



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

EMBALSE DE ALLOZ

LIMNOS

1996

EMBALSE DE ALLOZ**1) CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Nombre:	Alloz
Pki - Pkf:	1.200-1.600
Código cauces:	
Cuenca:	Arga-Aragón
CH:	Ebro
Provincia:	Navarra
Propietario:	Estado
Año de terminación:	1930

2) USOS Y TIPO DE PRESA

Usos:	Riegos/ Hidroeléctrico/Regulación
Actividades:	Navegación/Navegación a motor/Baños/Club náutico
Interés Natural:	Aves acuáticas

Comentarios:

- Se señala la actividad de club náutico por la presencia de un embarcadero flotante en la ensenada de Lerate (datos de Synconsult, 1990-91) y por los comentarios del encargado de la presa sobre la frecuente presencia de embarcaciones a motor durante el verano. No se ha considerado zona de interés para la pesca.
- El embalse y particularmente el contraembalse se consideran zonas de interés natural por la presencia de aves acuáticas. Éstas aparecen en época de migración y algunas especies nidifican en el contraembalse. El embalse está catalogado en la lista de zonas húmedas de interés regional según la SEO.

Tipo de presa:	Bóveda doble curvatura	
Cota tomas (m s.n.m.):	Aliviadero:	465,69
	Riegos:	453,69
	Central hidroeléctrica:	415,19
	Desagüe de fondo:	413,69
Torre de tomas:	No existe	
Escala de peces:	No existe	

Comentarios:

- El embalse de Alloz recibe las aguas de los ríos Ubagua y Salado, siendo el primero el que aporta la mayor parte del caudal. El embalse tiene dos aprovechamientos principales: riego y producción de energía eléctrica. El aprovechamiento hidroeléctrico lo realiza F.E.N.S.A. (Fuerzas Eléctricas de Navarra- Iberdrola). Existen dos centrales de producción de energía, la de Alloz situada a pie de presa (16 m³/s) y la de Mañeru (10 m³/s) localizada a 15 km de la presa. El agua para la producción hidroeléctrica se toma de la cota 415,19 y se turbinan en la central de pie de presa, después de lo cual se vierte a un contraembalse y a partir de éste se canaliza hasta la central de Mañeru. El río aguas abajo del contraembalse queda seco (unos 12 km), excepto cuando la central de Alloz turbinan más agua que el caudal máximo de turbinación de Mañeru. El agua para riego se toma de la cota 453,69 que tiene una capacidad máxima de 28 m³/s. El desagüe de fondo no funciona y se encuentra en reparación.
- La toma hidroeléctrica (cota 415,19) se encuentra muy baja, por lo que durante la estratificación térmica se abastece de agua del hipolimnion. Esto supone un riesgo de afección a los peces del contraembalse en caso de producirse anoxia en el hipolimnion.

3) MORFOMETRÍA-HIDROLOGÍA

Volumen (hm³):	65,3
Superficie (ha):	347
Cota (m s.n.m.):	468,69
Profundidad máxima (m):	60

Profundidad media (m):	18,8
Profundidad termoclina (m):	5 - 10
Desarrollo de volumen:	1,2
Volumen epilimnion (hm³):	10 - 23
Volumen hipolimnion (hm³):	17 - 42
Relación E/H:	0,7 - 0,8
Fluctuación de nivel:	Mucha
Tiempo de residencia (meses):	>5

Comentarios:

- La termoclina se encuentra entre 5 y 10 m en pleno verano (datos de junio y julio de 1990 y 1991). El perfil realizado al inicio de septiembre de 1996 muestra la situación de final de verano con la termoclina entre 18 y 22 m. En todos los casos la toma hidroeléctrica se abastece de agua del hipolimnion por lo que existe el riesgo de turbinar aguas anóxicas, en caso de que éstas se produzcan.
- Los volúmenes de epilimnion y hipolimnion se han calculado para la reserva más baja observada en agosto (28,19 hm³ en 1989) y para la reserva máxima del embalse (65,3 hm³). La relación E/H es menor que 1 en los dos casos considerados, lo cual es favorable al reducir la probabilidad de aparición de anoxia.
- La oscilación del embalse puede llegar a ser de unos 10 m. Esto unido al perfil del embalse abierto ($D_v > 1$) favorece la erosión de las laderas, e incrementa el aterramiento del embalse.
- El tiempo de residencia es elevado, lo cual favorece la eutrofia.

