



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

EMBALSE DE SANTOLEA

LIMNOS

1996

EMBALSE DE SANTOLEA**1) CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Nombre:	Santolea
Pki - Pkf:	10.900-11.500
Código cauces:	
Cuenca:	Guadalope
CH:	Ebro
Provincia:	Teruel
Propietario:	Estado
Año de terminación:	1932

2) USOS Y TIPO DE PRESA

Usos:	Riegos/Hidroeléctrico/Abastecimiento/ Regulación
Actividades:	Navegación/Pesca
Interés Natural:	Aves acuáticas/Otras especies

Comentarios:

- El uso más importante del embalse es el de riego y abastecimiento de los municipios de Castellote, Mas de las Matas, Agua Viva, y otros municipios. También existe un aprovechamiento hidroeléctrico a cargo de Electra del Maestrazgo, en una central situada a pie de presa con una capacidad de turbinación entre 2 y 8 m³/s.
- El embalse no cuenta con mucha actividad de navegación si bien es posible alquilar canoas en un punto de la margen izquierda (acceso por la carretera de Castellote a Santolea).
- El embalse es poco frecuentado por pescadores (según el personal de la presa), aunque sus aguas están declaradas como trucheras, en régimen especial y el embalse es coto deportivo de pesca (Orden de 17 de enero de 1996; DGA)

- El embalse está catalogado de interés natural por aves acuáticas por estar incluido en la lista de Zonas Húmedas de Importancia Nacional elaborada por la SEO (1987). También es zona de interés natural por sustentar poblaciones de rapaces que nidifican en su congosto y especialmente por la población de buitre leonado (*Gyps fulvus*). En la visita efectuada se observaron anátidas y garzas así como buitres.
- Se ha detectado la presencia de nutrias en la mayor parte del río (especialmente en el curso medio y alto). La supervivencia de esta especie está ligada a la presencia de peces en el río y a la existencia de tramos poco accesibles o poco frecuentados, ambos requisitos se encuentran en la mayor parte de la cuenca del tramo alto del río Guadalope.

Tipo de presa:	Gravedad	
Cota tomas (m s.n.m.):	Aliviadero:	580,3
	Toma de riegos:	554,5
	Toma de riegos:	545,8
	Desagüe de fondo:	541,2
Torre de tomas:	Si	
Escala de peces:	No	

Comentarios:

- Las tomas de riegos tienen su embocadura en los dos pozos gemelos existentes en la torre de tomas. Ésta dispone de ventanas para la entrada de agua en las cotas 545,84; 554,34 y 563,34. Las embocaduras de las tomas se encuentran en la cota 554,54 (acequia Pinilla) y 545,84 (toma hidroeléctrica y acequia Molinar). En la torre de tomas se mezcla el agua existente entre las cotas de las ventanas de acceso al embalse.
- Del agua que sale del embalse, sólo los turbinados y una parte del agua para riego alcanzan el río, y aguas abajo de la presa, en el azud de Abenfigo, se derivan los abastecimientos para los municipios de Mas de las Matas y Agua Viva. El agua para abastecimiento de Castellote se deriva directamente de la acequia Pinilla. El agua para riego se toma de las acequias Pinilla, Molinar y del río.

- En el régimen normal del embalse, la producción de energía hidroeléctrica está limitada por la disponibilidad de agua (más de 2 m³/s). En la visita efectuada, el caudal desaguado por el embalse era de 2,7 m³/s, de los que la mayor parte se repartía entre el río (turbinados) y la acequia Molinar, unos 0,14 m³/s se vertían por la acequia Pinilla y unos 0,1 m³/s correspondían a filtraciones de la presa.
- El desagüe de fondo se encuentra aterrado. En el verano de 1996 se pusieron en marcha las tareas de dragado en el canal y en la galería del desagüe de fondo.

