

EL ESTIAJE DEL EBRO DURANTE EL VERANO DE 2002. CAUSAS CLIMÁTICAS Y CONSECUENCIAS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL TRAMO ZARAGOZA - ESCATRÓN

Javier DEL VALLE MELENDO

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza

RESUMEN

Esta comunicación muestra datos climáticos que explican el intenso estiaje del Ebro durante el verano de 2002 en su tramo medio y analiza las principales consecuencias sobre la calidad del agua y del ecosistema fluvial en el tramo Zaragoza - Escatrón.

Palabras clave: Estiaje 2002, Ebro, calidad del agua, Zaragoza

ABSTRACT

This text shows climatic data which explain the intense low water in Ebro river during summer 2002 along its middle section and analyzes the main consequences on water quality and the fluvial ecosystem in the sector from Zaragoza to Escatrón.

Key words: Low water 2002, Ebro, water quality, Zaragoza.

1. INTRODUCCIÓN

El régimen medio del Ebro a su paso por Zaragoza está influido notablemente por el régimen de precipitaciones de la cuenca alta y Pirineos occidentales y de forma muy especial por la alternancia entre acumulación nival y fusión en esta última zona, pues el río Aragón, que drena buena parte de la misma desemboca aguas arriba de la Capital.

En el régimen medio, es el periodo estival, y especialmente agosto, el que muestra los valores de caudal medio más bajos (42,1 m³/s). No obstante, esporádicamente se presentan algunos meses estivales en los que el caudal medio aforado está muy por debajo de esta cifra. Uno de ellos fue el verano de 2002, en el que durante muchos días el caudal circulante fue inferior a 30 m³/s, cifra establecida como caudal mínimo en la capital aragonesa para mantener unos niveles aceptables de calidad.

Este hecho, tuvo unas consecuencias sobre la calidad del agua, tal y como desarrollaremos a continuación.

2. MATERIAL Y METODOLOGÍA

Hemos seleccionado una serie de observatorios repartidos por el sector de la Cuenca del Ebro situada aguas arriba de Zaragoza, y los resultados aparecen en la tabla 1. En ellos hemos utilizado el periodo enero a agosto por considerar que es el que más influye en el caudal del Ebro en verano,

ya que las lluvias de octubre a diciembre son principalmente en forma líquida, por lo que se convierten en escorrentía rápidamente. La retención nival en el Pirineo occidental, clave para explicar el caudal primaveral y de principios de verano en Zaragoza, comienza, de forma destacable al final de dicho trimestre, y es máxima en el periodo de enero a marzo.

Tabla 1. Precipitación registrada, media mensual y diferencia entre ambos valores en observatorios significativos de la cuenca del Ebro aguas arriba de Zaragoza

	<i>E</i>	<i>Fb</i>	<i>Mz</i>	<i>Ab</i>	<i>My</i>	<i>Jn</i>	<i>Jl</i>	<i>Ag</i>	<i>Total</i>
Medina de Pomar									
Media serie (74-02)	74,3	61,7	64,0	68,7	58,4	45,4	35,0	32,0	439,5
Prec.2002	35,2*	25,6	18,5	47,5	70,4	24,6	16,8	71,5	310,1
Prec.2002 - media	-39,1	-36,1	-45,5	-21,2	12,0	-20,8	-18,2	39,5	-129,4
*El valor de Enero de 2002 se ha extrapolado del vecino observatorio de Villarcayo									
Haro									
Media serie (52-02)	35,3	31,6	33,8	46,4	52,9	50,2	27,9	23,3	301,5
Prec.2002	33,8	31,2	14,3	42,8	69,9	85,5	24,0	52,6	354,1
Prec.2002 - media	-1,5	-0,4	-19,5	-3,6	17,0	35,3	-3,9	29,3	52,6
Mansilla "embalse"									
Media serie (68-02)	72,2	67,1	61,8	75,6	81,0	59,7	43,0	33,3	493,6
Prec.2002	41,1	27,1	42,5	46,5	80,2	91,3	43,6	83,5	455,8
Prec.2002 - media	-31,1	-40,0	-19,3	-29,1	-0,8	31,6	0,6	50,2	-37,8
Pamplona "Noaín"									
Media serie (76-02)	62,3	51,4	52,8	75,2	71,3	46,3	40,6	41,8	441,5
Prec.2002	18,1	65,6	35,9	44,1	49,3	59,0	32,1	34,3	338,4
Prec.2002 - media	-44,2	14,2	-16,9	-31,1	-22,0	12,7	-8,5	-7,5	-103,1
Aísa de Jaca									
Media serie (72-02)	113,7	84,7	77,4	105,8	114,7	87,1	47,2	60,1	690,5
Prec.2002	59,6	108,4	73,9	88,6	65,7	76,8	50,5	98,5	622
Prec.2002 - media	-54,1	23,8	-3,5	-17,2	-49,0	-10,3	3,3	38,5	-68,5
Borja "Ayto."									
Media serie (84-02)	29,3	18,0	23,5	48,0	43,7	38,2	23,8	27,6	252,1
Prec.2002	33,6	19,1	17,3	46,0	46,0	90,0	57,9	63,7	373,6
Prec.2002 - media	4,3	1,1	-6,2	-2,0	2,3	51,8	34,1	36,1	+121,5
Sádaba									
Media serie (62-02)	38,6	35,9	38,7	53,2	56,0	44,7	22,5	30,0	319,5
Prec.2002	8,6	20,1	30,2	45,2	64,0	53,0	13,5	31,7	266,3
Prec.2002 - media	-30,0	-15,8	-8,5	-8,0	8,0	8,3	-9,0	1,7	-53,2