4) HIDROQUÍMICA

Embalse

Conductividad (µS/cm):	750-5.000
Calcio (mg/L):	30-84
Fosfato (mg/L):	0-0,04

Nitrato (mg/L):	0,01-8
Amonio (mg/L):	0,01-0,6

Comentarios:

- La elevada conductividad del agua del embalse es debida a las aportaciones del río Salado que presenta abundantes yesos en su cuenca. En general la conductividad aumenta con la profundidad hasta valores de 5.000 $\mu\text{S/cm}$, mientras que en la superficie la conductividad no supera los 2.500 $\mu\text{S/cm}$ (según los datos consultados). Durante la toma de muestras realizada en agosto de 1996 el río Salado se encontró seco y la conductividad en el embalse no superó los 1.500 $\mu\text{S/cm}$.
- El agua del embalse presenta un contenido en nutrientes moderado - bajo, aunque las aportaciones por los tributarios pueden ser ocasionalmente altas. El 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.
- La elevada concentración de calcio del agua rebaja la disponibilidad del fósforo, lo cual es un factor limitante de la eutrofia.

Tributario principal

Conductividad ($\mu\text{S/cm}$):	200-700
Calcio (mg/L):	90
Fosfato (mg/L):	0,01-0,4
Nitrato (mg/L):	0,03-4,0
Amonio (mg/L):	0,01-0,18

Comentarios:

- El tributario principal es el río Ubagua. El río Salado aporta un caudal menor aunque el agua es muy mineralizada y presenta las siguientes características: Conductividad: 1.500 - 140.000 $\mu\text{S/cm}$; calcio: 615 mg/L; fosfato: 0-0,09 mg/L; nitrato: 0,09-5 mg/L; Amonio: 0,02-0,5 mg/L.

- Las aportaciones de nutrimentos por los tributarios se califican de moderadas dentro del contexto de la cuenca del Ebro. La cargas de fósforo y nitrógeno se estiman en: entre 0,7 y 1,5 tm/año en el río Ubagua, y entre 2,6 y 5 tm/año para el río Salado para el fósforo; y entre 14 y 76 tm/año en el río Ubagua y entre 112 y 190 tm/año en el río Salado para el nitrógeno.
- La concentración de fósforo total (que es el elemento limitante de la producción primaria) puede presentar valores superiores a 0,1 mg/L en el río Ubagua y Salado según los datos existentes (1990-91). En el muestreo de septiembre de 1996 se registra una concentración de fósforo total de 0,13 mg/L (0,4 mg/L fosfatos).

5) ESTADO TRÓFICO

Nivel trófico:	Eutrófico
Hipolimnion:	Con oxígeno
Blooms algales:	Cianofíceas/Otros grupos

Comentarios:

- Synconsult (muestreo de 1990-91) califica a este embalse como eutrófico, aunque de acuerdo con varios índices utilizados podría calificarse como mesotrófico e incluso como oligotrófico (en el estudio de Morgui *et al.*, 1990, se le califica de oligo-mesotrófico). La carga total de fósforo y nitrógeno que alcanza el embalse (tributarios + esorrentía) es de 4 - 7 tm/año de fósforo y de 141 - 282 tm/año de nitrógeno (según datos de Synconsult, 1990-91). La aplicación del modelo de Vollenweider que relaciona la carga de fósforo ($\text{g/m}^2/\text{año}$) con las características morfométricas del embalse (Profundidad media/tiempo de residencia) indica una situación potencial de eutrofia. Sin embargo hay que tener en cuenta que la elevada concentración de calcio del agua es un factor amortiguador de la eutrofia de este embalse.
- En el muestreo de 1996, que corresponde a un año húmedo, el embalse es oligotrófico de acuerdo con las bajas concentraciones de clorofila ($1,4 \text{ mg/m}^3$) y de fosfato soluble ($0,002 \text{ mg/L de PO}_4^{-3}$) registradas.