3) MORFOMETRÍA-HIDROLOGÍA

Volumen (hm³):	48,8
Superficie (ha):	338
Cota (m s.n.m.):	583,35
Profundidad máxima (m):	44
Profundidad media (m):	14,4
Profundidad termoclina (m):	7-15
Desarrollo de volumen:	0,86
Volumen epilimnion (hm³):	8-23
Volumen hipolimnion (hm³):	1,6-25
Relación E/H:	0,9-5
Fluctuación de nivel:	Mucha
Tiempo de residencia (meses):	2-5

Comentarios:

- La termoclina se encuentra entre 7 y 15 m, por lo que las tomas hidroeléctrica y de riegos se encuentran en el hipolimnion.
- Los volúmenes de epilimnion e hipolimnion se han estimado para el volumen máximo del embalse (48,8 hm³) y para un volumen de 10 hm³. En verano, el embalse puede presentar reservas inferiores a 10 hm³ pero entonces el hipolimnion es inferior a 1 hm³ o inexistente. La relación E/H es próxima a 1 con el embalse lleno y >1 con el embalse bajo.

- La fluctuación del nivel del agua es de 5 a 15 m. Como el embalse presenta un perfil muy encajado ($D_v < 1$), esto no supone un riesgo importante de erosión del propio vaso del embalse.
- El tiempo de residencia es alto, en general, lo cual favorecería la eutrofia.

4) HIDROQUÍMICA

Embalse

Conductividad ($\mu\text{S/cm}$):	380-680
Calcio (mg/L):	61-80
Fosfato (mg/L):	0-0,02
Nitrato (mg/L):	0,09-1,9
Amonio (mg/L):	0,01-0,4

Comentarios:

- El agua del embalse de Santolea es moderadamente mineralizada y presenta una concentración de calcio elevada (bicarbonatada cálcica), lo que reduce el riesgo de eutrofia. Las concentraciones de nutrimento son bajas. Según datos de Synconsult, se estima en unas 2 t/año la aportación de fósforo al embalse de las que una es aportada por el río Guadalope y la otra por el río Bordón y de la esorrentía. La carga de nitrógeno se estima en unas 89 t/año, de las que 66 son aportadas por el río Guadalope. Las cargas indicadas son moderadas-bajas dentro del contexto de la cuenca del Ebro.

Tributario principal

Conductividad ($\mu\text{S/cm}$):	371-583
Calcio (mg/L):	80-88
Fosfato (mg/L):	0-0,03
Nitrato (mg/L):	0,34-1,86
Amonio (mg/L):	0,01-0,1

Comentarios:

- El agua del río Guadalope que entra en el embalse de Santolea es moderadamente mineralizada y con concentración elevada de calcio. Las concentraciones de nutrimento son bajas. El río Bordón, que es el tributario secundario, presenta un agua con características físico-químicas similares a las del río Guadalope: conductividad entre 355 y 546 $\mu\text{S}/\text{cm}$, calcio de 85 mg/L, fosfato entre 0 y 0,02 mg/L, nitrato entre 0,16 y 1,7 mg/L y amonio entre 0,01 y 0,04 mg/L (Synconsult, 1990-91).

5) ESTADO TRÓFICO

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

Comentarios:

- El embalse es catalogado en el estudio de Synconsult (1991) como oligo-mesotrófico de acuerdo con los índices utilizados. La carga de fósforo que soporta es tolerable, según el modelo de Vollenweider (1976). En el muestreo de 1996 el embalse es oligotrófico (1,1 mg/m³ de clorofila y 0,029 mg/L de fosfato). La profundidad de visión del disco de Secchi (4,7 m) es ligeramente baja para aguas oligotróficas, aunque esto se debe a la presencia de sólidos inorgánicos en suspensión y a fenómenos de dispersión de la luz que se producen en aguas carbonatadas. Además, el muestreo se realizó días después de unas pruebas de dragado, que habían enturbiado el agua, si bien esto no se apreció en el agua superficial sino sólo en profundidad.
- El hipolimnion está oxigenado. En los muestreos de Synconsult (1990-91) el valor mínimo de oxígeno fue de 2,5 mg/L en el fondo. En el muestreo realizado en agosto de 1996 las capas profundas presentaron una concentración de oxígeno entre 1 y 2 mg/L.
- El embalse presenta una densidad de algas fitoplanctónicas moderada.

