

AFECCIONES AL BAJO EBRO DERIVADAS DEL PHN, ALTERNATIVAS Y NECESIDAD DE UN NUEVO MODELO DE GESTIÓN DEL AGUA.

Narcís Prat

Catedrático de Ecología, Univ. Barcelona
Miembro del Consejo Nacional del Agua

Sintetizamos en este documento las aportaciones hechas en los múltiples estudios realizados en la zona del Bajo Ebro en los últimos años. Quien presenta este resumen es solo vehículo de un trabajo extenso realizado por multitud de personas con la cuales se ha discutido el documento y son coparticipes de las conclusiones finales. Los cuadros que ilustran este documento resumen las aportaciones individuales de las diferentes personas consultadas, mientras que las conclusiones, como hemos dicho, son resultado de una discusión global. El documento se estructura en tres partes: gestión actual, efectos del posible trasvase y modelo futuro.

1. EFECTOS AMBIENTALES DEL MODELO ACTUAL

El sistema de gestión del agua en el Bajo Ebro es el resultado de un conjunto de concesiones que a lo largo del tiempo han servido para modular el régimen hídrico del río. La existencia de dos grandes embalses en el eje principal del Ebro (Mequinenza y Riba-roja) y que estos embalses tengan un uso preferente como productores de electricidad, hace que el río tenga definidos unos regímenes hidráulicos encaminados a maximizar la producción eléctrica siempre con respeto a otros usos que tienen concesiones o que son relevantes, como el control de las inundaciones. La Comisión de Desembalses de la cuenca, que es la que regula los volúmenes a desembalsar y su régimen. En esta Comisión están presentes las administraciones y los usuarios con concesiones y, en cambio, no se encuentran presentes otras organizaciones que pudieran representar los intereses ambientales del río.

La Comisión de Desembalses debe intentar definir un plan contra las avenidas que se ha revelado como relativamente eficiente para crecidas provenientes del Pirineo con duraciones de varios días y poco eficientes para crecidas de ciclo corto mediterráneo, como la ocurrida recientemente proveniente del Matarranya.

En condiciones de flujo bajo (mayormente en verano), se deben garantizar las concesiones aguas abajo (especialmente la refrigeración de la C.N. Ascó y regantes del Ebro), con lo que llega hasta Xerta un flujo mínimo de 70-100 m³/s. Desde Xerta al mar el flujo puede ser muy variable y en ocasiones menor a 30 m³/s, ya que los regantes derivan en verano unos 40 m³/s en Xerta caudales inferiores a 100 m³/seg, que es teóricamente el caudal ambiental fijado para el río. Estos caudales muy bajos son los que provocan cuñas salinas con gran penetración en el Delta y hasta los aledaños de Tortosa y cuando la elevada concentración de nutrientes y la baja corriente generan los periodos de anoxia más críticos.

En condiciones de flujo medio el caudal se modela para generar energía eléctrica de puntalo que implica que el río puede variar de caudal de forma drástica durante el día (de 100 m³/s de mínimo hasta 400 m³/s o más de máximo).

Respecto a la calidad en el tramo bajo del Ebro, las aguas llegan ya muy cargadas de nutrientes y sales a lo que se añade el shock térmico de la C.N. de Ascó y los vertidos de la zona de Flix y Tortosa. Finalmente hay que insistir en que los sedimentos de la cuenca quedan retenidos en los embalses y ello genera un problema muy importante a medio plazo de sostenibilidad física del Delta, que no tiene por ahora visos de solución.