- El hipolimnion muestra un descenso de la concentración de oxígeno según los datos de 1990-91, aunque no se llega a quedar del todo anóxico. En septiembre de 1996 la concentración mínima de oxígeno es de 4,6 mg/L a 31 m de profundidad.
- En ocasiones aparecen acúmulos de *Oscillatoria rubescens* que es una cianofícea que da coloración rojiza al agua. Este alga no presenta problemas de toxicidad aunque su presencia puede causar alarma a la población. También se han citado coloraciones pardas en la zona de la cola causadas por la proliferación del alga *Ceratium hirundinella*.

6) PECES

Densidad:	Media
Especies:	<i>Barbus</i> spp. (barbo) <i>Chondrostoma toxostoma</i> (madrilla) <i>Rutilus arcasii</i> (bermejuela) <i>Cyprinus carpio</i> (carpa) <i>Oncorhynchus mykiss</i> (trucha arco-iris)

7) SEDIMENTOS

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

Comentarios:

- En la visita se observaron síntomas de erosión en las orillas y en la cuenca, y plumas de agua turbia. Los lodos son limosos y muy móviles y se encuentran en abundancia. Esto representa un riesgo general de enturbiamiento del agua en el embalse, así como en el tramo fluvial en caso de vertido de fondo.

8) TRAMO FLUVIAL BAJO LA PRESA

Anchura del cauce (m):	3
Pendiente (%):	0,5
Caudal de compensación (m³/s):	No
Estructura del lecho:	Tablas
Objetivo de calidad:	OC-2
Usos:	-
Fauna acuática	
Índice biótico (B.M.W.P.):	-
Índice biótico (nivel de calidad):	-
Calificación del tramo según peces:	Ciprinícola
Especies de peces:	<i>Barbus</i> spp. (barbo) <i>Chondrostoma toxostoma</i> (madrilla)
Ecosistema de ribera:	

Manchas de carrizal a lo largo del cauce. El carrizo es más denso en el contraembalse situado aguas abajo de la presa.

Comentarios:

- Aguas abajo del embalse se encuentra un contraembalse de nivel constante y profusamente colonizado por carrizo y por aves acuáticas, lo que le confiere un notable interés ecológico.
- El río Salado, a partir del contraembalse y hasta su desembocadura en el río Arga, presenta un caudal muy escaso que limita su valor ecológico y sus usos (pesca, baño, actividades recreativas).
- No se dispone de datos de la calidad biológica (índice B.M.W.P.) del tramo fluvial aguas abajo de la presa ya que en el muestreo realizado el río se encontró prácticamente seco. Sin embargo el tramo del río Arga en el que desemboca el río Salado presenta una calidad biológica baja (B.M.W.P. entre 26 y 55; clases de calidad III-aguas contaminadas- y IV -muy contaminadas-).

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.
2. Mortandad del peces en el tramo fluvial bajo la presa por vertido de lodos.

AFECCIONES A LOS PECES

1. Afecciones a los peces del embalse por pérdida de hábitat (reducción de alimento) debido a las oscilaciones del nivel del agua.
2. Afecciones a los peces del embalse por pérdida de áreas de reproducción.
3. Afecciones a los peces del tramo fluvial aguas arriba del embalse por efecto barrera a los desplazamientos aguas arriba y abajo (efecto barrera).
4. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por distorsiones en el régimen hidrológico.
5. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por alteraciones del régimen térmico de las aguas.