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INM.

De ella podemos deducir:

En cinco de los siete observatorios seleccionados de la cuenca media y alta, se acumuló entre enero y agosto un déficit notable de precipitación. Este déficit fue especialmente intenso en la subcuenca del Aragón, que aporta un porcentaje importante del caudal que lleva el Ebro en

Zaragoza. La aportación media anual de este subsistema alcanza los 4.520,7 hm³, mientras que la del Ebro en Zaragoza es de 7.338,8 hm³, por lo que del Aragón supone el 61,6% del caudal que lleva el Ebro en Zaragoza.

Un periodo seco en la cuenca del Aragón, ha de repercutir, por lo tanto, de una forma notable en el caudal del Ebro a su paso por Zaragoza, tal y como ocurrió a lo largo de 2002: Pamplona "Noaín" alcanzó un déficit de 103,1 mm entre enero y agosto, y en Aísa de Jaca se acumuló un déficit de 68,5 mm en el mismo periodo.

Esta escasez de precipitaciones durante la primera mitad de 2002 en la subcuenca del Aragón, significó una menor acumulación de nieve de lo normal en el sector pirenaico de la misma, una fuente esencial para mantener el caudal del Ebro de forma natural durante primavera y principios de verano, y mediante la regulación, especialmente la realizada por el Embalse de Yesa, durante el resto del verano.

En otras zonas de la Cuenca, como el sector alto, o la subcuenca de los Arbas, también se observa un año notablemente más seco que la media (Medina de Pomar, en el N. de Burgos, acumula 129,4 mm de déficit, y Sádaba, en las Cinco Villas zaragozanas, 53,2 mm).

Hemos utilizado la serie de la estación de aforos de Zaragoza (periodo 1951/1952-2001/2002) en la que se aprecia lo siguiente:

El régimen medio del río Ebro en Zaragoza se caracteriza por un periodo que podemos considerar de aguas altas, entre noviembre y mayo, y otro de aguas bajas entre julio y septiembre, actuando los meses de octubre y junio como transición entre ambos.