6) PECES

Densidad:	Media
Especies:	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (trucha arco-iris) <i>Chondrostoma toxostoma</i> (madrilla) <i>Barbus haasi</i> (barbo culirrojo) <i>Barbus graellsii</i> (barbo de Graells) <i>Cyprinus carpio</i> (carpa común) <i>Micropterus salmoides</i> (black bass)

7) SEDIMENTOS

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

Comentarios:

- El nivel de aterramiento del embalse se califica de medio. Desde su llenado se ha producido una pérdida de volumen de 1,8 hm³ lo que supone un 3,8% de la capacidad inicial (Avendaño *et al.*, 1996). Los sedimentos acumulados proceden en su mayoría de los ríos Regajo y Aliaga. El aterramiento afecta a las compuertas y galería de los desagües de fondo que están inutilizados.
- En el verano de 1994 se produjo un incendio forestal de importancia que afectó la cuenca y hasta la cola del embalse. Esto ha incrementado el aterramiento al favorecerse la erosión de los suelos y el arrastre de sólidos al embalse.

8) TRAMO FLUVIAL BAJO LA PRESA

Anchura del cauce (m):	5-8
Pendiente (%):	0,3
Caudal de compensación (m³/s):	0,3
Estructura del lecho:	Rápidos/Balsas
Objetivo de calidad:	OC1

Usos:	Abastecimiento/Riego/Pesca
Fauna acuática	
Índice biótico (B.M.W.P.):	59
Índice biótico (nivel de calidad):	3
Calificación del tramo según peces:	Transición
Especies de peces:	<i>Chondrostoma toxostoma</i> (madrilla) <i>Barbus haasi</i> (barbo culirroyo) <i>Barbus graellsii</i> (barbo de Graells) <i>Micropterus salmoides</i> (black bass) <i>Oncorhynchus mykiss</i> (trucha arco-iris)

Ecosistema de ribera:

Formado por algún bosque de chopos (*Populus spp.*) y mimbreras (*Salix spp.*) y cañizal en los márgenes (*Phragmites*, *Typha*, *Scirpus*).

Comentarios:

- El tramo fluvial bajo la presa va bastante encajado y carece de bosque de ribera estructurado. El acceso es difícil.
- Respecto a la pesca, el tramo está catalogado de aguas trucheras y existe un coto de pesca intensiva cuyo límite superior es el puente de la carretera de Mas de las Matas a Aguaviva, que está situado a unos 12 km aguas abajo de la presa de Santolea. En este tramo se pesca trucha arco-iris, barbo y madrilla.
- El abastecimiento de Castellote se realiza directamente del canal de Pinilla que sale directamente del embalse. Del río (azud de Abenfigo), salen las tomas de los abastecimientos de Mas de las Matas y Aguaviva, los que se verían afectados en caso de vertidos de lodos al abrirse los desagües de fondo.
- La calidad biológica en el tramo bajo la presa es baja según el muestreo realizado en agosto de 1996. El índice biótico (B.M.W.P.) presenta un valor de 59, propio de aguas contaminadas (clase 3); no obstante en este caso, se debe a alteración

hidrológica (fluctuaciones del caudal y de la velocidad del agua), más que a la presencia de contaminantes.

9) RIESGOS AMBIENTALES

MORTANDAD DE PECES

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

AFECCIONES A LOS PECES

1. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por vertido de lodos.
2. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por eliminación (colmatación) de frezaderos por vertido de lodos.
3. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por cambios de la calidad físico-química del agua.
4. Afecciones a los peces del embalse por pérdida de hábitat y reducción del alimento debido a oscilaciones del nivel del agua.
5. Afecciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa por reducción de los frezaderos por la retención de gravas y arenas.
6. Afecciones a los peces por el favorecimiento de la presencia de garzas (*Ardea cinerea*) en los embalses y ríos regulados.
7. Afecciones a los peces de peces del tramo fluvial bajo la presa por fluctuaciones bruscas del caudal.
8. 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 las aves acuáticas del embalse por pérdida de áreas de nidificación.
2. Afecciones a las aves acuáticas del embalse por pérdida de hábitats.
3. Afecciones a las nutrias por disminución de la densidad de peces.
4. Afecciones a la población de nutria del tramo fluvial bajo la presa por fluctuaciones del caudal.

AFECCIONES AL ECOSISTEMA DE RIBERA

1. Afecciones al ecosistema de ribera del tramo fluvial bajo la presa por vertidos de lodos

RIESGOS HIDROLÓGICOS

Ninguno

AFECCIONES A LOS USOS DEL EMBALSE Y DEL TRAMO FLUVIAL

1. Afección al agua para abastecimiento del embalse por enturbiamiento del agua del mismo.
2. Afección al agua para abastecimiento del tramo fluvial bajo la presa por enturbiamiento del agua por vertido de lodos.
3. Afección al agua para abastecimiento del tramo fluvial bajo la presa por vertido de aguas turbias del embalse.
4. Afección al agua para abastecimiento del embalse o del tramo fluvial por pérdida de calidad con la disminución del volumen o caudal (concentración de iones y contaminantes).