AFECCIONES A OTRA FAUNA

1. Afecciones a las aves acuáticas en hábitats situados aguas abajo del embalse.

AFECCIONES AL ECOSISTEMA DE RIBERA

Ninguna

RIESGOS HIDROLÓGICOS

Ninguno

AFECCIONES A LOS USOS DEL EMBALSE Y DEL TRAMO FLUVIAL

Ninguna

RIESGOS PARA LA NAVEGACIÓN

Ninguno

COMENTARIOS A LOS RIESGOS AMBIENTALES

- Los riesgos más importantes son los que se relacionan con el vertido de lodos y de aguas desoxigenadas en el contraembalse. En el embalse la presencia de aguas anóxicas en el hipolimnion no supone una afección grave a los peces, los cuales se encuentran más afectados por las oscilaciones del nivel del agua (pérdida de hábitat). El escaso valor ecológico del tramo fluvial aguas abajo del contraembalse disminuye la importancia de las afecciones en el mismo.
- Los lodos vertidos por el desagüe de fondo se acumularían entre el carrizo en el contraembalse, lo que provocaría la pérdida de hábitats para peces y aves acuáticas y la afección a estos organismos por enturbiamiento del agua.
- La desoxigenación del hipolimnion es posible (Synconsult, 1990-91) aunque no se considera un riesgo muy probable. Según los datos consultados el embalse tiene vocación eutrófica, si bien ésta está compensada por los mecanismos de retención de fósforo por el calcio, y por tener un volumen de hipolimnion relativamente grande, capaz de oxidar la materia orgánica que le llega. Ahora bien, dado que la toma de turbinas se encuentra muy por debajo de la termoclina, en caso de producirse la anoxia, el agua desoxigenada y con tóxicos (SH_2 , NH_4) afectaría al contraembalse pudiéndose producir mortandad de peces.
- Las aguas hipolimnéticas anóxicas suelen tener una concentración alta de NH_4 , el cual al ponerse en contacto con el agua con pH alto del contraembalse pasaría en parte a NH_3 , que es muy tóxico para los peces. La concentración de NH_3 en el contraembalse no debería superar 0,025 mg/L (límite obligado para aguas ciprinícolas según la Directiva 87/659/CEE).

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

- Vertido de lodos: Coordinar los vertidos de fondo con lodos, con vertidos de aliviadero o con los turbinados de la central de Alloz. Con esto se conseguirá limitar la deposición de los lodos en el contraembalse y evitar la destrucción o alteración de los hábitats para aves acuáticas y peces en el carrizal.
- Control de la eutrofia: La tendencia eutrófica del embalse viene motivada principalmente por los aportes de nutrientes de origen agrícola cuyo control es muy difícil. La instalación de un pre-embalse de nivel menos fluctuante en la cola principal permitirá la instalación de un carrizal que actuará reteniendo una parte de los nutrientes del agua de los tributarios. Además se potenciarán los hábitats para aves acuáticas y peces.
- Actuaciones en sequía: Controlar la concentración de oxígeno disuelto, SH_2 y NH_4 en el agua del hipolimnion. Dejar de turbinar en las siguientes condiciones:
 - ⇒ si aparece SH_2
 - ⇒ si no se asegura una concentración de oxígeno superior a 1 mg/L en el agua que se vierte al contraembalse.
 - ⇒ si la concentración de NH_4 es mayor de 8 mg/L.

