



MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO  
COMISARÍA DE AGUAS

# **ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA ACTUALIZACIÓN LIMNOLÓGICA DE EMBALSES**

**ESTADO DE CALIDAD DEL RÍO EBRO, ENTRE  
ZARAGOZA Y ESCATRÓN, EN CONDICIONES DE  
ESTIAJE EXTREMO**

**2002**

**URS**

## ÍNDICE

Página

---

### CONCLUSIONES

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3. PLAN DE TRABAJO Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
3.1. TRABAJOS DE CAMPO .....	3
3.1.1. Estaciones de muestreo .....	3
3.1.2. Plan de toma de muestras.....	3
3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO .....	4
3.3. TRABAJOS DE GABINETE.....	5
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>7</b>
4.1. CAUDAL .....	7
4.2. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA.....	8
4.2.1. Seguimiento de parámetros diagnóstico.....	8
4.2.2. Caracterización físico-química del agua en zonas influidas por vertidos .....	11
4.3. CALIDAD BIOLÓGICA .....	14
4.3.1. Resultados del muestreo de verano del 2002.....	14
4.3.2. Comparación con datos anteriores.....	16
4.4. ESTADO DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO.....	16

Apéndice 1: Tablas

Apéndice 2: Figuras

Apéndice 3: Fotos

## CONCLUSIONES

El diagnóstico limnológico del río Ebro, entre Zaragoza y Escatrón, realizado en condiciones de estiaje extremo (caudal inferior a 20 m<sup>3</sup>/s), en el verano del 2002, presenta las siguientes conclusiones:

- El caudal del río Ebro a su paso por Zaragoza ha presentado mínimos históricos en el verano del 2002 (serie analizada entre 1960 y 2002). El caudal ha sido inferior a 20 m<sup>3</sup>/s a lo largo de 50 días y se ha alcanzado un mínimo de 14,3 m<sup>3</sup>/s (sólo en una ocasión se registró un caudal menor, 12 m<sup>3</sup>/s, en julio de 1970).
- La calidad físico-química del agua ha sido relativamente buena. Las aguas han presentado las siguientes características:
  - Mineralización elevada (conductividad entre 2.320 y 3.100 µS/cm). Concentraciones de sulfato y cloruro superiores a los límites de calidad para las aguas A3 y con máximos puntuales superiores a los valores máximos históricos del tramo (583 mg/L de sulfato y 478 mg/L de cloruro).
  - Aguas moderadamente turbias, en general debidas a potamoplancton y detritos orgánicos vegetales (y en algunos casos a sólidos inorgánicos).
  - Concentraciones de nutrientes elevadas aunque, en general, inferiores a los máximos históricos. Máximos en los tramos situados aguas abajo de la EDAR de La Cartuja y de la EDAR de la Almozara.
  - Nivel de oxigenación de las aguas compatible con la vida de los peces. Concentraciones mínimas de oxígeno disuelto de 2,5 (29%) y 3,3 (38%) medidas al amanecer en tramos receptores de vertidos. A partir de Pina de Ebro las aguas están sobresaturadas de día y de noche.
  - Concentraciones de la D.B.O. y D.Q.O. en torno a los límites para las aguas A-3, superando éstos en algunos puntos.
- La calidad biológica del tramo fluvial mantiene niveles aceptables y acordes con los rangos existentes en otros periodos estivales. No obstante se observa una cierta tendencia a la simplificación de las comunidades biológicas lo que

se atribuye a la reducción del flujo de agua. Esto favorece el aumento de la eutrofia del tramo y los crecimientos de perifiton y de macrófitos sumergidos.

La calidad del agua es, en general, la requerida para la protección de los ciprínidos, excepto en sectores afectados por vertidos (EDAR de La Cartuja, de la EDAR de la Almozara, aguas abajo del río Gállego), en los que aumenta el amonio.

- La calidad ecológica del río posee niveles similares o algo inferiores a los habituales en condiciones estivales con mayor disponibilidad hídrica. La disminución de la calidad ecológica se relaciona con la simplificación del hábitat (dominio de condiciones lénticas), y depende menos de la calidad del agua.

### *Consideraciones finales*

El estudio realizado ha permitido constatar que el río Ebro, entre Zaragoza y antes de los embalses, mantiene una calidad ecológica aceptable con caudales inferiores a 30 m<sup>3</sup>/s (caudal mínimo establecido para el tramo). No obstante se observa una cierta tendencia a la disminución de las calidades fisico-química y biológica, aumenta la eutrofización del tramo y se incrementa el riesgo de afección a los peces en caso de vertidos accidentales.

Por lo indicado se considera recomendable mantener el caudal mínimo de 30 m<sup>3</sup>/s, excepto en condiciones de sequía extrema, en las que el caudal mínimo puede ser del orden de 15 m<sup>3</sup>/s. En este caso sería conveniente reforzar las medidas de control de los vertidos para evitar episodios de mortandad de peces.

En el verano del 2002 el río Ebro presentó caudales mínimos históricos. La Confederación Hidrográfica del Ebro (C.H.E.) encargó a URS la realización de una campaña de muestreo dirigida a determinar el estado ecológico del tramo fluvial comprendido entre aguas arriba de Zaragoza y el remanso causado por el embalse de Mequinenza. Este tramo es especialmente sensible a la disminución del caudal puesto que es receptor de numerosos vertidos urbanos e industriales del área de Zaragoza, y además parte del mismo pertenece a un área de interés natural (Sotos y Galachos del río Ebro). El muestreo se realizó los días 31 de julio y 1-2 de agosto del 2002, con caudales entre 14 y 20 m<sup>3</sup>/s.

Los resultados de los análisis fisico-químicos y biológicos realizados y las valoraciones de campo se presentan en forma de tablas y figuras para facilitar su consulta. También se presenta un amplio reportaje fotográfico con la finalidad de ilustrar el estado del río en las condiciones de estiaje extremo existentes (ver Apéndice 3).

El estudio del río Ebro entre aguas arriba de Zaragoza y Escatrón en condiciones de estiaje extremo (caudal entre 15-20 m<sup>3</sup>/s) tiene los siguientes objetivos:

- Determinar el estado de calidad fisico-química y biológica de las aguas en el tramo fluvial, y especialmente aguas abajo de los puntos de vertido más importantes, con caudales en torno 15 m<sup>3</sup>/s.
- Evaluar la calidad ecológica del tramo fluvial en condiciones de máximo estiaje.

**3.1. TRABAJOS DE CAMPO**

Comprenden la toma de muestras de agua y de macroinvertebrados en puntos seleccionados del río Ebro en un tramo de 90 km, desde el puente del río Alagón y los meandros de Sástago.

**3.1.1. Estaciones de muestreo**

Se fijaron 18 puntos de toma de muestras cuya localización se presenta en la figura y tabla 3.-1. De éstos 3 están situados aguas arriba de la concentración urbana de Zaragoza (E-A, E-B y E-C), y el resto (E-0 a E-14) se encuentran entre Zaragoza y Sástago e incluyen los tramos localizados en las inmediaciones de :

- EDAR de la Almozara (Punto de calidad de la CHE) (+)
- SAICA 1 (+)
- Desembocadura del río Gállego (+)
- EDAR del Polígono de Malpica (+)
- EDAR de La Cartuja (+)
- SAICA 2
- Presa de Pina (Punto de control de calidad de CHE) (+)
- Pina de Ebro
- CH de Gelsa
- CH de Sástago

(+) Puntos de muestreo fisico-químico.

**3.1.2. Plan de toma de muestras**

El tramo en estudio se visitó los días 31 de julio y el 1-2 de agosto del 2002. En las estaciones de muestreo seleccionadas se realizaron los siguientes trabajos:

- Toma de medidas directas: Con una sonda multiparamétrica TURO se realizaron lecturas de la temperatura del agua, conductividad, pH y concentración de oxígeno disuelto. También se analizó la concentración de amonio con un kit Aquaquant de Merk (método de Nessler). Para garantizar la fiabilidad de las medidas del oxígeno disuelto, se tomaron muestras de agua que se analizaron “in situ” con el método Winkler.

Los tramos situados aguas abajo de los puntos de vertido más importantes se visitaron en dos ocasiones a lo largo del día, a primera hora de la mañana y al medio día o por la tarde, para determinar el rango de variación diario de la concentración de oxígeno.

- Toma de muestras para análisis en el laboratorio: Se tomaron muestras de agua en 6 estaciones de muestreo (las indicadas con + en el apartado 3.1.1) y de macroinvertebrados (4 puntos) (tabla 3.-1). Los parámetros a analizar fueron sólidos en suspensión, alcalinidad, calcio, sulfato, cloruro, nitrato, nitrito, fosfato, fósforo total, D.B.O. y D.Q.O.

Las muestras se recogieron en recipientes de polietileno y se conservaron con unas gotas de cloroformo, excepto las destinadas a la determinación de la D.B.O. y D.Q.O. que se mantuvieron en nevera a 4°C sin aditivos hasta su análisis.

- Valoración del estado ecológico del tramo fluvial según los métodos de diagnóstico de campo aplicados en el estudio de la C.H.E. (*Estudio de la calidad ecológica integral del río Ebro*). En concreto se evaluaron las calidades visual del agua, morfológico-hidrológica y del hábitat para la fauna acuática.

## 3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

En el laboratorio se procedió al análisis de las muestras de agua y de macroinvertebrados, según los métodos indicados en los cuadros adjuntos:

AGUA	
Parámetro	Método
Alcalinidad	Volumetría (Naquadat 10101)
Calcio	Complexometría (Standard Methods 4500-D)
Sulfato	Columna de intercambio. Volumetría (Naquadat 16303)
Cloruro	Volumetría (cloruro de plata) (Standard Methods 4500-D)
Nitrito	Shinn (Naquadat 07106)
Nitrato	Reducción con cadmio a nitrito (Naquadat 07106)
Amonio <sup>1</sup>	Nessler (Kit Aquaquant)
Fósforo total	Digestión y Murphy-Riley (Naquadat 13356)
Fósforo disuelto	Murphy-Riley (Naquadat 13356)
Oxígeno disuelto <sup>1</sup>	Winkler (Standard Methods 4500-C)
D.Q.O.	Digestión (dicromato) y volumetría (Naquadat 08301)
D.B.O.	Dilución e incubación 5 días a 20°C. (Naquadat 08201).
Sólidos en suspensión	Gravimetría (Standard Methods 2540-B)

<sup>1</sup> Los análisis de amonio y oxígeno disuelto (Winkler) se realizaron en el campo inmediatamente después de la toma de las muestras.

MACROINVERTEBRADOS	
Parámetro	Método
Índice B.M.W.P. <sup>2</sup>	Alba Tercedor, J. y A.M. Pujante (2000)

### 3.3. TRABAJOS DE GABINETE

Los resultados analíticos y las valoraciones realizadas durante los trabajos de campo se han contrastado con la información hidrológica y de calidad existente, lo que ha permitido definir con mayor detalle la calidad físico-química y biológica del agua, así como el estado de calidad ecológica. Se han usado como fuentes de información los siguientes datos de la C.H.E.:

- Serie histórica de caudales diarios en la estación de aforo EA-11 en Zaragoza, desde 1960 al 2002.
- Datos históricos de calidad de las estaciones de calidad E-11 (Zaragoza), E-211 (Presa Pina) y E-112 (Sástago) para el periodo 1981-2002.
- Datos del índice biótico B.M.W.P.' de las estaciones 164 (Torres de Berrellen), 165 (Zaragoza), 295 (El Burgo de Ebro), 166 (Pina de Ebro) y 296 (Escatrón) para los veranos de 2001 y 2002.
- Estudio de calidad ecológica integral del río Ebro (C.H.E. 1989).

Los resultados del estudio del caudal, de la calidad fisico-química y biológica y de la evaluación del estado ecológico del tramo se presentan en las tablas 4.2.-1 y 4.2.-2 (fisico-química del agua), tablas 4.3.-1 a 4.3.-4 (índice B.M.W.P.) y en las tablas 4.4.-1 y 4.4.-2 (calidad ecológica), y en las figuras 4.1.-1 a 4.1.-3 (caudal) y 4.2.-1 a 4.2.-6 (fisico-química del agua).

