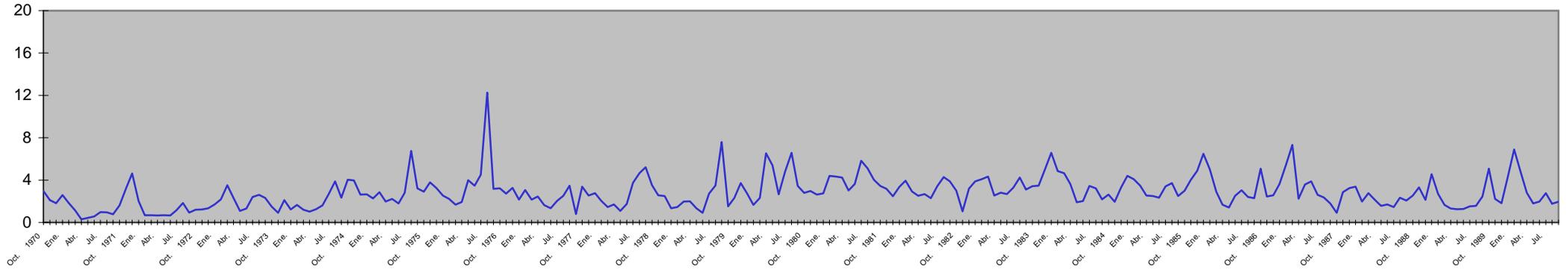


FLUCTUACIÓN DEL EMBALSE (m)



EMBALSE DE MEDIANO

TIEMPO DE RESIDENCIA (meses)



EMBALSE DE MEDIANO



Presa de Mediano, el día 1 de agosto de 1996.



Campanario de la iglesia que está sumergida en el embalse Mediano.

EMBALSE DE MEDIANO



Río Cinca aguas abajo de la presa de Mediano.

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE MEDIANO 1996

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Mediano 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 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 MEDIANO

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 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 Mediano.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CLOROFILA <i>a</i>	2,10	Oligotrófico
DISCO SECCHI	3,30	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,00	OLIGOTRÓFICO

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

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE MEDIANO

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 Mediano.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	2,10	1,24	1,17	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,30	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 Mediano para el año 1996 es de nivel 2, **BUENO**.