PROCEDIMIENTOS DE SEGUIMIENTO

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

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

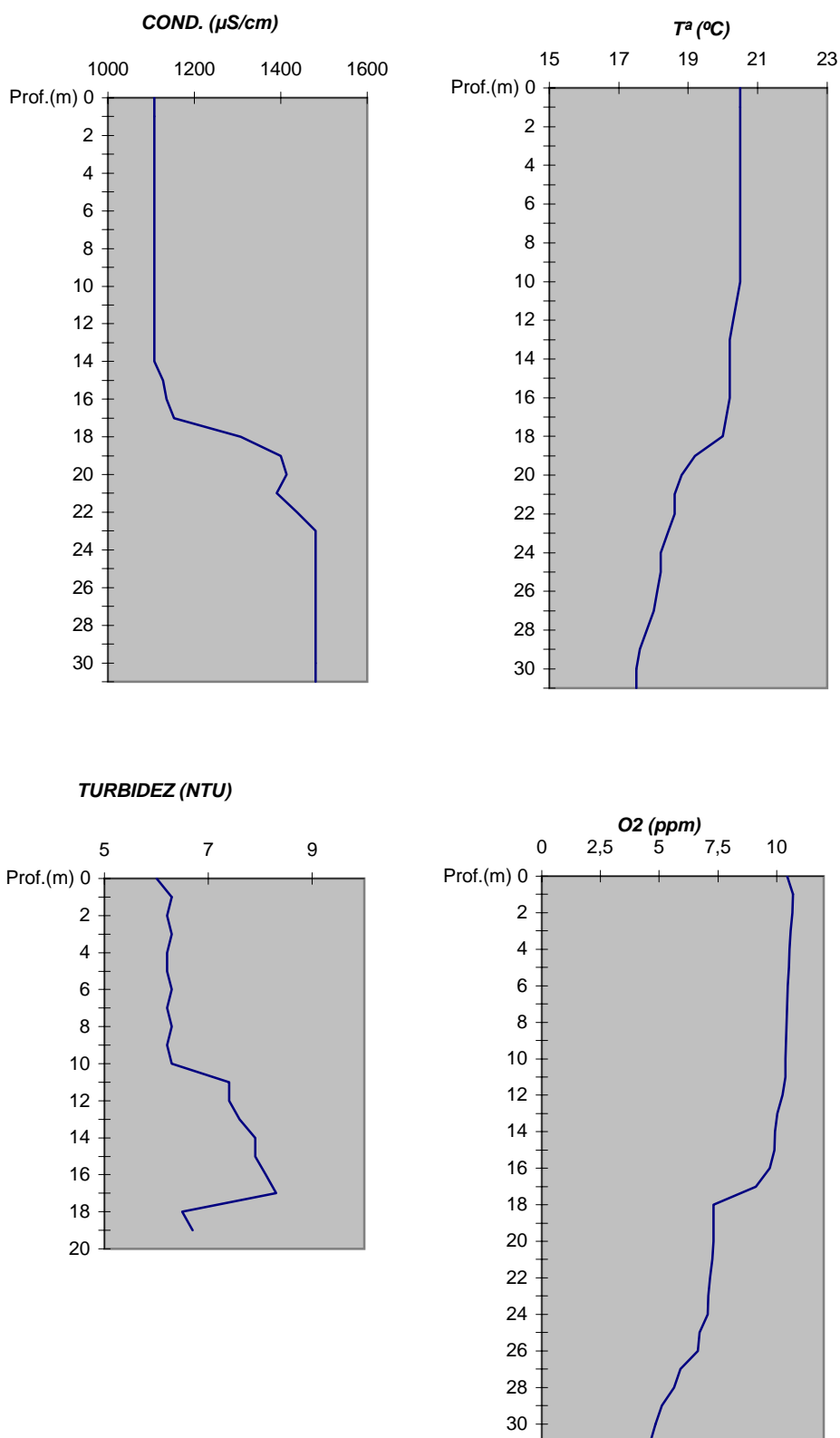
EMBALSE: **Alloz** **Fecha:** 2/9/96
Coordenadas UTM (presa): 30TWN867289

Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :	1120	NH ₄ superf. (mg/L) :	0
Ca (mg/L) :	55,7	NH ₄ fondo (mg/L) :	0,05
NO ₃ (mg/L) :	5,98	Clorofila (mg/m ³) :	1,4
PO ₄ (mg/L) :	0,002	Disco Secchi (m) :	1,56

Tributario principal: **Ubagua**

Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :	524	NO ₃ (mg/L) :	4,39
Ca (mg/L) :	89,8	NH ₄ (mg/L) :	-
		PO ₄ (mg/L) :	0,430