#### **4.1. CAUDAL**

La figura 4.1.-1 muestra la variación del caudal diario del río Ebro en el tramo de Zaragoza, entre 1960 y 2002. El rango de los caudales es considerable y varía entre  $<30 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $>1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ . La distribución de los caudales más bajos en la serie histórica (ver gráfico inferior de la figura 4.1.-1) permite visualizar los caudales mínimos, los cuales son del orden de  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ . Este caudal está considerado como el caudal mínimo del tramo por la C.H.E. No obstante en algunos años se han medido caudales algo inferiores a  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  (figura 4.1.-2); así 1967, 1970 y 2002 son los años que cuentan con un número mayor de días con caudal inferior a  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , en concreto:

- 17 días en 1967 (mínimo de  $18 \text{ m}^3/\text{s}$  el 4-08-67).
- 24 días en 1970 (mínimo de  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  los días 8 y 9 de julio-1970).
- 50 días en 2002 (mínimo de  $14,3 \text{ m}^3/\text{s}$  el día 31-07-02).

El verano del 2002 es por lo tanto el más seco de los últimos 43 años, y aunque no supera el caudal mínimo de 1970, presenta un número mayor de días con caudales inferiores a  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ .

El muestreo del tramo se realizó con caudales entre  $14,3 \text{ m}^3/\text{s}$  (31-07-02) y  $19,8 \text{ m}^3/\text{s}$  (1-08-02) y tras un periodo largo de caudales bajos (figura 4.1.-3). Por esta razón las evaluaciones del río efectuadas son plenamente representativas de un periodo de estiaje extremo.

## 4.2. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA

### 4.2.1. Seguimiento de parámetros diagnóstico

Siguiendo el plan de trabajo se tomaron medidas directas de la temperatura del agua, conductividad, pH, y de las concentraciones de oxígeno disuelto y amonio, en 18 puntos situados a lo largo del tramo fluvial (figura 3.-1). En 13 puntos se tomaron medidas a primera hora de la mañana (entre las 5:30 y 9:30 horas) y por la tarde (entre 15:00 y 19:50 horas) (en algunos se tomó una medida adicional en horario de mañana). Los resultados se presentan en la tabla 4.2-1 y en las figuras 4.2-1 a 4.2.-4, y se comentan en los siguientes apartados.

#### *Temperatura*

La temperatura del agua varía entre 20,8 y 26-27 °C. Los valores están influidos por la hora del muestreo, de forma que las temperaturas más bajas se miden a primera hora de la mañana (a las 6:23 en la estación E-6, en las inmediaciones del Polígono de Malpica, y a las 7:15 horas en E-4, aguas abajo del río Gállego) y las más altas después del mediodía y por la tarde (15:35 horas en E-12 en Gelsa; 16:10 horas en E-13, en Cinco Olivas y 18:25 horas en E-4, aguas abajo del río Gállego).

Este rango de temperaturas es habitual, en verano, en los ríos de la vertiente mediterránea y en el tramo medio-bajo del río Ebro.

#### *Conductividad*

La conductividad del agua es muy elevada en todo el tramo, entre 2.320 y 3.110  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (figura 4.2.-1). Los valores más bajos se miden aguas abajo de la desembocadura del río Gállego (2.320 y 2.430  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y aguas abajo del vertido de la EDAR de La Cartuja (2.470  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Se trata de tramos de aguas moderadamente corrientes que reciben aportaciones de agua, en ocasiones menos mineralizada que la del Ebro. Por el contrario las conductividades más elevadas se miden en la parte final del tramo, desde el azud de Gelsa (3.100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) hasta Sástago (2.620  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), donde las aguas están prácticamente estancadas.

Las conductividades indicadas se enmarcan dentro del rango histórico de máximos para el tramo (en el periodo entre enero de 1981 y agosto de 2002). Como se aprecia

en la figura 4.2-5, el rango de variación de la conductividad del agua en el tramo es extremadamente variable, entre 370 (12-96 en E-11) y 2.738  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (11-95 en E-112) y está influido por el caudal:

Cond. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (1981- 2002)	E-11 Zaragoza	E-211 Presa Pina	E-112 Sástago
Mínimo	370 (12-1996)	433 (12-1992)	396 (12-1992)
Máximo	2.399 (9-1986)	2.580 (2-2000)	2.738 (11-1995)
Nº datos >2.000	8	28	32

En años secos la conductividad supera 2.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los periodos de estiaje estival (entre junio y octubre) o invernal (noviembre-abril) (figura 4.2.-5). Los valores máximos medidos en el muestreo (entre 2.620 y 3.100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) igualan e incluso superan los máximos históricos y sobrepasan el límite recomendado para las aguas prepotables tipo A-3 (2.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

## *pH*

El pH refleja la mineralización del agua y está influido por la producción primaria. Los valores medidos varían entre 7,5 (E-7, EDAR La Cartuja) y 8,27 (E-14, Sástago) (tabla 4.2-1). El pH disminuye por la noche y aumenta en las horas diurnas siguiendo los ciclos de producción y respiración del fitobentos y fitoplancton (figura 4.2.-2).

Los valores de pH registrados son adecuados para la vida piscícola y acordes con los rangos que se miden habitualmente en el tramo.

## *Oxígeno disuelto*

La concentración de oxígeno disuelto del agua varía con la temperatura y con el ciclo de la producción primaria. Los valores más bajos se dan al final de la noche y a primeras horas de la mañana, tras todo el periodo nocturno con respiración y sin fotosíntesis. En horas diurnas y especialmente pasado el mediodía se registran las concentraciones máximas de oxígeno producto de la producción primaria del fitobentos y fitoplancton.

Los diferentes rangos de la concentración de oxígeno en los dos periodos de muestreo horario se muestran en la tabla 4.2.-1 y en la figura 4.2-3. En las horas cercanas al amanecer, la concentración de oxígeno presenta valores mínimos de **2,5 mg/L (29%)** (E-6, P. Malpica) y **3,3 mg/L (38%)** (E-4, bajo río Gállego) y máximos de 10 mg/L (130%) (E-11, Gelsa) y 11 mg/L (136%) (E-14, Sástago). En el horario diurno, la concentración de oxígeno aumenta en todos los puntos de muestreo (excepto en la Presa de Pina debido a que la medida se efectuó a las 20:30), respecto a las medidas del amanecer, y se alcanzan valores de sobresaturación en la mayoría de las estaciones de muestreo. En el horario diurno, la concentración mínima de oxígeno es de **5,45 mg/L (68%)** (E-4, bajo río Gállego).

El análisis de los datos históricos de las estaciones de calidad de la C.H.E. muestra que en la última década apenas se encuentran valores de oxígeno inferiores a 3 mg/L (figura 4.2.-6), los cuales eran más frecuentes entre 1981 y 1991 (especialmente en la estación E-211 en Presa Pina en verano). En este periodo el río presentaba unas concentraciones de oxígeno de 2-3 mg/L (20-30% de saturación) e incluso inferiores (mínimo de 0,9 mg/L -11%- en julio de 1990) en verano.

El mejor estado de oxigenación del agua en la última década es el resultado del aumento del esfuerzo de depuración en el área de Zaragoza. En Sástago (E-112) todos los datos de la serie histórica consultados corresponden a niveles de oxigenación elevados.

### ***Amonio***

El amonio en las aguas indica la presencia de materia orgánica que todavía no se ha degradado. La concentración de amonio en el tramo fluvial varía entre 0,05 y 16 mg/L (tabla 4.2.-1 y figura 4.2.-4). Los valores máximos están influidos por vertidos y por el menor caudal del río. Las concentraciones máximas de amonio son de 16 mg/L en el río aguas abajo de la EDAR de La Cartuja, 3,4 mg/L aguas abajo de la EDAR de la Almozara, 2,4 mg/L en la Presa de Pina y 1,4 mg/L aguas abajo de los emisarios de Saica 1 (en Zaragoza) y Saica 2 (El Burgo). Estos valores superan el límite de protección para los peces (1 mg NH<sub>4</sub>/L); y en algunos casos el límite de amoníaco no ionizado de 0,025 mg/L (aguas abajo de la EDAR de La Cartuja, en la Presa de Pina y bajo Saica 2). No obstante en ningún caso se detectan niveles causantes de afección crónica para los peces ni inductores de mortandad masiva.

La concentración de amonio en la Presa de Pina (E-211) ha disminuido a lo largo de la última década, y desde 1996 es inferior a 1mg/L (figura 4.2.-6). En las condiciones de estiaje extremo del verano del 2002 se midieron hasta 2,4 mg/L el 31 de julio coincidiendo con el caudal mínimo del periodo (14,3 m<sup>3</sup>/s), no obstante el 1 de agosto la concentración fue de 0,45 mg/L con un caudal de 19,8 mg/L.

#### **4.2.2. Caracterización físico-química del agua en zonas influidas por vertidos**

Los tramos que reciben vertidos de aguas residuales urbanas e industriales son más sensibles a la disminución del caudal. En el tramo de Zaragoza se ha fijado un caudal mínimo de 30 m<sup>3</sup>/s para el que no se espera un decremento considerable de la calidad del agua por debajo del nivel de calidad asignado (A3). En las condiciones de caudal registradas en el verano del 2002 (<20 m<sup>3</sup>/s), se evaluó la posible pérdida de calidad del agua en 6 tramos seleccionados (tabla 3.-1), siendo éstos los siguientes:

E-1	Aguas abajo de la EDAR Almozara
E-3	Aguas abajo de Saica 1
E-4	Aguas abajo del río Gállego
E-6	Aguas abajo del P.I. Malpica
E-7	Aguas abajo de la EDAR La Cartuja
E-8	Aguas abajo de la Presa de Pina

Las muestras se tomaron el 31 de julio (entre las 17:20 en E-1 y las 20:30 en E-8) coincidiendo con el caudal más bajo medido en el verano (14,3 m<sup>3</sup>/s). Los resultados de los análisis realizados se presentan en la tabla 4.-2, y se comentan en los siguientes apartados.

#### ***Mineralización del agua***

Las concentraciones de la alcalinidad, calcio, sulfato y cloruro son muy elevadas y acordes con la conductividad del agua (ver apartado 4.2.1). Estas concentraciones son

próximas a los máximos históricos medidos en la estación de calidad de Presa Pina (E-211) (entre 1981 y 2002), los cuales son superados para el sulfato y el cloruro.

	<b>Sulfato</b> mg/L	<b>Cloruro</b> mg/L	<b>Calcio</b> mg/L	<b>Alcalinidad</b> meq/L
Rango tramo (muestreo)	461 (E-4) <b>583 (E-3)</b>	388 (E-4) <b>478 (E-3)</b>	220 (E-7) 346 (E-3)	4,64 (E-4) 5,38 (E-7)
Rango histórico Presa Pina (1981-2002)	42 - 546	27 - 422	60 - 224	3 - 5,3

Las concentraciones de sulfato y cloruro superan el límite de calidad deseable para las aguas prepotables tipo A-3 (250 mg/L de sulfato y 350 mg/L de cloruro) en todos los puntos de muestreo.

### *Materias en suspensión*

La concentración de materias en suspensión es relativamente moderada (14 -30 mg/L), excepto en E-3 (aguas abajo de Saica 1) donde alcanza 193 mg/L. En este punto se observaron aguas turbias y de color blanquecino coincidentes con la toma de la muestra (Foto 12). No obstante los rangos históricos presentan máximos puntuales muy superiores a la concentración máxima de E-3.

	MES (mg/L)
Rango tramo (muestreo)	14,6 - 193
Rango histórico Presa Pina (1981-2002)	<3 - 707 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Existen máximos extraordinarios de 1.963 mg/L y 3.540 mg/L en la serie histórica.

Las concentraciones medidas en E-1 (30 mg/L), E-3 (193 mg/L) y E-4 (26,6 mg/L) superan el valor guía de protección para los peces (25 mg/L).

### *Nutrientes*

Las concentraciones de nitrato (8,58- 20,95 mg/L), nitrito (0,24- 1,54 mg/L), amonio (0,15 - 16 mg/L), fosfato (0,015 - 0,22 mg/L) y fósforo total (0,14 - 0,44 mg/L) son relativamente elevadas en la mayor parte de puntos de muestreo (tabla 4.2.-2). El nitrito y el amonio presentan máximos en los tramos influidos por los vertidos de la

EDAR de la Almozara (3,4 mg/L en E-1) y de la EDAR de La Cartuja (16 mg/L en E-7); en el último caso los efectos del vertido alcanzan hasta la Presa de Pina (2,4 mg/L en E-8).