ECOSISTEMA FLUVIAL	PROBLEMAS ACTUALES
Transporte de sedimentos	- reducción drástica caudal sólido - erosión márgenes y Cabo de Tortosa
Cuña salina	- exceso de permanencia temporal que junto a la eutrofización produce periodos de anoxia
Sales, nutrientes	- excesiva concentración de cloruros y sulfatos - excesiva concentración de nitratos - eutrofia - anoxias en cuña salina
Plaguicidas y otros contaminantes	- contaminación desde los embalses - contaminación fluvial de origen agrícola e industrial
Bosque de ribera y macrófitos	- alteración régimen hídrico natural - escasez de sedimentos - exceso nutrientes - destrucción bosques de ribera y humedales
<i>Ephoron virgo</i>	- eutrofia y disminución de oxígeno - dragado del lecho fluvial - colmatación por finos de las arenas del fondo
<i>Margaritifera auricularia</i>	- calidad del agua inadecuada - pérdida de hábitats - modificación dinámica fluvial - escasez o ausencia de peces huésped - reclutamiento juvenil insuficiente - dragado del lecho fluvial
Peces	- barreras fluviales - deficiente calidad del agua - proliferación de especies alóctonas - sobrepesca (caso anguila) - degradación zonas de freza y hábitat fluvial en general

ECOSISTEMA DELTAICO	PROBLEMAS ACTUALES
Subsistencia	- pérdida de elevación del conjunto de la llanura deltaica
Plaguicidas y otros contaminantes	- contaminación difusa del Delta por pesticidas - contaminación portuaria (Alfacs)
Arrozales	- manejo inadecuado - salida de fertilizantes inorgánicos hacia los sistemas naturales
Humedales (lagunas)	- eutrofización - mala gestión de las entradas de agua (pérdida de niveles, salinización, colmatación, confinamiento...)
Fauna vertebrada	- gestión descoordinada - pérdida calidad hábitats (degradación, destrucción, fragmentación) - uso no sostenible de recursos (caza, pesca, plumbismo, turismo) - cimentación red de canales - desecación invernal muy drástica

ECOSISTEMA MARINO	PROBLEMAS ACTUALES
Bahías	- episodios de anoxia (especialmente en verano) - exceso materia orgánica (vertidos urbanos, agrícolas y de acuicultura)
Producción pesquera de la plataforma continental	- sobrepesca - falta de avenidas

Tabla 1.- Problemas actuales detectados en el tramo inferior del Ebro, la llanura deltaica y el área marina circundante.

2. EFECTOS PREVISIBLES DEL PHN.

A continuación, se enumeran las principales consecuencias de la aplicación del PHN sobre los distintos aspectos tratados en el presente informe (que a su vez se resumen en la Tabla 2):

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS. Habrá, si cabe, un menor aporte de material sólido a la llanura deltaica y por tanto se agravarán procesos de erosión de los márgenes fluviales y del ápice deltaico así como la subsidencia a la vez que se comprometerán irremediablemente futuras soluciones de aportes de material sedimentario a través del caudal fluvial

CUÑA SALINA. Se dará una mayor permanencia temporal de la cuña, por disminución y regulación del caudal fluvial, que conducirá a incrementos de los períodos de anoxia posibilidad de salinización de los pozos de agua dulce próximos al río. Además, estos efectos negativos se agravarían considerablemente al llevar el agua una mayor carga de nutrientes a causa de los nuevos regadíos en la cuenca.

CALIDAD DEL AGUA. Actualmente ya deteriorada, se verá agravada especialmente a causa del incremento de regadíos en la cuenca, que producirán aumento en las concentraciones de cloruros, sulfatos, nitratos y fosfatos, aumento de los episodios de anoxia, posible aparición de cianobacterias tóxicas y problemas de potabilización

CONTAMINACIÓN por mayor concentración de plaguicidas y otros contaminantes así como disminución de la capacidad asimilativa de la contaminación por parte del río, debido al aumento de anoxia.

ARROZALES. Efectos negativos en el sentido de incrementar la salinidad del agua de riego y del acuífero superficial. y provocar mayores pérdidas de nutrientes hacia el sedimento, la atmósfera y canales de desagüe.

HUMEDALES. Se verán afectados negativamente por el incremento del estrés hídrico y el aumento de la salinidad y la eutrofia. En el caso de las lagunas, riesgo de desaparición física de algunas lagunas, en concreto El Garxal y Els Calaixos de Buda, debido a la erosión marina y el deficiente aporte sedimentario fluvial.