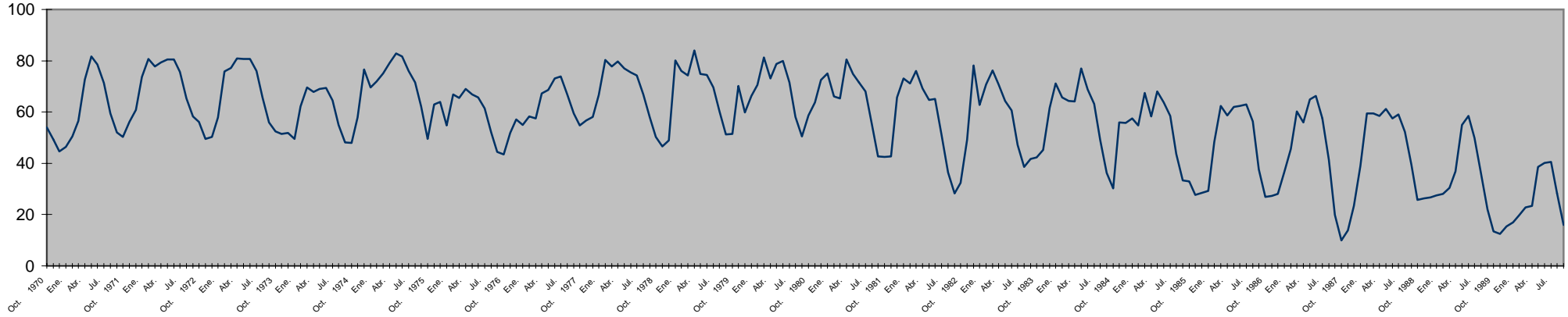
EMBALSE DE ALLOZ



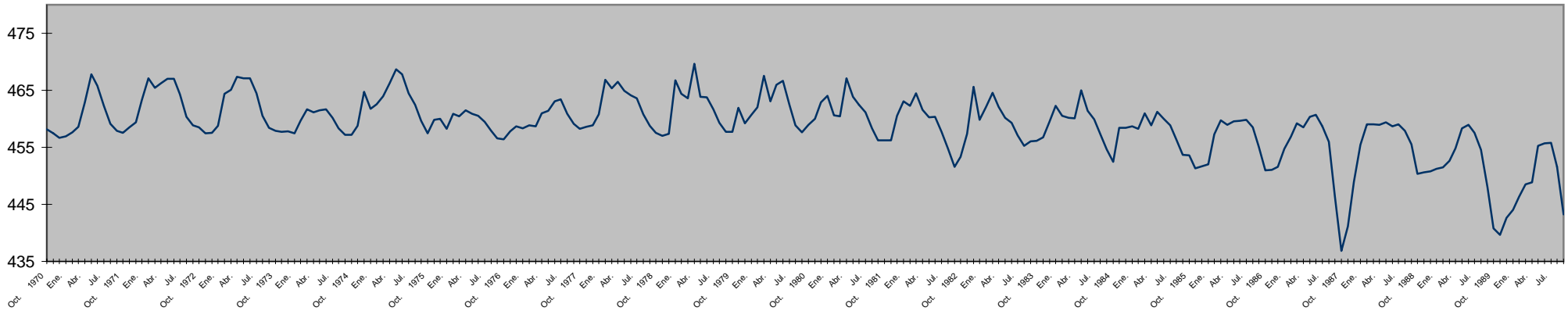
Perfiles de conductividad, temperatura, turbidez y oxígeno disuelto en el agua del embalse, el día 2 de septiembre de 1996. Cota: 452,24

EMBALSE DE ALLOZ

VOLUMEN EMBALSADO (hm³)