Las concentraciones de nitrato amonio y fosfato no superan los máximos históricos de la estación de Presa Pina. En el caso del amonio, la concentración es muy elevada (16 mg/L) aguas abajo del vertido de la EDAR de la Cartuja pero en Presa Pina la concentración es inferior (2,4 mg/L) al máximo histórico de la estación (4,4 mg/L).

	<b>Nitrato</b> mg/L	<b>Amonio</b> mg/L	<b>Fosfato</b> mg/L
Rango tramo (muestreo)	8,58 (E-7) 20,95 (E-8)	0,55 (E-4) 16 (E-7)	0,015 (E-8) 0,218 (E-1)
Rango histórico Presa Pina (1981-2002)	0,5 - 37,8	<0,02 - 4,4	<0,05 - 3,7 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Existe un máximo de 6,74 mg/L en la serie histórica.

### **D.B.O. y D.Q.O.**

La D.B.O. presenta valores moderados, excepto en E-3 (tabla 4.2.-2). Las concentraciones son inferiores al límite de calidad para las aguas prepotables A-3 (14 mg/L) en E-1, E-6 y E-8, y ligeramente superiores en E-4 y E-7. En E-3 (aguas abajo de Saica 1) se mide un máximo de 165 mg/L que supera ampliamente el máximo histórico de la Presa Pina. Lo mismo sucede con la D.Q.O. (254 mg/L en E-3). En el resto de estaciones la DQO supera el límite de calidad para las aguas prepotables A-3 (30 mg/L) excepto en E-1 (tabla 4.2.-2).

	<b>D.B.O.</b> mg/L	<b>D.Q.O.</b> mg/L
Rango tramo (muestreo)	3,5 (E-8) 165 (E-3)	23,6 (E-1) 254 (E-3)
Rango histórico Presa Pina (1981-2002)	3,3 - 60	5,2 - 40 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Datos desde 1993 a 2002.

Los valores máximos de D.B.O. y D.Q.O. que se miden en E-3 son muy elevados y coinciden con máximos de la concentración de MES, sulfato, cloruro y calcio. La muestra se tomó a unos 50 m de los emisarios de Saica 1, y se observó una pluma

blanquecina en el entorno así como precipitados blancos sobre las piedras. No obstante no existe confirmación de que esta agua procediera directamente de la citada instalación industrial.

## 4.3. CALIDAD BIOLÓGICA

### 4.3.1. Resultados del muestreo de verano del 2002

La calidad biológica del tramo se ha evaluado a partir de la aplicación del índice B.M.W.P.' en cuatro estaciones de muestreo, seleccionadas por sus características morfo-hidrológicas (mayor heterogeneidad de sustratos y dominancia de medios con corriente):

E-2	Aguas abajo del río Huerva
E-4	Aguas abajo del río Gállego
E-5	Aguas arriba del P.I. Malpica
E-8	Aguas abajo de la Presa de Pina

El listado de taxones y las puntuaciones del índice B.M.W.P.' se presenta en las tablas 4.3.-1 a 4.3.-4, y se resumen a continuación:

	E-2	E-4	E-5	E-8
Nº de Taxones	18	4	14	12
<b>B.M.W.P.'</b>	<b>91</b>	<b>10</b>	<b>47</b>	<b>48</b>
Clase Calidad	Alta	Baja	Media	Media

El índice B.M.W.P.' presenta una variación bastante importante, entre 10 y 91 que representa una calidad desde baja a alta, según la recalificación de las puntuaciones del índice B.M.W.P.' debida a Prat y Munné para su adaptación a las diferentes ecorregiones de la cuenca del Ebro. En el tramo de estudio se aplican las siguientes:

<b>Puntuaciones B.M.W.P.' para tramos de la región 5 del Ebro<sup>1</sup></b>			
> 65 Calidad alta	56 - 65 Calidad buena	40-55 Calidad media	< 40 Calidad baja

La puntuación más elevada (B.M.W.P.' de 91) se registra en el tramo situado bajo la desembocadura del río Huerva. En este tramo el cauce es una tabla con piedras y gravas y la corriente es moderada. La comunidad de macroinvertebrados existente es relativamente diversa y se encuentran 5 especies de efemerópteros, 3 de tricópteros, 2 de crustáceos, 2 de moluscos, 3 de dípteros, 1 heteróptero, 1 hirudíneos y 1 ácaro.

La puntuación más baja (B.M.W.P.' de 10) se encuentra en el tramo inmediato a la desembocadura del río Gállego. Este tramo fluvial recibe los vertidos de dos papeleras (Saica I en el Ebro y La Montañanesa en el Gállego) que pueden influir sobre la calidad biológica del tramo. Se observan tapetes de cianofíceas que recubren los sustratos y abundante producción de gas en el sedimentos de la orilla. Estas condiciones conducen a la simplificación de la comunidad de macroinvertebrados que sólo está representada por oligoquetos, dípteros quironómidos, ostrácodos y efemerópteros (la presencia de los dos últimos taxones se atribuye a su arrastre desde tramos superiores).

El resto del tramo, representado por las estaciones E-5 y E-8, presenta una calidad media según las puntuaciones del B.M.W.P.' (47 - 48). En este caso se ha evitado muestrear directamente bajo los puntos de vertido del Polígono industrial de Malpica y de la EDAR de La Cartuja, por lo que los resultados se consideran representativos del tramo aguas arriba y abajo de estos vertidos, en condiciones de estiaje extremo. La comunidad de macroinvertebrados presenta una composición similar a la de E-2, aunque tiene menos taxones (12 en E-8 y 14 taxones en E-5).

---

<sup>1</sup> Los niveles de calidad son los definidos por Prat y Munné para la región 5 (Eje del Ebro), en la que se incluye el tramo estudiado. Estos autores han efectuado una regionalización de la cuenca del Ebro (para la aplicación de la Directiva Marco) y han definido unos estados de referencia de la calidad biológica basados en el índice B.M.W.P.'

### **4.3.2. Comparación con datos anteriores**

La red biológica de la C.H.E. cuenta con cuatro estaciones de muestreo en el tramo Zaragoza - Escatrón. Los resultados de la aplicación del índice B.M.W.P.' en los veranos del 2001 y 2002 presenta los siguientes resultados:

	Julio-Agosto 2001	Julio-Agosto 2002	Agosto 2002 (presente estudio)
Zaragoza (165)	71	66	91
Burgo de Ebro (295)	71	45	47-48
Pina de Ebro (166)	96	61	-
Escatrón (296)	70	38	-

Se observa que las puntuaciones del índice B.M.W.P.' para el verano del 2002 son inferiores a las del 2001 en los puntos de la red de calidad; no obstante en el muestreo efectuado para el presente estudio se obtiene una puntuación muy elevada en el tramo de Zaragoza, aguas arriba del río Gállego, lo que se atribuye a la mayor diversificación del hábitat en el tramo analizado. Sin embargo, los tramos situados aguas abajo de Zaragoza presentan puntuaciones similares a las que se obtienen en la estación de calidad de El Burgo de Ebro.

La disminución del índice B.M.W.P.' es más acusada en la segunda mitad del tramo, es decir desde Pina a Escatrón, lo que se atribuye al mayor estancamiento del agua. Esto limita la presencia de la mayoría de taxones de la comunidad existente en el tramo que precisan agua corriente.

## **4.4. ESTADO DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO**

La evaluación de la calidad ecológica del tramo fluvial se ha basado en la aplicación de los criterios metodológicos del estudio "Estado Ecológico del río Ebro" (C.H.E., 1998). Esto tiene gran interés ya que ha permitido determinar sí el estado ecológico del río cambiaba sustancialmente en las condiciones de estiaje extremo del verano del 2002, respecto a las existentes en un periodo estival menos seco (con caudales del orden de 30 m<sup>3</sup>/s).

La determinación del estado ecológico se basa en la evaluación de diferentes parámetros del entorno fluvial, entre los que se encuentran:

- Calidad visual del agua
- Calidad morfológico-hidrológica
- Calidad de los hábitats para la fauna acuática
- Calidad de la vegetación de ribera
- Calidad de los hábitats para la fauna ribereña

Los parámetros ambientales listados en la primera columna están directamente influidos por el caudal, por lo que sólo éstos han sido valorados en el muestreo<sup>1</sup>; además las evaluaciones sólo se han realizado en subtramos seleccionados ya que el recorrido integral del tramo fluvial supera el alcance del estudio.

Los resultados de la evaluación del estado ecológico se presentan en la tabla 4.4.-1 (datos de caracterización ecológica de los subtramos) y en la tabla 4.4.-2 (valoraciones). El análisis de los resultados muestra que las calificaciones del estado ecológico de los tramos no presentan cambios sustanciales respecto a las del estudio de la C.H.E. (1998):

<b>Tramo</b>	<b>Estado Ecológico</b>	<b>Valoración 2002</b>
Puente de Alagón -Puente de Alfocea	Aceptable	No cambia
Puente de Alfocea - Río Gállego	Malo	No cambia
Río Gállego - Presa Pina	Aceptable	Empeora
Presa Pina - Pina de Ebro	Aceptable	No cambia
Pina de Ebro - Azud C.H. Gelsa	Aceptable	No cambia
Azud C.H. Gelsa - Azud Cinco Olivas	Aceptable	No cambia
Azud Cinco Olivas - C.H. Sástago	Bueno	Empeora

---

<sup>1</sup> Ver tablas de evaluación en el Estudio de la Calidad Ecológica Integral del río Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro. 1998 (se puede consultar en la web de la C.H.E.).

El estado ecológico se mantiene en casi todos los tramos a pesar de que las puntuaciones parciales de los parámetros diagnóstico pueden disminuir algo; no obstante en los tramos de la desembocadura del río Gállego y en los meandros de Sástago podría existir un ligero empeoramiento del estado ecológico. Esto está motivado, en ambos casos, por la disminución de las calidades morfológico-hidrológicas y del hábitat para la fauna acuática. En concreto, aumenta el carácter léntico del río, el hábitat se hace más homogéneo y aumenta la eutrofia (se incrementa el perifiton y los macrófitos sumergidos) (Fotos 24 a 27). No obstante no se detectan signos de estrés hídrico, el río mantiene su continuidad incluso en los brazos marginales y sólo se aprecia una mayor extensión de las orillas más llanas al descender el nivel del agua. Además en los tramos visitados no se identifica ninguna situación crítica para los peces.

Apéndice 1

**Tablas**

Tabla 3.-1

Localización de las estaciones de muestreo en el río Ebro.

Estación muestreo	Coordenadas	Localidad	Medidas directas	Muestras agua	Índice B.M.W.P.
E-A	655185 4628436	Puente río Alagón	✓		
E-B	664194 4623359	Barcaza Sobradiel	✓		
E-C	670104 4619512	Puente de Alfocea	✓		
E-0	672988 4614545	Elev. Almozara	✓		
E-1	673451 4614563	EDAR Almozara	✓	✓	
E-2	678470 4613355	Bajo río Huerva	✓		✓
E-3	679064 4613172	Bajo SAICA 1	✓	✓	
E-4	679258 4613100	Bajo río Gállego	✓	✓	✓
E-5	682638 4609533	Sobre P. Malpica	✓		✓
E-6	683247 4609413	Bajo P. Malpica	✓	✓	
E-7	683074 4608693	EDAR Cartuja	✓	✓	✓
E-8	692577 4604179	Bajo presa Pina	✓	✓	
E-9	694650 4602850	Bajo SAICA 2	✓		
E-10	705811 4596177	Puente de Pina	✓		
E-11	711650 4588421	Azud Gelsa	✓		
E-12	710988 4586129	Puente de Gelsa	✓		
E-13	719750 4579931	Cinco Olivas	✓		
E-14	722617 4577698	Puente de Sástago	✓		

Tabla 4.2.-1

Resultados de las medidas directas efectuadas en las aguas del río Ebro (tramo Zaragoza-Sástago) durante los días 31 de julio y 2 de agosto del 2002.