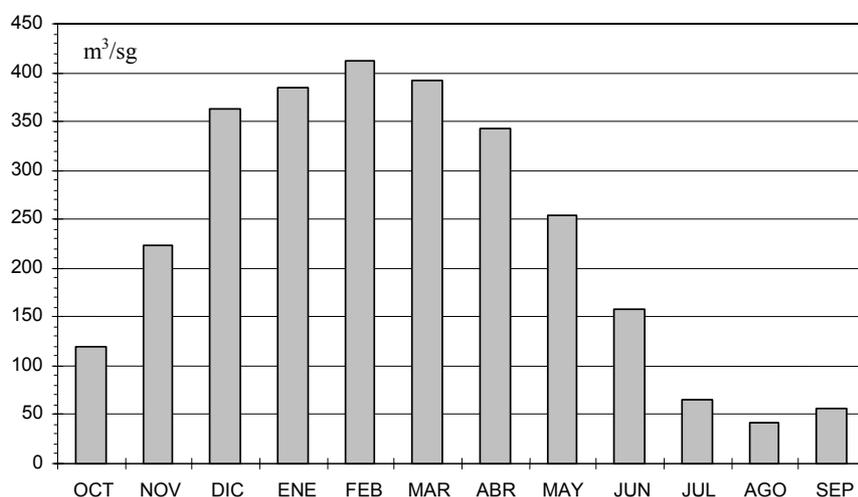


Fig. 1. Caudal medio mensual del Ebro en Zaragoza
(Fuente: Elaboración propia a partir de la información de CHE)

El periodo de aguas bajas, o estiaje, tiene un caudal medio mínimo en el mes de agosto (42,1 m³/s), como apreciamos en la tabla 2. No obstante, esporádicamente se presentan algunos meses estivales en los que el caudal medio aforado está muy por debajo de esta cifra: destacamos el verano de 1990, en el que los caudales medios de julio, agosto y septiembre fueron

respectivamente de 27,1, 27,3 y 36,8 m³/s, julio de 1970, con una cifra de 17,9 m³/s, o agosto de 1965, 1958, 1957 y 1953, con valores en torno a 25 m³/s o incluso inferiores.



Fig. 2. Ebro en las proximidades de Zaragoza en estiaje, julio 2002 (Foto del autor)

Tabla 2. Media del periodo 1951/1952-2001/2002 y del año 2001/2002 en Zaragoza

	OC	NV	DC	EN	FB	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	SP	Qmed	Aport
2001/02	54,5	93,9	51,6	81,1	147,6	102,6	83,4	97,5	49,5	20,5	30,5	37,5	70,3	2215,6
Media 51/52-01/02	119,8	223,0	362,8	384,8	412,7	391,9	342,1	253,1	157,6	64,5	42,1	55,7	232,6	7333,8

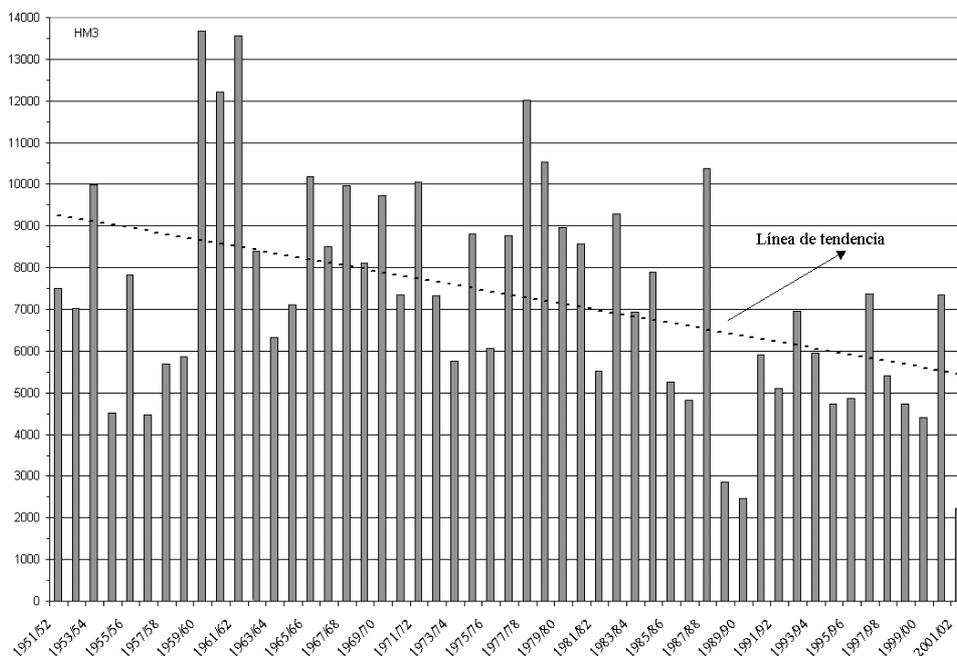


Fig. 3. Aportación anual (Hm³) del Ebro en el aforo de Zaragoza
(Fuente: Elaboración propia a partir de la información de CHE)

Durante todo el año hidrológico 2001-2002 el caudal medio del Ebro a su paso por Zaragoza fue inferior a la media de la serie (Tabla 2), alcanzándose en el periodo estival, especialmente en julio, valores muy bajos, que hicieron imposible mantener la cifra de 30 m³/s establecida como caudal mínimo en la capital aragonesa para mantener unos niveles aceptables de calidad en el Informe anual de la red ICA de aguas superficiales de 1997.