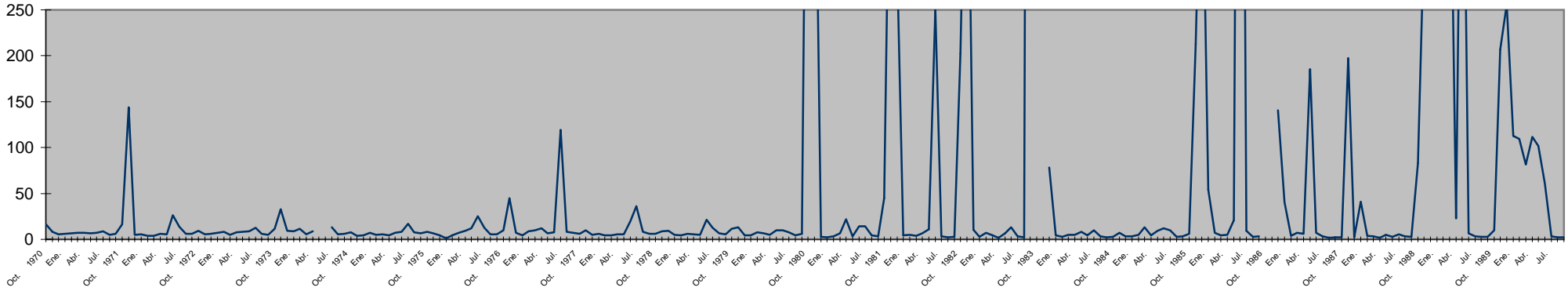


FLUCTUACIÓN DEL EMBALSE (m)



EMBALSE DE ALLOZ

TIEMPO DE RESIDENCIA (meses)



EMBALSE DE ALLOZ

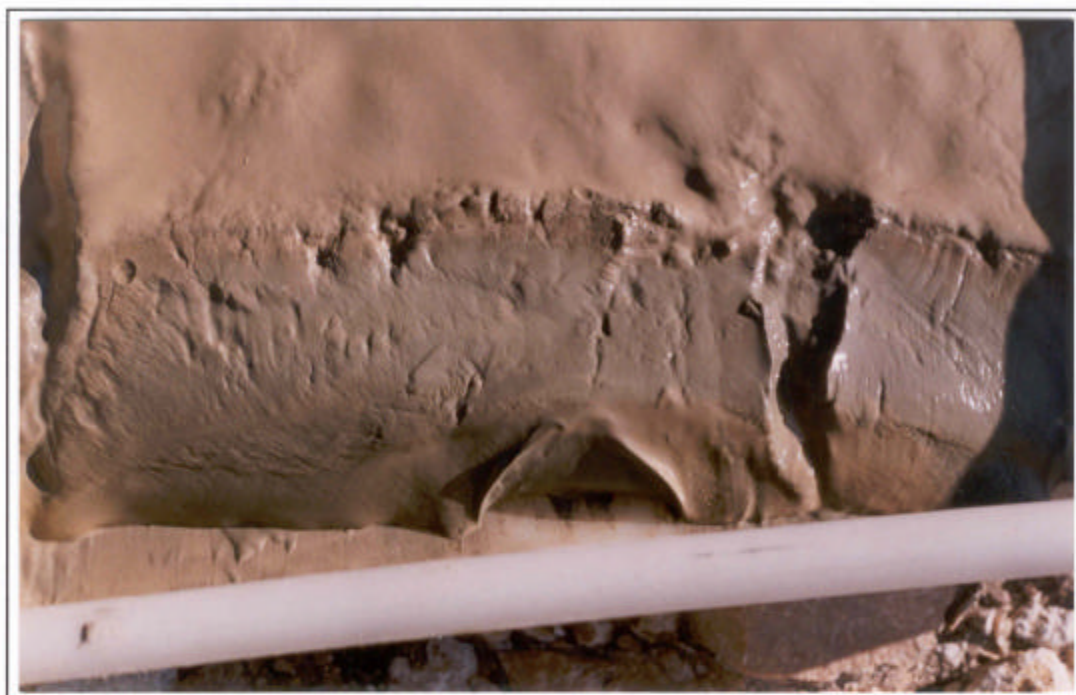


Panorámica del embalse desde la presa, el 2 de agosto de 1996.



Desagüe de fondo del embalse en reparación.

EMBALSE DE ALLOZ



Lodos. Sedimento extraído del fondo de la presa de Alloz.



Contraembalse que recoge las aguas de Alloz. Éste presenta una importante cobertura de carrizo, (*Phragmites australis*), debido a que mantiene constante el nivel.

EMBALSE DE ALLOZ



Río Salado aguas abajo del contraembalse.