Punto	Localización	Fecha	Hora	Temp	Cond	pH	Oxígeno		NH4
				°C	µS/cm		mg/L	%	mg/L
E-A	Puente Alagón	1-ago	17.30	22,8	2.580	8,12	11,00	131	0,07
E-B	Barcaza Sobradíel	1-ago	18.20	24,3	2.500	8,18	15,40	187	0,03
E-C	Puente Alfocea	1-ago	18.50	22,9	2.510	8,09	10,51	125	0,07
E-0	Elev Almozara	31-jul	6.15	22,6	2.600	7,69	5,20	62	0,12
E-1	EDAR Almozara	31-jul	5.34	23,4	2.600	7,65	5,96	71	0,20
E-1	EDAR Almozara	31-jul	17.20	23,0	2.580	7,97	9,91	118	3,40
E-2	Bajo Huerva	31-jul	7.50	22,4	2.570	7,88	5,85	69	0,25
E-2	Bajo Huerva	1-ago	20.00	23,1	2.580	8,20	12,10	144	0,07
E-3	Bajo SAICA 1	31-jul	7.30	21,7	2.560	7,77	5,33	24	0,45
E-3	Bajo SAICA 1	31-jul	18.05	24,6	2.610	7,94	10,44	128	1,40
E-4	Bajo Gállego	31-jul	7.15	20,8	2.320	7,68	3,30	38	0,40
E-4	Bajo Gállego	2-ago	9.30	-	-	-	4,50	-	-
E-4	Bajo Gállego	31-jul	18.25	26,1	2.430	7,80	5,45	68	0,55
E-5	Sobre Malpica	31-jul	9.20	21,6	2.540	7,72	3,56	41	0,12
E-5	Sobre Malpica	2-ago	10.30	21,0	-	-	-	-	-
E-6	Bajo Malpica	1-ago	6.23	20,8	2.560	7,68	2,51	29	0,12
E-6	Bajo Malpica	2-ago	10.40	21,3	-	-	5,10	59	-
E-6	Bajo Malpica	31-jul	19.20	24,1	2.580	8,15	11,15	135	0,15
E-7	EDAR Cartuja	31-jul	8.50	23,4	2.470	7,54	4,43	53	16,00
E-7	EDAR Cartuja	31-jul	19.50	24,6	2.450	7,55	8,86	108	16,00
E-8	Bajo presa Pina	1-ago	6.50	22,3	2.560	7,97	7,22	85	0,45
E-8	Bajo presa Pina	31-jul	20.30	23,3	2.560	7,82	6,04	72	2,40
E-9	Bajo SAICA 2	1-ago	7.22	21,5	2.580	7,77	6,22	72	1,40
E-9	Bajo SAICA 2	2-ago	12.20	22,6	2.600	8,02	11,28	133	0,25
E-10	Puente Pina	1-ago	8.00	21,6	2.990	7,75	8,78	102	0,05
E-10	Puente Pina	2-ago	13.20	23,8	2.590	8,14	17,09	206	0,07
E-11	Azud Gelsa	1-ago	8.50	23,5	3.100	7,80	10,87	130	0,10
E-11	Azud Gelsa	2-ago	15.05	25,3	2.640	8,23	19,67	243	-
E-12	Puente Gelsa	1-ago	8.25	23,1	3.110	7,78	8,97	107	0,10
E-12	Puente Gelsa	2-ago	15.35	27,0	2.660	8,36	18,21	232	0,05
E-13	Cinco Olivas	2-ago	16.10	26,8	2.640	8,18	12,49	158	-
E-14	Puente Sástago	1-ago	9.30	24,5	2.620	7,78	11,12	136	0,10
E-14	Puente Sástago	2-ago	16.45	25,5	2.620	8,27	16,60	206	0,12

Tabla 4.2.-2

Resultados físico-químicos del agua del río Ebro en las estaciones de muestreo indicadas. Datos de 31 de julio del 2002 (las muestras se tomaron de forma secuencial entre las 17:20 horas en E-1 y las 20:30 en E-8).

Punto	Localización	<b>P-PO<sub>4</sub></b> mg/L	<b>PTOT</b> mg/L	<b>NH<sub>4</sub></b> mg/L	<b>NO<sub>2</sub></b> mg/L	<b>NO<sub>3</sub></b> mg/L	<b>Alcalin.</b> meq/L	<b>Ca</b> mg/L	<b>SO<sub>4</sub></b> mg/L	<b>Cl</b> mg/L	<b>M.E.S.</b> mg/L	<b>D.Q.O.</b> mg/L	<b>D.B.O.</b> mg/L
E-1	EDAR Almozara	0,218	0,355	3,40	0,446	20,08	5,17	273,3	558,2	455,3	30,0	23,6	10,1
E-3	Bajo SAICA 1	0,181	0,123	1,40	0,167	19,09	5,34	346,7	583,6	478,0	193,0	254,6	165,1
E-4	Bajo Gállego	0,053	0,137	0,55	0,237	15,81	4,64	244,5	461,0	388,6	26,6	42,0	15,5
E-6	Bajo Malpica	0,128	0,192	0,15	0,297	19,19	4,80	264,5	556,1	453,9	20,0	31,5	8,3
E-7	EDAR Cartuja	0,042	0,436	16,00	0,442	8,58	5,38	220,4	480,0	422,7	14,6	39,4	18,9
E-8	Bajo Presa Pina	0,015	0,211	2,40	1,541	20,95	4,94	270,5	543,4	448,2	21,1	57,7	3,5

**Tabla 4.3.-1**  
**ÍNDICE B.M.W.P.'**

Estación: **E-2** (Ebro aguas abajo río Huerva)

Fecha: 2-08-02

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

PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE BMWP' (Alba-Tercedor, J. & Pujante, A.M., 2000): **91**

CLASE DE CALIDAD	PUNTUACIÓN BMWP'	SIGNIFICADO
I	> 150	Aguas muy limpias (prístinas)
	101-150	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
II	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
III	36-60	Aguas contaminadas (sistema alterado)
IV	16-35	Aguas muy contaminadas (sistema muy alterado)
V	<15	Aguas fuertemente contaminadas (sistema fuertemente alterado)

**Tabla 4.3.-2**  
**ÍNDICE B.M.W.P.'**

Estación: **E-4** (Ebro aguas abajo río Gállego)

Fecha: 2-08-02

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

PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE BMWP' (Alba-Tercedor, J. & Pujante, A.M., 2000): **10**

CLASE DE CALIDAD	PUNTUACIÓN BMWP'	SIGNIFICADO
I	> 150	Aguas muy limpias (prístinas)
	101-150	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
II	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
III	36-60	Aguas contaminadas (sistema alterado)
IV	16-35	Aguas muy contaminadas (sistema muy alterado)
V	<15	Aguas fuertemente contaminadas (sistema fuertemente alterado)

**Tabla 4.3.-3**  
**ÍNDICE B.M.W.P.'**

Estación: **E-5** (Ebro aguas arriba P.Malpica)

Fecha: 2-08-02

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

PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE BMWP' (Alba-Tercedor, J. & Pujante, A.M., 2000): **47**

CLASE DE CALIDAD	PUNTUACIÓN BMWP'	SIGNIFICADO
I	> 150	Aguas muy limpias (prístinas)
	101-150	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
II	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
III	36-60	Aguas contaminadas (sistema alterado)
IV	16-35	Aguas muy contaminadas (sistema muy alterado)
V	<15	Aguas fuertemente contaminadas (sistema fuertemente alterado)

**Tabla 4.3.-4**  
**ÍNDICE B.M.W.P.'**

Estación: **E-8** (Ebro en Presa Pina)

Fecha: 2-08-02

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

PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE BMWP' (Alba-Tercedor, J. & Pujante, A.M., 2000): **48**

CLASE DE CALIDAD	PUNTUACIÓN BMWP'	SIGNIFICADO
I	> 150	Aguas muy limpias (prístinas)
	101-150	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
II	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación
III	36-60	Aguas contaminadas (sistema alterado)
IV	16-35	Aguas muy contaminadas (sistema muy alterado)
V	<15	Aguas fuertemente contaminadas (sistema fuertemente alterado)

AÑO: 2002

PROYECTO: CHE / 46594-010-5001

TÉCNICOS: X. Escuté y G. Gómez

Código	Long Tramo (m)	Aspecto agua				Aspecto sustrato					Regimen velocidad (%)				Venas o brazos		Descripción del Hábitat
		Transparente	Turbia	Color	Espuma	Piedras limpias	P. con barrillo	Color negro/rojo	Con perifiton	Algas filamentosas o bacterias	Lento-profundo	Lento-somero	Rápido-profundo	Rápido-somero	Conectados	No conectados	
E-A	700		✓	verde					✓				✓	✓			Corriente moderada, más lenta en la margen derecha donde hay una playa de guijarros con algas filamentosas y escasa profundidad. En la margen izquierda el cauce tiene mayor profundidad y la orilla está bordeada por bosque de ribera. Agua turbia.
E-B	700		✓	verde						✓			✓	✓			Cauce muy ancho y profundo con récula conectada a la corriente principal. Corriente moderada. Abundan gravas en la playa. Hay crecimientos de macrófitos. Buen aspecto.
E-C	900		✓	verde				✓	✓	✓	✓						Cauce ancho (70 m) y corriente lenta tanto en la zona somera como en la profunda. Agua turbia y de color verde. Crecimientos de macrófitos ( <i>Ceratophyllum demersum</i> ). Orillas con piedras, gravas y sedimento. La calidad visual es buena.
E-1	500	✓		verde	✓			✓	✓	✓							Tramo profundo y léntico. Agua relativamente transparente aunque con espuma. Los sustratos sumergidos presentan depósitos de sedimento y crecimientos de perifiton y algas filamentosas. Orilla izquierda con playa, carrizal y tamarizal. Abundan runas.
E-2	900		✓	verde	✓			✓	✓				✓	✓			La mayor parte del cauce es una tabla somera. Agua algo turbia de color verde. Sustratos con crecimientos de perifiton y algas filamentosas. La calidad visual es aceptable. El agua huele mal. Podría existir una cierta limitación de hábitat para peces grandes.

AÑO: 2002

PROYECTO: CHE / 46594-010-5001

TÉCNICOS: X. Escuté y G. Gómez

Código	Long Tramo (m)	Aspecto agua				Aspecto sustrato					Regimen velocidad (%)				Venas o brazos		Descripción del Hábitat
		Transparente	Turbia	Color	Espuma	Piedras limpias	P. con barrillo	Color negro/rojo	Con perifiton	Algas filamentosas o bacterias	Lento-profundo	Lento-somero	Rápido-profundo	Rápido-somero	Conectados	No conectados	
E-3	800		✓	lechoso			✓	✓	✓	✓			✓	✓			El cauce es una tabla somera de corriente moderada; en la margen derecha es más profundo. Emergen los tres emisarios de Saica 1. Se aprecia una pluma de agua de aspecto lechoso y turbidez moderada.
E-4	800		✓	verde			✓		✓	✓	✓		✓				El tramo es bastante profundo, en la zona de la desembocadura del Gállego es más somero; los sustratos presentan recubrimientos de cianofíceas y bacterias filamentosas, color negro y se desprende gas y huele mal al mover los sustratos.
E-6	800		✓	verde			✓		✓	✓	✓	✓		✓			Cauce ancho con corriente moderada. Existe un brazo en la MI conectado con la corriente principal, en el que vierte el P.I. de Malpica. Se efectuaban obras de conexión del vertido con la EDAR La Cartuja situada en la MD. Agua verdosa y con mal olor. Abunda el perifiton.
E-7	1000		✓	verde-gris			✓		✓	✓			✓	✓			Tramo ancho con corriente favorecida por el vertido de la EDAR de La Cartuja. Agua turbia de color grisáceo. Sustratos con recubrimiento elevado de perifiton. Playas con gravas, especialmente en la margen derecha.
E-8	800		✓	verde			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			Tramo con todas las combinaciones hidromorfológicas, por la presencia de la Presa de Pina y la diversificación del hábitat que existe aguas abajo. Presenta una buena calidad visual.

AÑO: 2002

PROYECTO: CHE / 46594-010-5001

TÉCNICOS: X. Escuté y G. Gómez

Código	Long Tramo (m)	Aspecto agua				Aspecto sustrato					Regimen velocidad (%)				Venas o brazos		Descripción del Hábitat
		Transparente	Turbia	Color	Espuma	Piedras limpias	P. con barrillo	Color negro/rojo	Con perifiton	Algas filamentosas o bacterias	Lento-profundo	Lento-somero	Rápido-profundo	Rápido-somero	Conectados	No conectados	
E-9	1000		✓	verde				✓	✓	✓			✓	✓			Cauce con una tabla moderadamente profunda y una zona somera en la margen derecha. El agua es algo turbia, verdosa. Sustratos con perifiton y algas filamentosas. Es visible el vertido de Saica 2 pero no forma pluma de turbidez. El tramo presenta una buena calidad visual.
E-10	1000		✓ ✓	marrón				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			Buena disponibilidad de combinaciones hidromorfológicas en la zona del Puente de Pina. Aguas abajo existe una isla y un tramo muy somero sensible a caudales bajos. Elevada turbidez inorgánica del agua que se atribuye a movimientos de peces en el fondo.
E-11	800		✓	verde-parda				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			Buena diversidad de hábitats. Cauce fluvial con brazos anastomosados. El azud de la C.H. de Gelsa presenta aguas eutróficas y muy productivas.
E-12	900		✓	verde intenso						✓				✓			Aspecto léntico y profundo (no se ven los sustratos sumergidos). Isla situada aguas abajo del azud. Aguas productivas. Carpas muy grandes.
E-13	50		✓	verde intenso				✓	✓	✓							Aspecto léntico y profundo. Crecimientos de macrófitos en las márgenes. Aguas productivas.
E-14	1.500		✓	verde intenso						✓							Tramo léntico y profundo de características similares a los anteriores. Hay crecimientos de macrófitos en las orillas. Aguas productivas.