5. Afección a la pesca por perturbaciones a los peces del tramo fluvial bajo la presa (ver afecciones a los peces).
6. Afección a la pesca en el embalse y en el tramo fluvial bajo la presa por el incremento de la población de garzas.

RIESGOS PARA LA NAVEGACIÓN

Ninguno

COMENTARIOS A LOS RIESGOS AMBIENTALES

- Los principales riesgos ambientales están relacionados con el aterramiento de la zona de la presa y con el posible vertido de lodos cuando se abran los desagües de fondo, el enturbiamiento del agua en el embalse durante el dragado, y el vertido de agua turbia por los desagües de fondo cuando éstos se liberen de los lodos. En todos los casos es posible que se produzcan afecciones a la comunidad de peces (incluso alguna mortandad en el río) y a los usos del agua, en especial a los abastecimientos de los municipios de Mas de las Matas y Agua Viva para los que se deriva agua del río.
- Las fluctuaciones del embalse, y en especial si se vacía parcialmente el embalse para limpiar los desagües de fondo, pueden provocar afecciones a los peces y aves acuáticas del embalse por la pérdida de hábitat y por la concentración de individuos (peces).

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

- Vertido de lodos y dragados: Tras el dragado de los desagües de fondo se prevé un vertido de agua con lodos o muy turbia, por lo que se recomienda coordinar el vertido de fondo con agua de aliviadero o de la toma hidroeléctrica. Con esto se conseguirá limitar la deposición de los lodos en el cauce y en el azud de Abenfigo, y disminuir la afección a los peces y al abastecimiento de Mas de las Matas y Agua Viva.

En caso de que se prevea un semivaciado del embalse se recomienda la realización de vertidos preliminares de agua de aliviadero o de turbinados para limpiar el cauce y mandar una señal de incremento de caudal a los organismos acuáticos.

- Si se realiza el dragado con el embalse muy bajo hay un riesgo importante para los peces por enturbiamiento del agua y resuspensión de otras sustancias del sedimento.

PROCEDIMIENTOS DE SEGUIMIENTO

No se proponen.

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

EMBALSE: Santolea
Coordenadas UTM (presa): 30TYL265172

Fecha: 28/8/96

Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :	423	NH_4 superf. (mg/L) :	0,05
Ca (mg/L) :	-	NH_4 fondo (mg/L) :	0,1
NO_3 (mg/L) :	-	Clorofila (mg/m^3) :	1,1
PO_4 (mg/L) :	-	Disco Secchi (m) :	4,76

Tributario principal: Guadalo

Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :	583	NO_3 (mg/L) :	1,86
Ca (mg/L) :	80,2	NH_4 (mg/L) :	0,05
		PO_4 (mg/L) :	0,029