Como apreciamos en la figura 4, durante casi toda la segunda mitad del mes de junio, prácticamente todo el mes de julio (excepto dos días) y las dos primeras semanas de agosto, el caudal del Ebro en la capital de Aragón se mantuvo por debajo de la cifra mencionada, con valores normales en 20 m³/s y mínimos ligeramente inferiores a 15 m³/s.

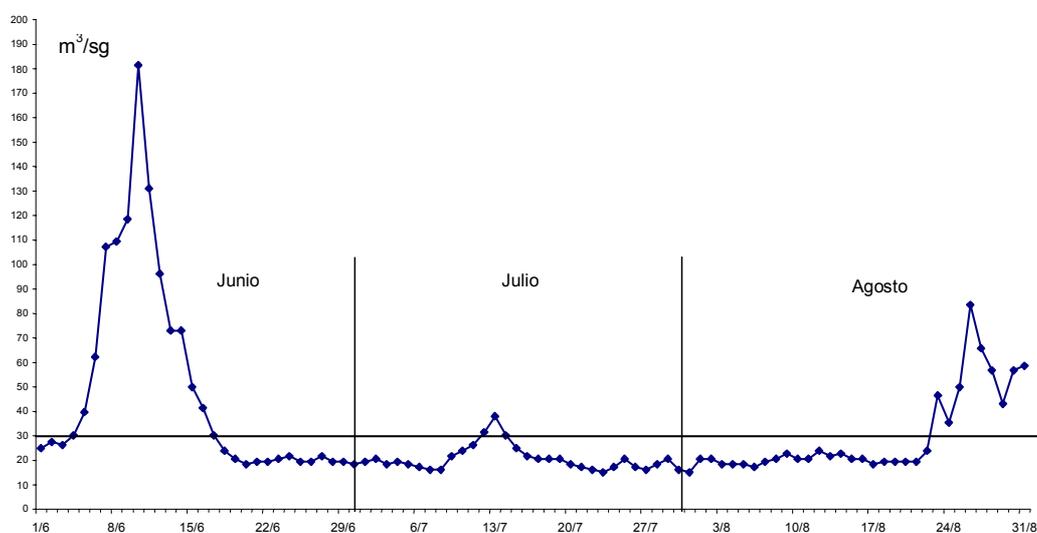


Fig.4. Caudal diario medio del Ebro en Zaragoza. Verano de 2002
(Fuente: Elaboración propia a partir de la información de CHE)

Ante esta situación, y a propuesta de la Confederación Hidrográfica del Ebro (C.H.E.), el 31 de julio de 2002 se fijó provisionalmente el caudal del río Ebro en un mínimo de 15 m³/s a su paso por Zaragoza, para así poder garantizar prioritariamente los abastecimientos de agua a poblaciones. Esta cifra tenía carácter excepcional y totalmente coyuntural, y no tiene efecto alguno en concesiones futuras.

Durante este periodo se extremaron las precauciones, estrechándose el control sobre las estaciones de alerta de calidad situadas en el tramo medio del Ebro y sobre los vertidos, realizando además un estudio especial de seguimiento para evaluar las consecuencias de esta situación excepcional. Dicho estudio se materializó en “Estado de calidad del río Ebro, entre Zaragoza y Escatrón en condiciones de estiaje extremo”, y nos apoyaremos en sus resultados para analizar la calidad del agua en dicha situación. El ámbito de trabajo y los puntos de muestreo seleccionados aparecen en el mapa adjunto.

Los muestreos se realizaron los días 31 de julio, 1 y 2 de agosto, con caudales entre 14 y 20 m³/s y tras un periodo largo de caudales bajos, por lo que los resultados son plenamente representativos de un periodo de estiaje extremo.