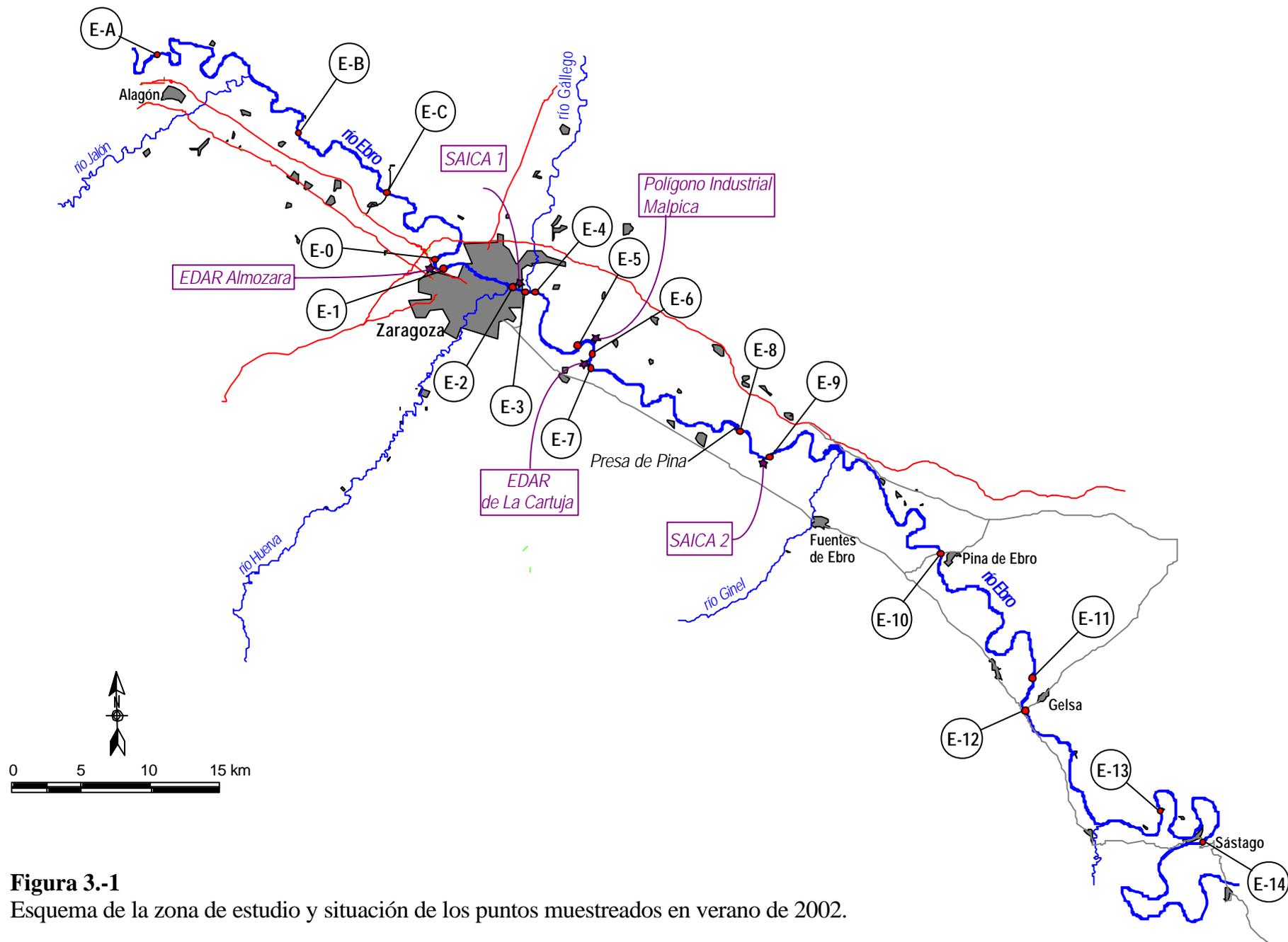
Tabla 4.4.-2

Evaluación del Estado Ecológico del río Ebro en los tramos indicados, según el método seguido en el "Estudio de la Calidad Ecológica Integral del río Ebro (C.H-E., 1998)". Las valoraciones se indican según lo siguiente: O= Óptimo; S = Subóptimo; R = Regular; M= Mala.

Estación	Localización	Calidad visual		Morfología-Hidrología		Hábitats fauna acuática		Calidad Vegetación ribera		Hábitats fauna ribereña		ESTADO ECOLÓGICO
		Val.	Punt.	Val.	Punt.	Val.	Punt.	Val.	Punt.	Val.	Punt.	
32	Puente de Alagón -Puente de Alfocea	S	6	S	8	S	7	R	4	R	5	<b>ACEPTABLE</b>
E-A	Puente de Alagón		5		5		5		-		-	
E-B	Barcaza Sobradíel		5		5		5		-		-	
E-C	Puente Alfocea		5		4		4		-		-	
	Valoración 2002	R	5	R	5	R	5	-	-	-	-	<b>No cambia</b>
33	Puente de Afocea - Río Gállego	R	5	S	8	R	5	M	2	R	4	<b>MALO</b>
E-1	EDAR Almozara		2		3		3		-		-	
E-2	Bajo Huerva		5		7		6		-		-	
E-3	Bajo Saica 1		3		4		3		-		-	
	Valoración 2002	R	4	R	5	R	4	-	-	-	-	<b>No cambia</b>
34	Río Gállego - Presa Pina	M	2	S	8	S	6	R	4	S	7	<b>ACEPTABLE</b>
E-4	Bajo Gállego		2		3		3		-		-	
E-6	Zona P. Malpica		4		7		6		-		-	
E-7	Bajo EDAR La Cartuja		1		4		3		-		-	
	Valoración 2002	M	2	R	5	R	5	-	-	-	-	<b>Empeora</b>
35	Presa Pina - Pina de Ebro	R	3	S	8	S	6	S	6	S	8	<b>ACEPTABLE</b>
E-8	Presa Pina		3		8		7		-		-	
E-9	Zona Saica 2		4		4		4		-		-	
E-10	Puente de Pina		6		8		7		-		-	
	Valoración 2002	R	4	S	7	S	6	-	-	-	-	<b>No cambia</b>
36	Pina de Ebro - Azud C.H. Gelsa	R	4	S	6	S	7	R	3	R	3	<b>ACEPTABLE</b>
E-11	Azud Gelsa		5		5		5		-		-	
	Valoración 2002	R	5	R	5	R	5	-	-	-	-	<b>No cambia</b>
37	Azud C.H. Gelsa - Azud Cinco Olivas	R	4	R	4	R	4	R	3	R	3	<b>ACEPTABLE</b>
E-12	Puente de Gelsa		5		3		3		-		-	
E-13	Cinco Olivas		5		2		3		-		-	
	Valoración 2002	R	5	R	3	R	3	-	-	-	-	<b>No cambia</b>
38	Azud Cinco Olivas - C.H. Sástago	R	5	S	7	S	8	O	9	O	9	<b>BUENO</b>
E-14	Puente de Sástago		5		3		3		-		-	
	Valoración 2002	R	5	R	3	R	3	-	-	-	-	<b>Empeora</b>

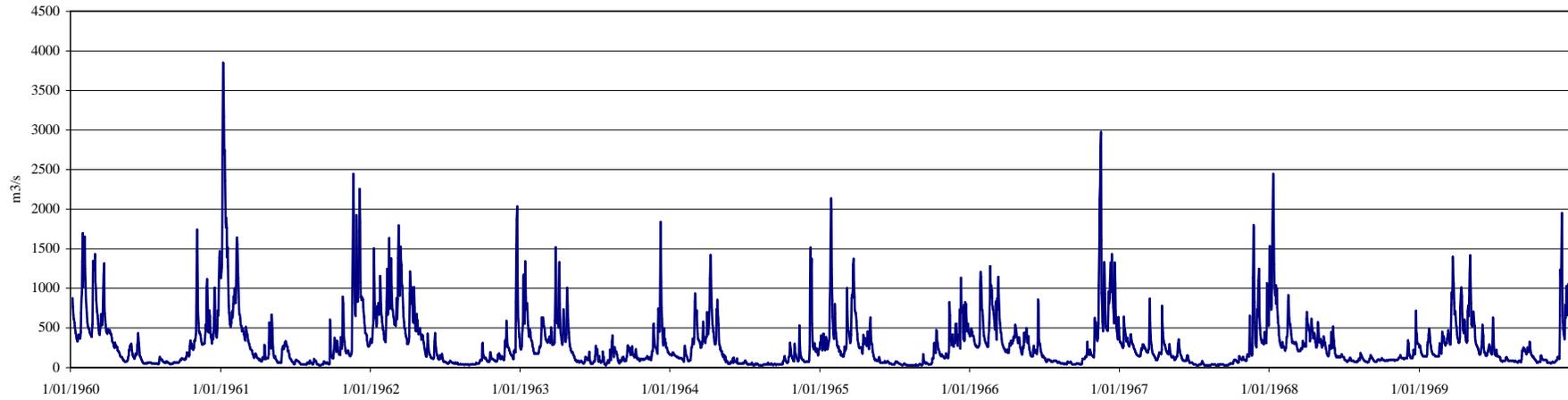
Apéndice 2

## Figuras



**Figura 3.-1**  
 Esquema de la zona de estudio y situación de los puntos muestreados en verano de 2002.

### Caudal Zaragoza 1960-1969



### Caudales mínimos Zaragoza 1960-1969

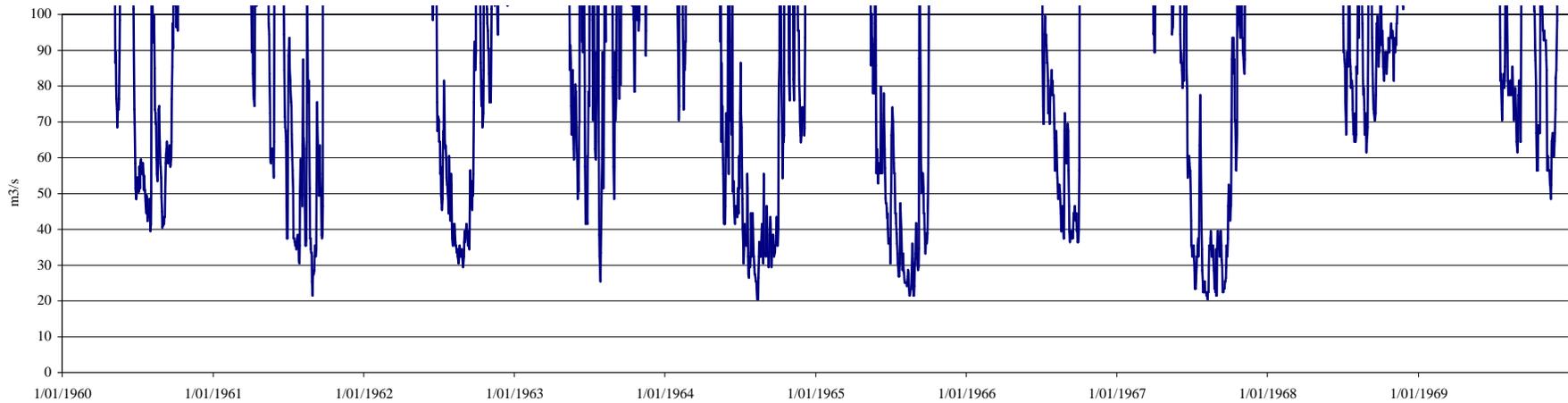
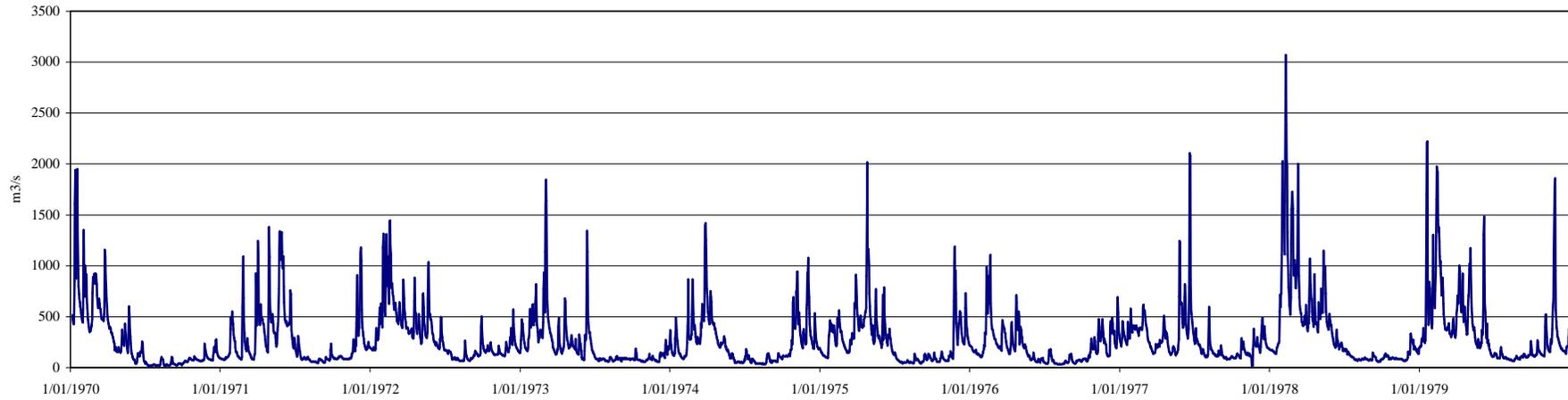