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

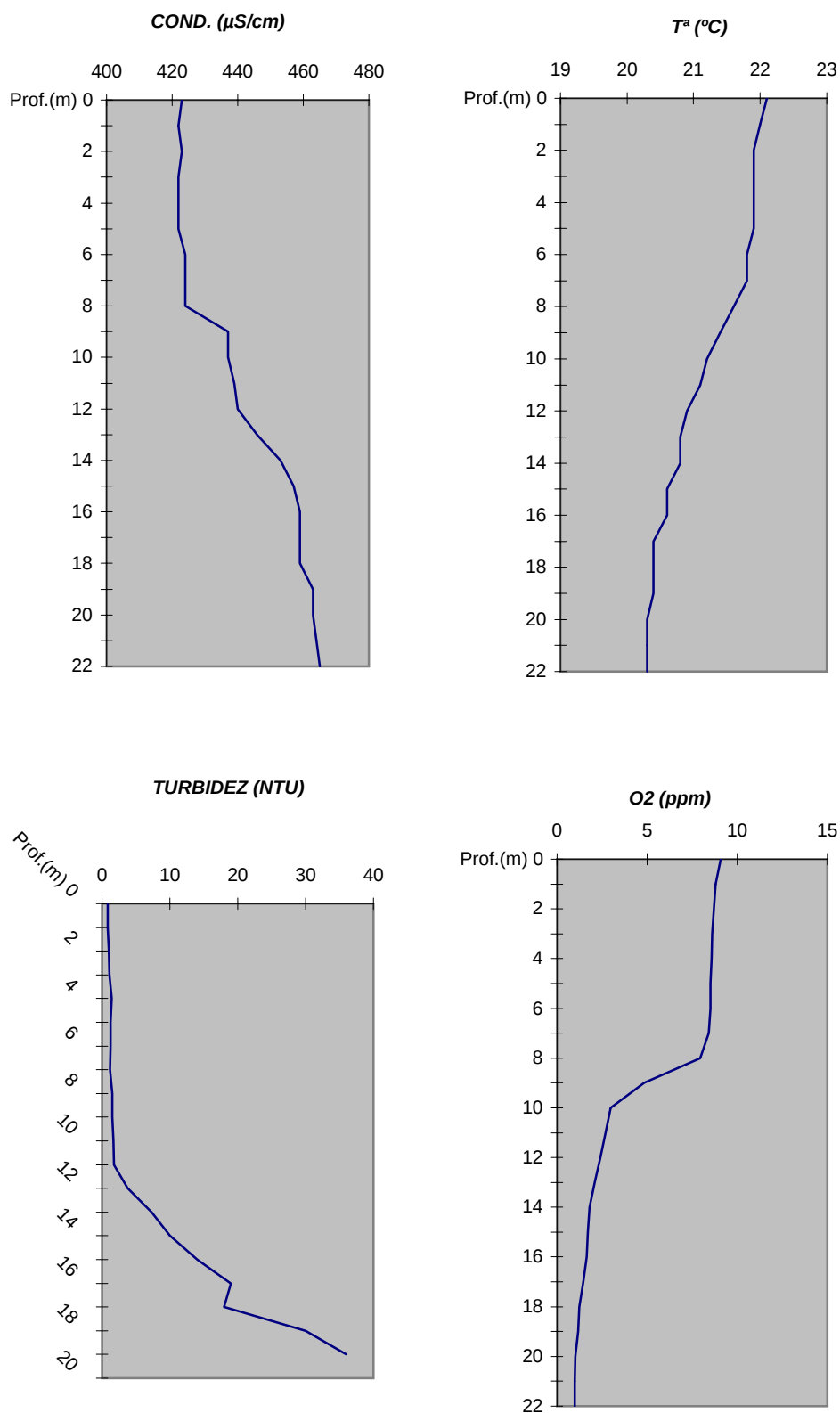
TRAMO FLUVIAL: Guadalope
 EMBALSE AGUAS ARRIBA DEL TRAMO: Santolea

FECHA: 28/08/96

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

PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE BMWP: 59		
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