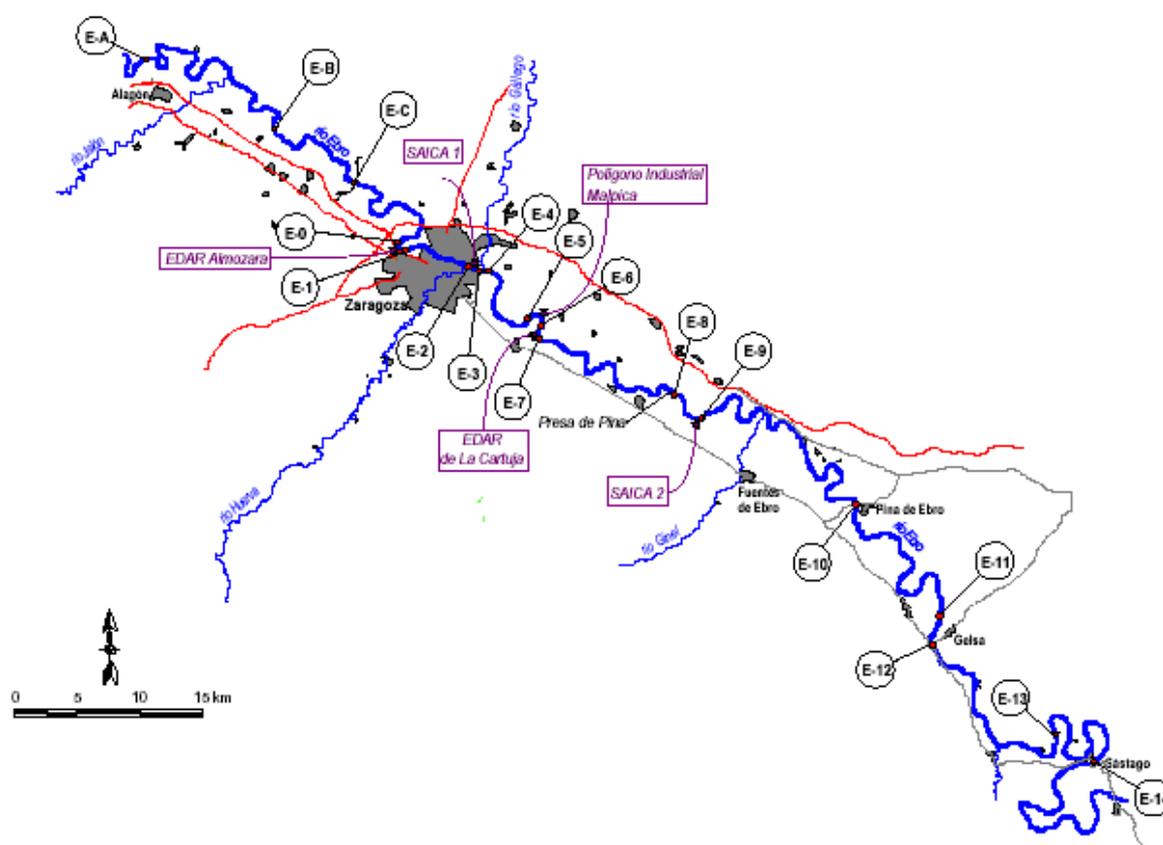


Fig. 5. Zona de estudio y puntos de muestreo
(Fuente: Estado de calidad del río Ebro, 2002)

3. RESULTADOS

3.1. Calidad físico-química del agua

- Temperatura: Varía entre 20,8° y 27° según la hora, valores habituales en verano en este tramo del Ebro.
- Conductividad: es muy elevada, entre 2.320 y 3.110 uS/cm. Son valores que igualan o incluso superan los máximos históricos y sobrepasan el límite recomendado para las aguas prepotables tipo A-3 (2.500 uS/cm).
- pH: oscila entre 7,5 y 8,27, valores adecuados para la vida piscícola y acordes con los medidos habitualmente en el tramo.
- Oxígeno disuelto: los valores oscilan entre unos mínimos de 2,5 mg/l (29%) a 3,3 mg/l (38%) hasta unos máximos de 10 mg/l (130%) a 11 mg/l (136%) según las estaciones. En general la concentración aumenta en los horarios diurnos. Estos valores son notablemente superiores a

los medidos en el periodo 1981-1991 (el mínimo histórico fue de 0,9 mg/l, que supone un 11%) en julio de 1990), lo que significa un mejor estado de oxigenación como resultado del esfuerzo de depuración en el área de Zaragoza.