Figura 4.1.-1a

Variación del caudal del río Ebro en Zaragoza (serie histórica entre 1960 y 1969 en la estación de aforo EA-11).

### Caudal Zaragoza 1970-1979



### Caudales mínimos Zaragoza 1970-1979

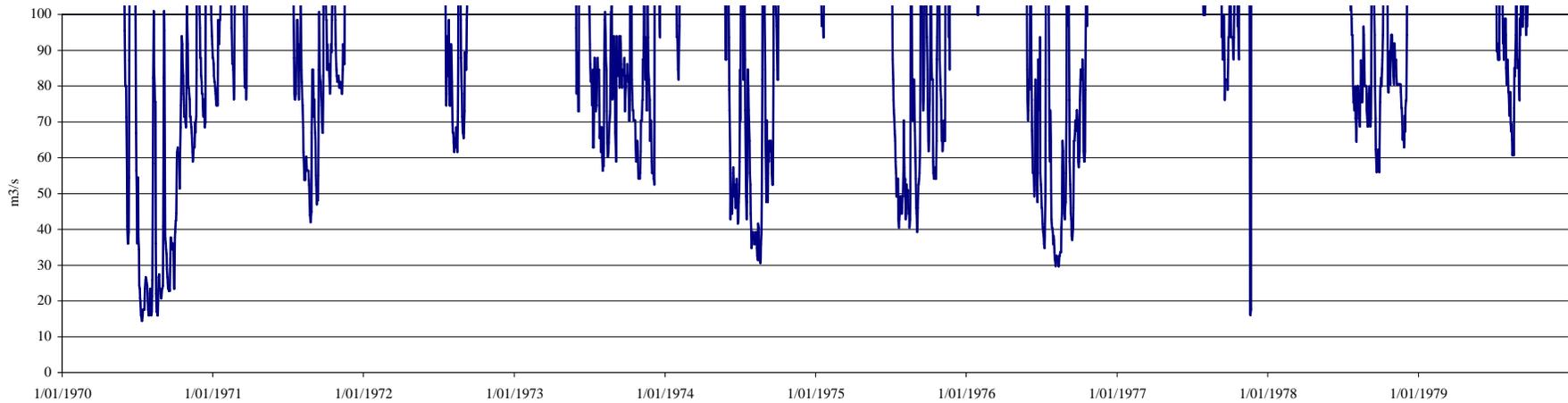
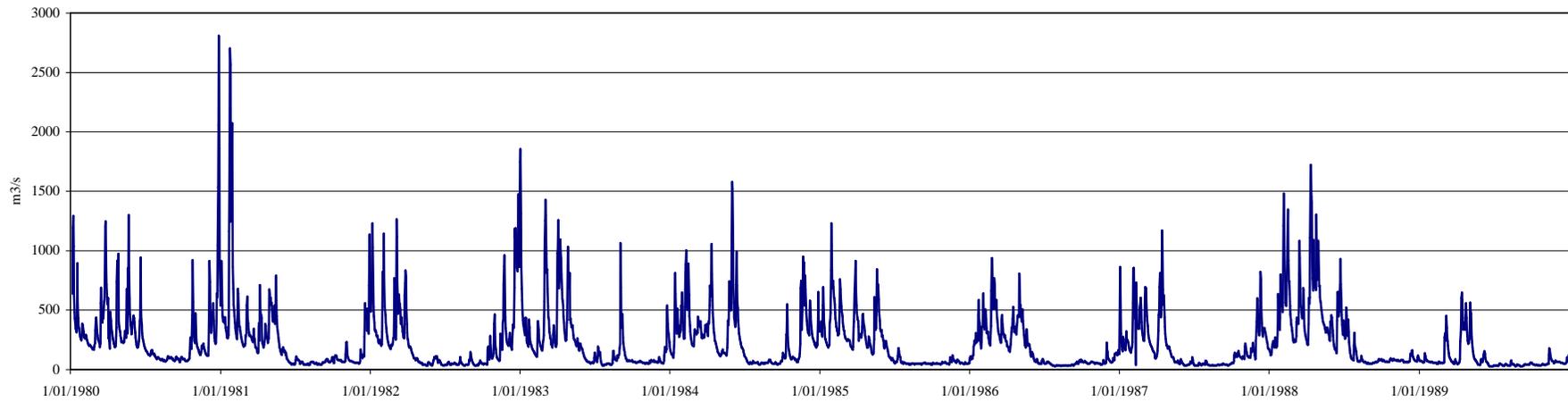


Figura 4.1.-1b

Variación del caudal del río Ebro en Zaragoza (serie histórica entre 1970 y 1979 en la estación de aforo EA-11).

### Caudal Zaragoza 1980-1989



### Caudales mínimos Zaragoza 1980-1989

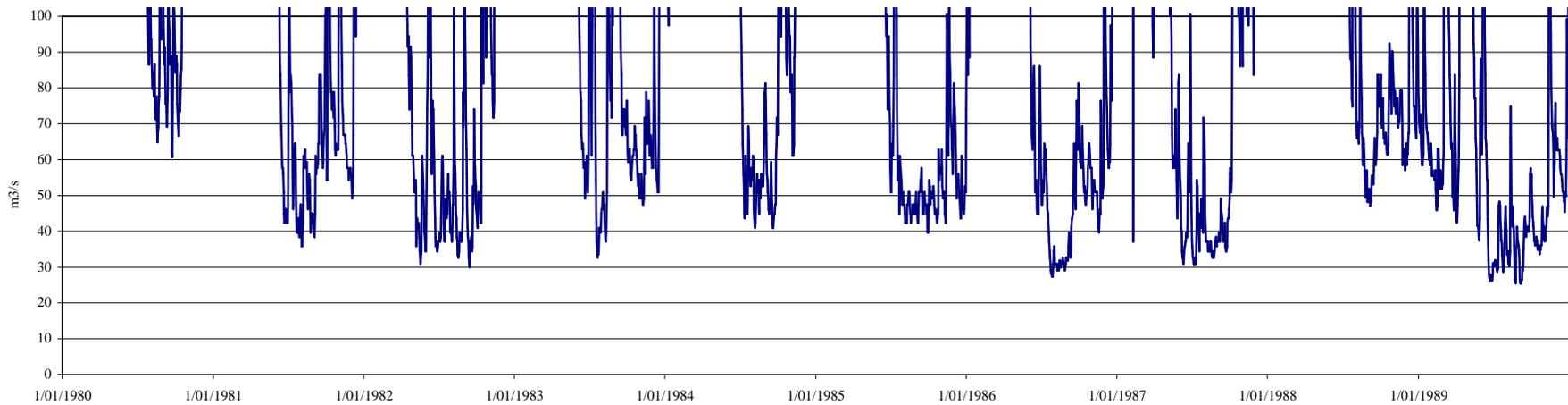
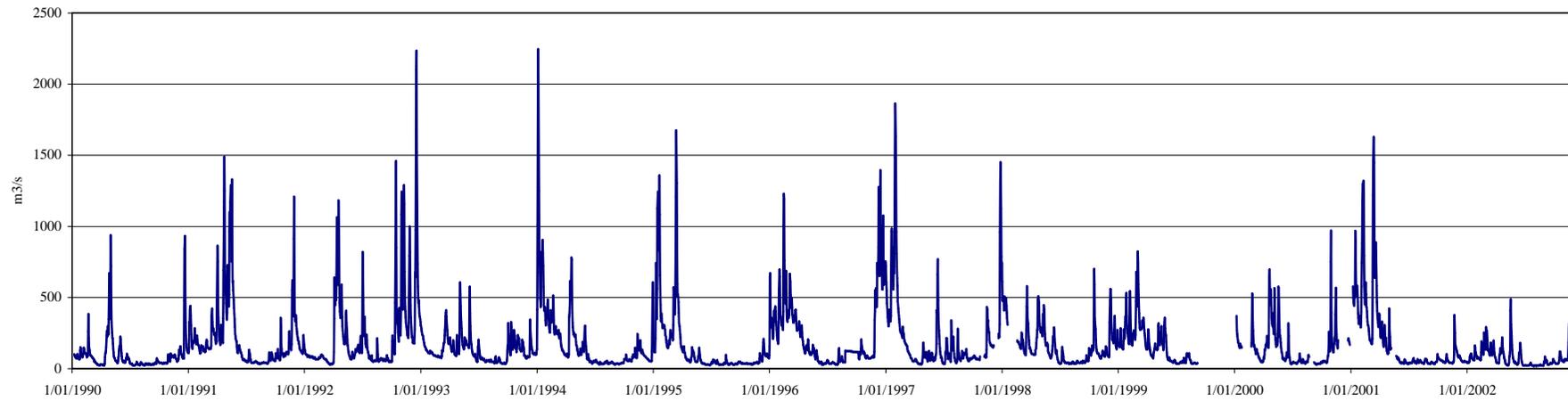


Figura 4.1.-1c  
Variación del caudal del río Ebro en Zaragoza (serie histórica entre 1980 y 1989 en la estación de aforo EA-11).

### Caudal Zaragoza 1990-2002



### Caudales mínimos Zaragoza 1990-2002

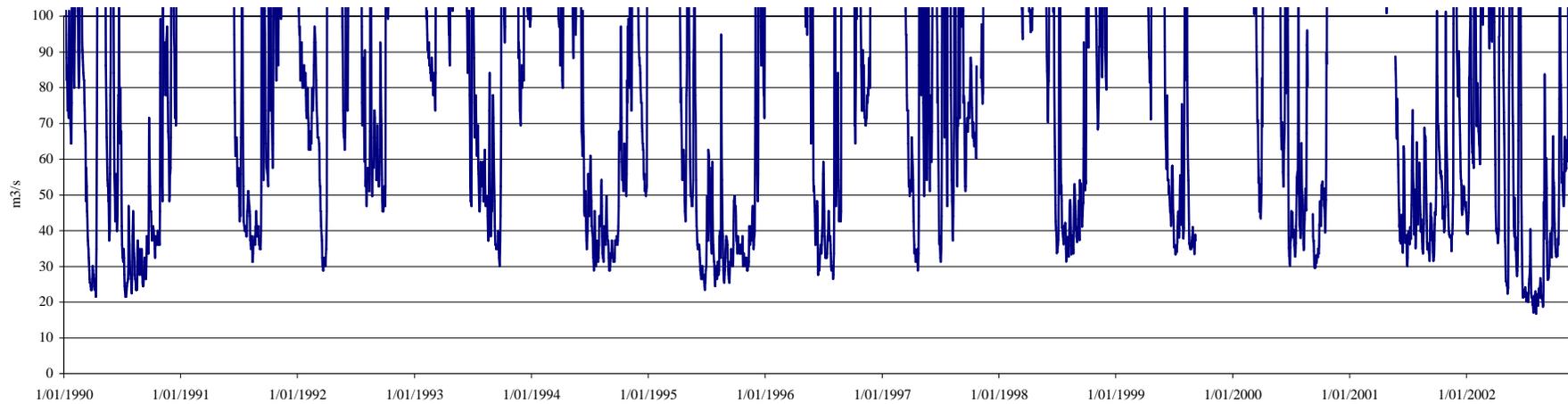


Figura 4.1.-1d

Variación del caudal del río Ebro en Zaragoza (serie histórica entre 1990 y 2002 en la estación de aforo EA-11).