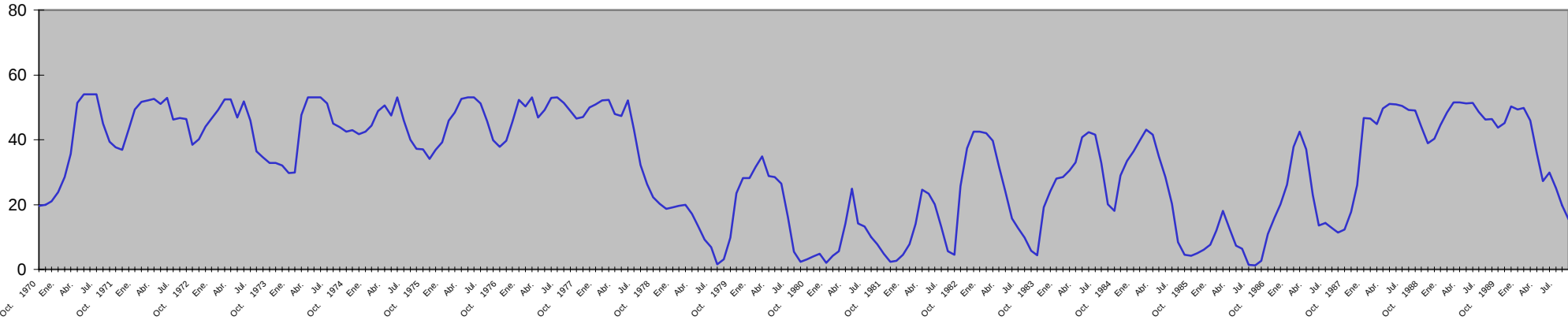
EMBALSE DE SANTOLEA



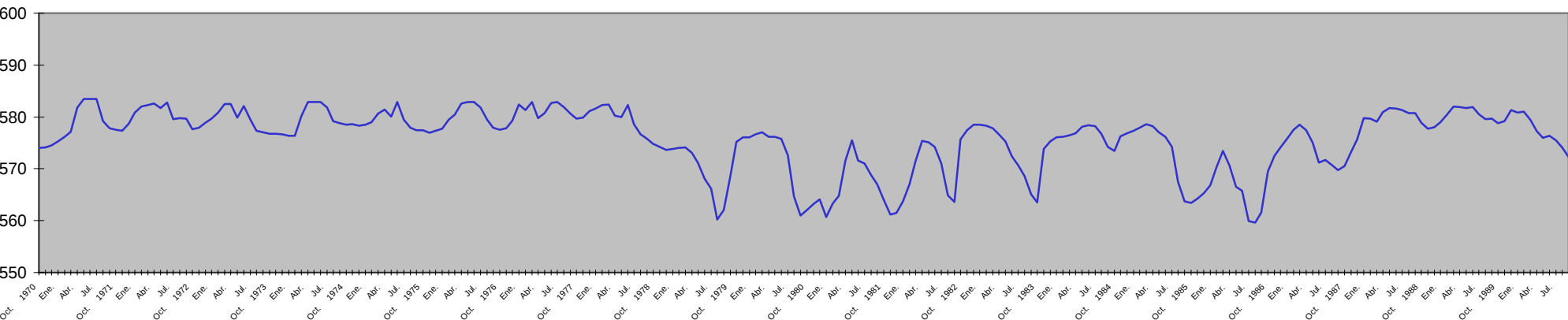
Perfiles de conductividad, temperatura, turbidez y oxígeno disuelto en el agua del embalse, el día 28 de agosto de 1996. Cota: 571,80.

EMBALSE DE SANTOLEA

VOLUMEN EMBALSADO (hm3)

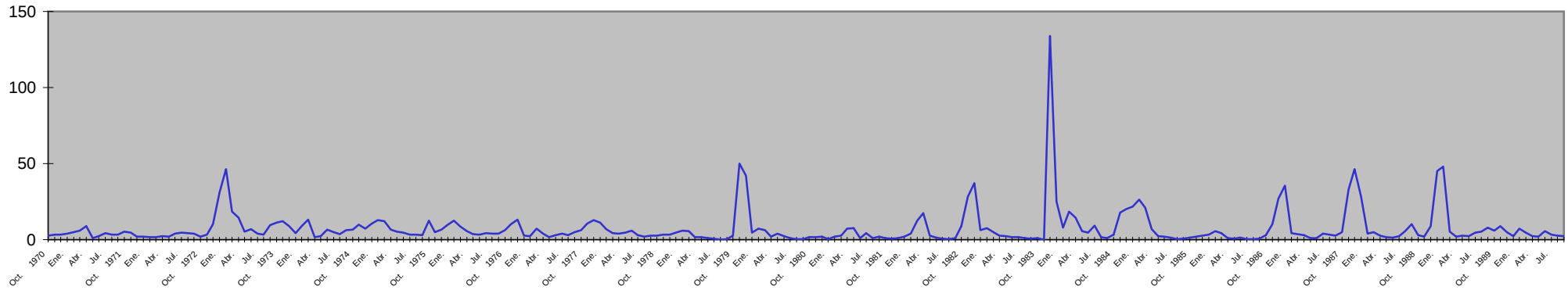


FLUCTUACIÓN DEL EMBALSE (m)



EMBALSE DE SANTOLEA

TIEMPO DE RESIDENCIA (meses)



EMBALSE DE SANTOLEA



Embalse de Santolea. Panorámica del embalse de Santolea desde la presa en agosto de 1996.



Cola del embalse de Santolea. Obsérvese el área forestal quemada por incendio en julio de 1994.

EMBALSE DE SANTOLEA



Sedimento del embalse de Santolea, extraído de la zona de la presa.



Río Guadalupe a unos 8 km aguas abajo de la presa (en Abenfigo), en agosto de 1996.