- Amonio: indica la presencia de materia orgánica que todavía no se ha degradado. Los niveles oscilan entre 0,05 y 16 mg/l. Los máximos superan el límite de protección para los peces (1mg/l), pero en ningún caso se detectaron niveles causantes de afección crónica ni inductores de mortandad masiva.
- Mineralización del agua: los valores de alcalinidad, calcio, sulfato y cloruro son muy elevadas, superándose en los casos de sulfato y cloruro el límite de calidad deseable para aguas prepotables tipo A-9 (250 mg/l de sulfato y 350 mg/l de cloruro), pues oscilan entre 461 y 583 mg/l y 388 y 478 mg/l respectivamente.
- Materias en suspensión: su concentración es relativamente moderada (entre 14 y 30 mg/l), con excepción de la estación E3, situada aguas abajo de una papelera, donde se alcanzan los 193 mg/l. En la zona hay medidos valores históricos puntuales muy superiores, aunque los medios en este periodo superan en algunos casos ligeramente el valor guía de protección para los peces (25 mg/l).
- Nutrientes: son relativamente elevadas las concentraciones de nitrato (8,58-20,9 mg/l), nitrito (0,24-1,54 mg/l), fosfato (0,015-0,22 mg/l) y fósforo total (0,14-0,44 mg/l), pero no se superan los máximos históricos.
- D.B.O. y D.Q.O.: la D.B.O. presenta valores moderados, con concentraciones inferiores al límite de calidad para las aguas prepotables en dos estaciones y ligeramente superiores en otras dos, mientras en la situada aguas abajo de la papelera Saica se supera ampliamente este límite. La D.Q.O. supera ampliamente el límite de calidad de las aguas prepotables excepto en el punto E1 (a la entrada de Zaragoza).

3.2. Calidad biológica

Se ha evaluado a partir de la aplicación del índice B.M.W.P' en cuatro estaciones seleccionadas: E2 (aguas abajo de la desembocadura del río Huerva), E4 (aguas abajo de la desembocadura del río Gállego), E5 (Aguas arriba del polígono industrial Malpica) y E8 (aguas abajo de la Presa de Pina). Las puntuaciones de dicho índice indican lo siguiente:

Tabla 3. Valores del índice B.M.W.P' en cuatro estaciones (niveles de calidad definidos por PRAT y MUNNE; C.H.E., 1998 y 1999) para la región 5, eje del Ebro

	E2	E4	E5	E8
Nº taxones	18	4	14	12
B.M.W.P'	91	10	47	48
Calidad	Alta	Baja	Media	Media

También consideramos interesante comparar los datos de la red de calidad biológica de la CHE (que no coincide con las estaciones seleccionadas ya analizadas) en las campañas de julio y agosto de 2001 y los mismos meses de 2002. Los resultados son los siguientes:

Tabla 4. Valores del índice B.M.W.P' en los veranos 2001 y 2002

	Julio-agosto 2001	Julio-agosto 2002
Zaragoza (165)	71	66
Burgo de Ebro (295)	71	45
Pina de Ebro (166)	96	61
Escatrón (296)	70	38

Se observa que los resultados del índice B.M.W.P' son inferiores en el verano de 2002 respecto a los del 2001. Esta disminución es especialmente acusada en el último tramo (aguas abajo de Pina), lo que se atribuye al mayor estancamiento del agua, que limita la mayoría de los taxones que precisen de agua corriente.

3.3. Calidad ecológica

La evaluación de la calidad ecológica se realizó siguiendo los mismos métodos y criterios metodológicos que en el estudio "Estado Ecológico del río Ebro" (C.H.E., 1998), lo que ha permitido determinar si el estado ecológico del río cambia de forma sustancial en condiciones de estiaje extremo, como el verano de 2002, respecto a las existentes en un periodo estival menos seco, con caudales en torno a 30 m³/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 y calidad de los hábitats para la fauna ribereña. De ellos, los tres primeros están directamente influidos por el caudal.

La comparación entre los resultados del estudio citado y el trabajo realizado durante el verano de 2002 da el siguiente resultado:

Tabla 5. Estado de calidad del río Ebro entre Zaragoza y Escatrón en condiciones de estiaje extremo

Tramo	Estado ecológico	Valoración (2002)
Puente Alagón - Puente Alfocea	Aceptable	No cambia
Puente Alfocea - río Gállego	Malo	No cambia
Río Gállego - Presa Pina	Aceptable	Empeora
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

Fuente: C.H.E. (2002)

En general, el estado ecológico se mantiene en casi todos los tramos, aunque se observa un ligero empeoramiento aguas abajo de la desembocadura del Gállego y en el último tramo, los meandros de Sástago.