### Nº días con caudales mínimos en Zaragoza

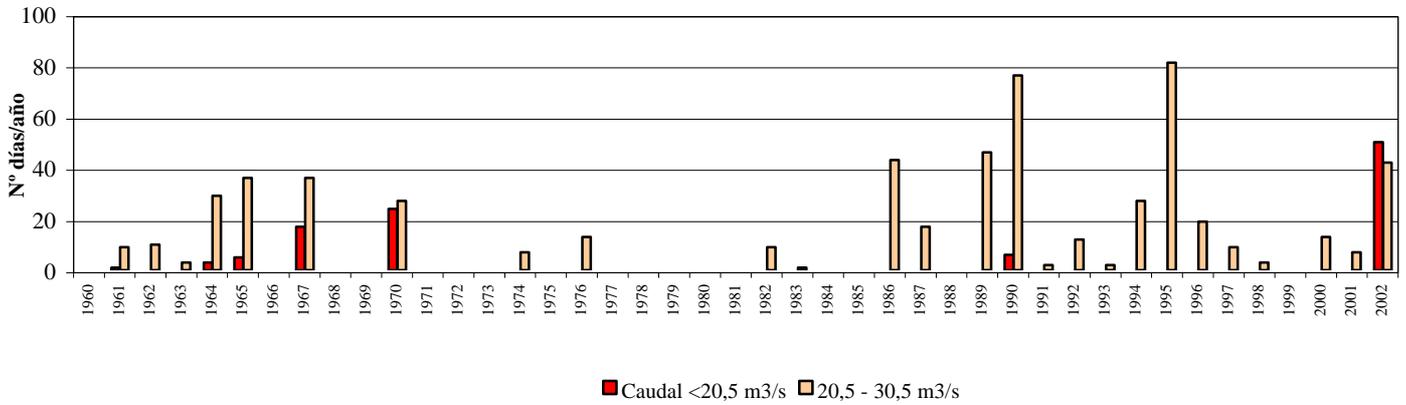


Figura 4.1.-2

Nº de días por año en los que el caudal diario ha sido inferior o igual al caudal mínimo, de 30 m<sup>3</sup>/s, establecido para el río Ebro a su paso por Zaragoza. Datos entre 1960 hasta 2002.

### Caudal medio diario del río Ebro en Zaragoza Verano 2002

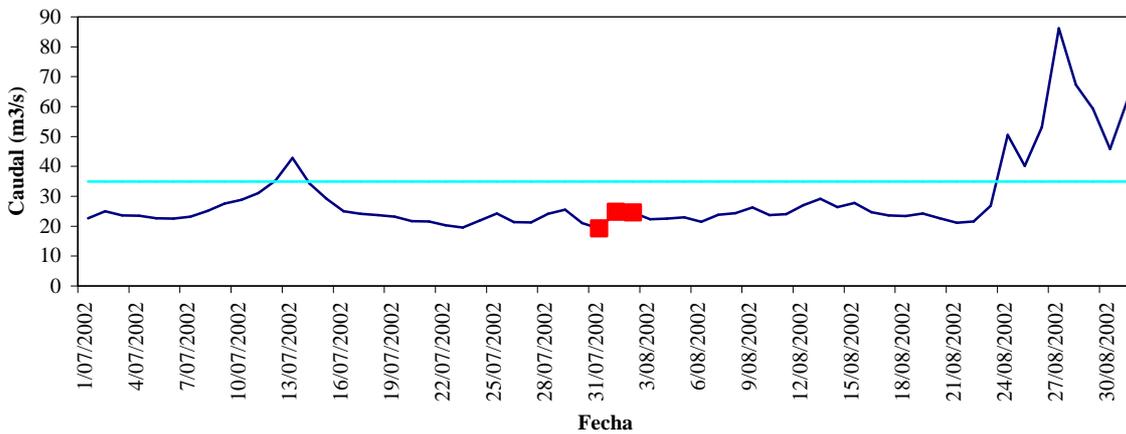


Figura 4.1.-3.

Caudales medios diarios del río Ebro a su paso por Zaragoza en julio y agosto del 2002. Los puntos rojos indican las fechas del muestreo y la línea celeste el caudal de 30 m<sup>3</sup>/s.

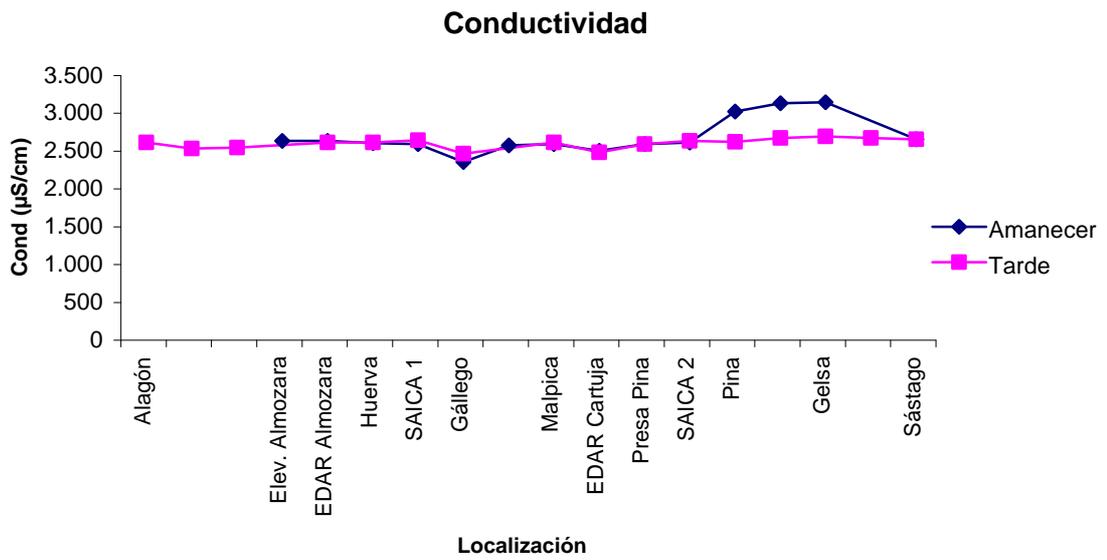


Figura 4.2.-1  
Evolución de la conductividad a lo largo del tramo de estudio.

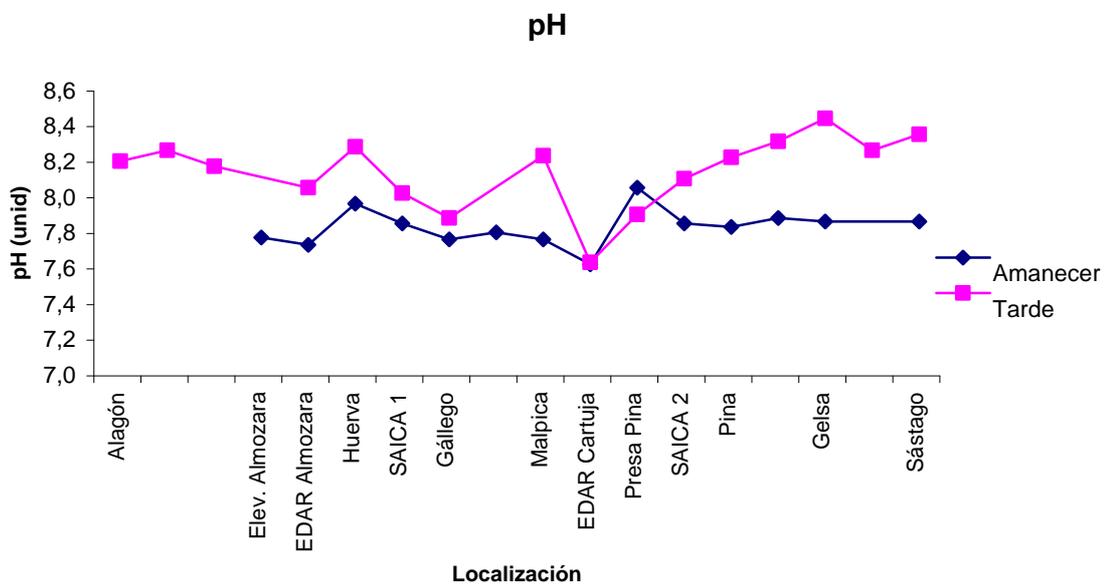


Figura 4.2.-2.  
Evolución del pH a lo largo del tramo de estudio.

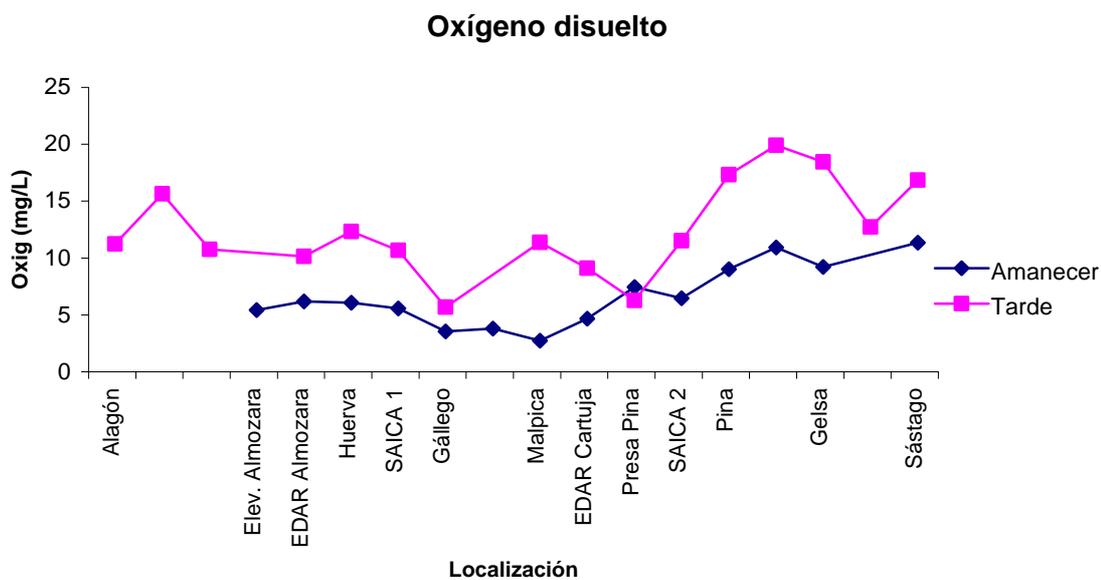


Figura 4.2.-3.  
Evolución de la concentración de oxígeno disuelto a lo largo del tramo de estudio.

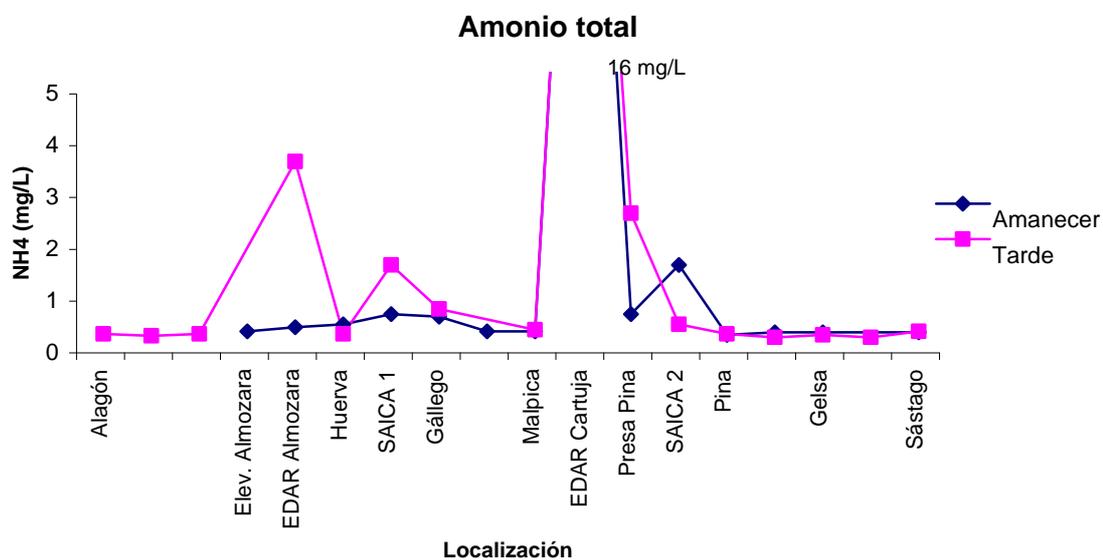
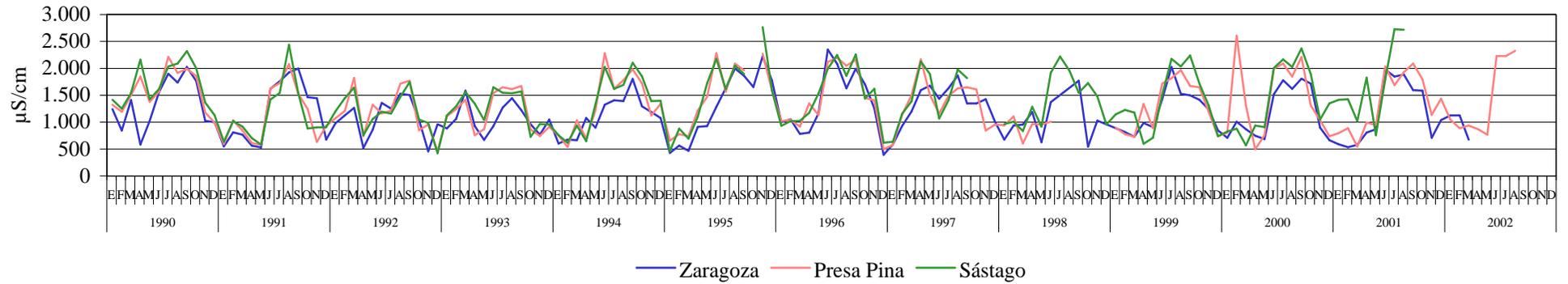


Figura 4.2.-4.  
Evolución de la concentración de amonio total a lo largo del tramo de estudio.

### Conductividad río Ebro



### Conductividad > 2.000 µS/cm

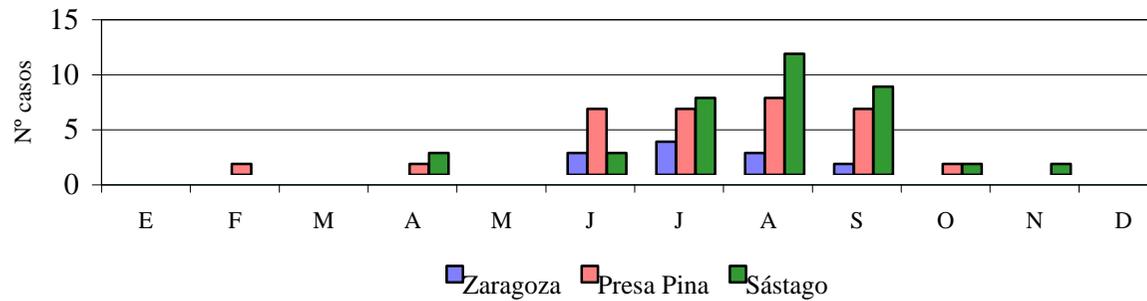
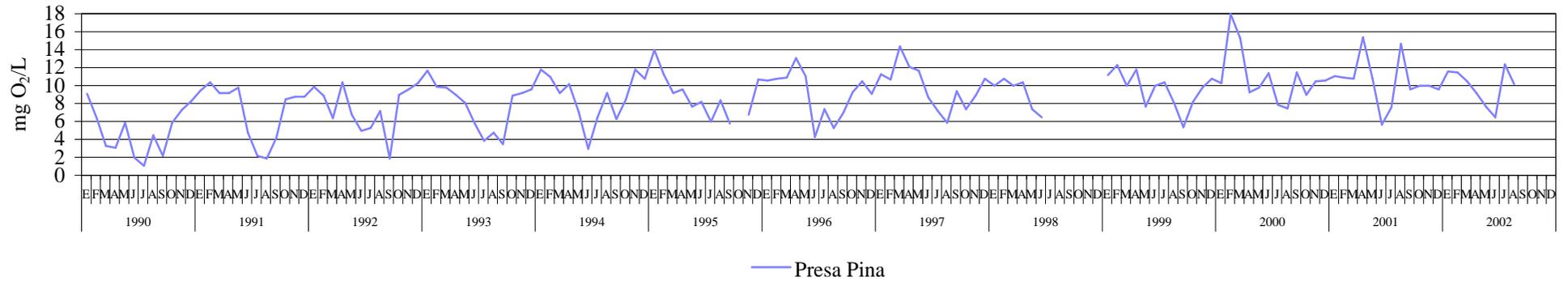


Figura 4.2.-5

Variación de la conductividad del agua en el río Ebro entre Zaragoza y Sástago. Datos históricos de las estaciones de calidad de la C.H.E. (E-11, E-211 y E-112) entre 1990 y los datos disponibles del 2002. La figura inferior presenta la distribución temporal de las conductividades que superan 2.000 µS/cm para los datos históricos existentes entre 1981 y 2002.

### Oxígeno disuelto río Ebro



### Amonio río Ebro

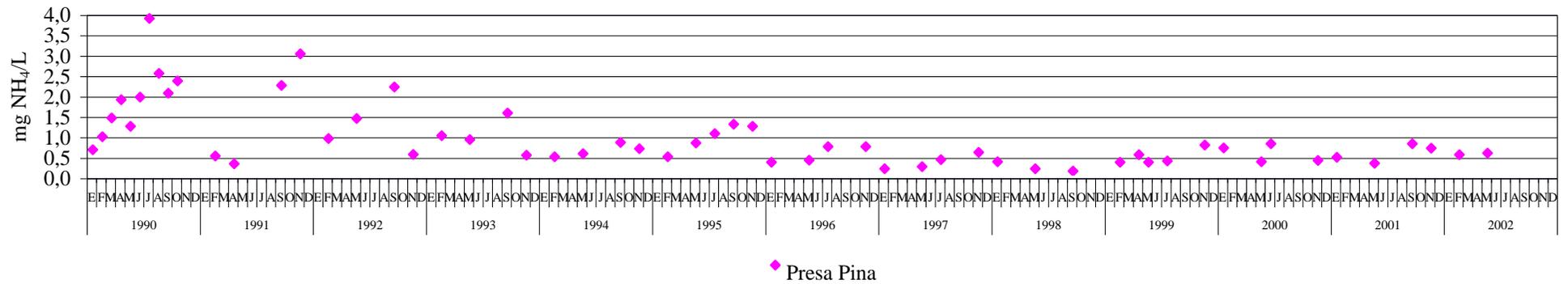


Figura 4.2.-6

Variación de las condentraciones de oxígeno disuelto y de amonio en el río Ebro, en la Presa de Pina. Datos históricos de la estación de calidad de la C.H.E. en la Presa de Pina (E-211) entre 1990 y datos disponibles del 2002.

Apéndice 3

**Fotos**

Foto 1

Río Ebro en las inmediaciones del puente del río Alagón (E-A).



Foto 2

Formaciones de ribera en la margen derecha. El tramo presenta una corriente moderada. El agua tiene un color verde-marronoso.



Foto 3

Detalle del sustrato que aparece recubierto de perifiton y de algas filamentosas.



Foto 4

Río Ebro en el paso de barcaza de Sobradriel (E-B). El cauce fluvial es ancho, con una récula. Ambiente léntico.



Foto 5

Río Ebro en las inmediaciones del puente de Alfocea (E-C). Ambiente léntico con crecimientos de macrófitos sumergidos.



Foto 6

Río Ebro aguas arriba de Zaragoza. La lámina de agua ocupa todo el cauce. Ambiente léntico.



Foto 7

Punto de vertido de la EDAR de La Almozara.



Foto 8

Río Ebro a su paso por Zaragoza. El tramo está dominado por tablas someras.



Foto 9

Río Ebro aguas abajo de la Basílica del Pilar y del tramo de puentes.



Foto 10

Aspecto de los sustratos que presentan un abundante recubrimiento de perifiton y algas filamentosas.

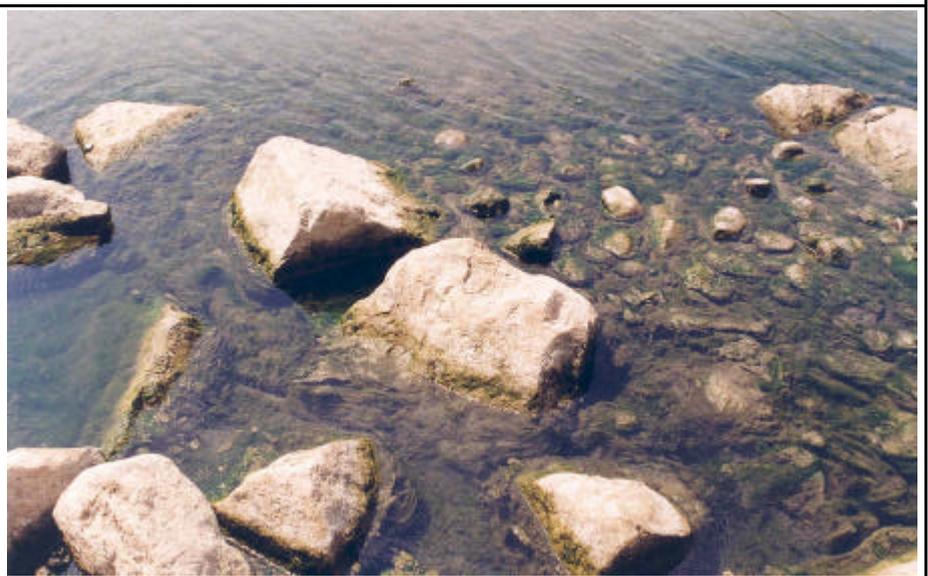


Foto 11

Río Ebro aguas arriba de la desembocadura del río Gállego (E-3). En la imagen se aprecian los tres emisarios de Saica 1.



Foto 12

Detalle del agua que presentó una coloración lechosa.



Foto 13  
Desembocadura del río  
Gállego en el Ebro.



Foto 14  
Río Ebro aguas abajo de  
la desembocadura del río  
Gállego (E-4).



Foto 15  
Detalle de los tapetes de  
cianofíceas y del  
sedimento negro que se  
encuentran en el tramo.



Foto 16

Antiguo punto de vertido del Polígono industrial de Malpica. Durante el muestreo se efectuaban obras para conectar el vertido con la EDAR de La Cartuja



Foto 17

Río Ebro aguas abajo del punto de vertido del P.I. de Malpica (E-6). La disminución del caudal acentúa el ancho de la orilla derecha.



Foto 18

Detalle del crecimiento de algas filamentosas en la orilla.



Foto 19

Punto de descarga de la EDAR de La Cartuja en el río Ebro. El vertido es de unos  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Foto 20

Presa de Pina



Foto 21

Río Ebro inmediatamente bajo la Presa de Pina (E-8). El tramo presenta una elevada diversidad de sustratos y combinaciones hidro-morfológicas.



Foto 22

Río Ebro aguas abajo del Puente de Pina (E-10). Se aprecia una isla y zonas someras adyacentes.



Foto 23

Detalle de una tabla somera existente en el tramo pero que mantiene agua corriente.



Foto 24

Río Ebro aguas arriba del  
Puente de Gelsa (E-12).



Foto 25

Río Ebro aguas abajo del  
Puente de Gelsa. El tramo  
está estancado y presenta  
macrófitos sumergidos en  
las orillas.



Foto 26

Río Ebro aguas abajo del Puente de Sástago (E-14). Al igual que en el resto del tramo, las aguas están estancadas y abundan los macrófitos sumergidos. Los brazos de la isla no están secos.



Foto 27

Detalle de los crecimientos de macrófitos sumergidos en las orillas.