4. CONCLUSIONES

- El caudal del Ebro a su paso por el tramo analizado alcanzó mínimos históricos en cuanto a la duración del periodo con caudales inferiores a 20 m³/s (50 días). Sin embargo, no se llegó a igualar el caudal mínimo absoluto registrado (la cifra más baja fue de 14.3 m³/s frente a los 12 m³/s que se habían registrado en julio de 1970).
- La calidad físico - química del agua ha sido aceptable, con las siguientes características:
 - o Alta mineralización (conductividad entre 2320 y 3100 uS/cm) y concentraciones de sulfatos y cloruros superiores a los límites de calidad para las aguas A-3 y con máximos puntuales superiores a los valores máximos históricos de sulfato y cloruro.
 - o La turbidez es moderada, debida principalmente a potamoplancton y detritos orgánicos vegetales.
 - o Las concentraciones de nutrientes son altas aunque, en general, inferiores a los máximos históricos. Los valores más elevados aparecen aguas debajo de las estaciones depuradoras de la Cartuja y La Almozara.
 - o El nivel de oxigenación es compatible con la vida de los peces, con unos mínimos de 2,5 y 3,3 mg/l al amanecer. Aguas debajo de la Presa de Pina las aguas están sobresaturadas de día y de noche.
 - o Concentraciones de D.B.O. y D.Q.O. en torno a los límites para las aguas A-3, superándolos en algunos puntos.
- La calidad biológica también mantiene niveles aceptables, similares con los existentes en otros periodos estivales, aunque se observa una tendencia a la simplificación de las comunidades biológicas, que se atribuye a la reducción del flujo del agua, que favorece el aumento de la eutrofia. La calidad del agua es, en general, compatible con la vida de los ciprínidos con excepción de los sectores afectados por algunos vertidos en los que aumenta el amonio.
- La calidad ecológica se mantiene en niveles similares o algo inferiores a los habituales en periodos estivales con mayor caudal. La disminución de la calidad se relaciona principalmente con la simplificación del hábitat como consecuencia del dominio de las condiciones lénticas más que como consecuencia de cambios en la calidad del agua.

5. REFERENCIAS

- BARRERA, M. (1999). *Las aguas del Ebro*. Aguas de la Cuenca del Ebro S.A., Zaragoza.
- C.H.E. (1998). *Delimitación de regiones ecológicas en la Cuenca del Ebro*. Consultor: Dpto. de Ecología de la Universidad de Barcelona. Director: N. Prat.
www.chebro.es/DOCUMENTACION/EstudiosEcologicos.
- C.H.E. (1999). *Objetivos de estado ecológico en los ríos de la Cuenca del Ebro*. Consultor: Dpto. de Ecología de la Universidad de Barcelona. Director: N. Prat. N.
www.chebro.es/DOCUMENTACION/EstudiosEcologicos.
- C.H.E. (2002). *Estado de calidad del río Ebro, entre Zaragoza y Escatrón, con condiciones de estiaje extremo*. Consultor: URS (inédito).
- CALVO, J.L. y PUEYO, A. (2002). *El Valle del Ebro. Territorio encrucijada*. Biblioteca Aragonesa de Cultura, Zaragoza, 237 pp.

- DEL VALLE, J. (2003). *Funciones y del Agua en la Cuenca del Ebro*. Instituto Aragonés del Agua, Zaragoza.
- MARCUELLO, J.R. (1986). *El Ebro*. Oroel.
- NERÍN, C. (1991). Los Plaguicidas en la Cuenca del Ebro. En: *Diez sesiones sobre agua y medio ambiente*. Zaragoza.
- OMEDAS, M. (1995). *El agua en el desarrollo económico, social y medioambiental de Aragón*. Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País, Zaragoza, 151 pp.
- OMEDAS, M (2001). *El Ebro, ¿un proyecto con futuro?*. Herald de Aragón, Zaragoza, 125 pp.
- Web de la Confederación Hidrográfica del Ebro: www.chebro.es