FLORA Y FAUNA. Afectación sobre la conservación de *Margaritifera auricularia Ephoron virgo* y otros invertebrados así como a los peces a causa del aumento de la eutrofia, la contaminación y la salinidad. Respecto a la fauna vertebrada: efectos muy diversos por pérdida de calidad del agua, como posible agravamiento de los brotes de botulismo, aumento de las mortalidades por plumbismo, menor producción de macroinvertebrados y peces con reducción de poblaciones de aves acuáticas coloniales y de aves marinas, incluida la Gaviota de Audouin.

BAHIAS Y CULTIVOS MARINOS. El mantenimiento de este ecosistema se vería comprometido en el caso de reducción del caudal de agua dulce aportado y el incremento de la carga específica de nutrientes, por la aparición de episodios de anoxia, incremento de la recurrencia de proliferaciones fitoplactónicas, con presencia en algunos casos de especies tóxicas (mareas rojas) y proliferación de macroalgas de crecimiento rápido. Las consecuencias serían negativas tanto para las comunidades naturales (praderas de fanerógamas marinas y fauna bentónica) como para las actividades de marisqueo.

BANCOS PESQUEROS La disminución del caudal aportado al mar tendrá consecuencias difícilmente cuantificables pero previsiblemente negativas en la productividad pesquera y en las poblaciones de aves marinas asociadas.

Con estas premisas resulta evidente que, **si se llevan a cabo sin más el PHN y el PHE, se van a producir cambios drásticos en el funcionamiento de los ecosistemas del tramo final del Ebro con la consiguiente pérdida de muchos de sus valores naturales actuales. Existe, pues un riesgo de degradación de los valores ambientales actuales del Delta muy importante de llevarse a cabo el PHN.**

ECOSISTEMA FLUVIAL	EFFECTOS APLICACIÓN PHN
Transporte sedimentos	- imposibilidad de futura aportación del caudal sólido necesario para la corrección de problemas de erosión (márgenes fluviales, cabo de Tortosa)
Cuña salina	- incremento de los períodos de anoxia a causa de la mayor concentración de nutrientes y al aumento de permanencia temporal de la cuña salina - posibilidad de salinización de pozos de agua dulce próximos al río
Sales, nutrientes	- aumento en las concentraciones de cloruros, y sulfatos - mas nitratos y fosfatos - problemas potabilización - aumento de episodios de anoxia . - posibilidad de aparición de cianobacterias tóxicas - problemas potabilización
Plaguicidas y otros contaminantes	- mayor concentración de contaminantes - disminución de la capacidad asimilativa de la contaminación por parte del río, debido al aumento de anoxia
Bosque de ribera y macrófitos	- efectos negativos por aumento de estrés hídrico, mayor salinidad y más eutrofia
<i>Ephoron virgo</i> , invertebrados acuáticos	- disminución de poblaciones y diversidad específica de invertebrados en general a causa del aumento de eutrofia, contaminación y salinidad
<i>Margaritifera auricularia</i>	- peligro de extinción por aumento de eutrofia, contaminación y salinidad
Peces	- mayor regulación hídrica que comportará la alteración de los ciclos biológicos de los peces (cría, migraciones, etc...) - aumento de las concentraciones de contaminantes - favorecimiento de especies alóctonas

ECOSISTEMA DELTAICO	EFFECTOS APLICACIÓN PHN
Subsistencia	- imposibilidad de futura aportación del caudal sólido necesario para compensarla
Arrozales	- aumento de la salinidad del acuífero superficial - efectos inciertos por los cambios en las características físico-químicas del agua
Humedales (lagunas)	- la disminución de caudal y salinización pueden afectar a algunas lagunas (cambios de vegetación, etc.) - peligro de desaparición física de El Garxal y Buda, debido a la erosión marina y a la falta de aportación sedimentaria
Fauna vertebrada	- efectos muy diversos por pérdida de la calidad del agua, (brotes de botulismo, agravamiento del plumbismo, menor producción de macroinvertebrados, reducción poblaciones de aves acuáticas coloniales, y de aves marinas, incluida Gaviota de Audouin)

ECOSISTEMA MARINO	EFFECTOS APLICACIÓN PHN
Bahías	- en el caso de reducción del caudal de agua dulce aportado a las bahías, más anoxia y consecuencias graves para la producción marisquera
Producción pesquera	- la disminución del caudal aportado al mar tendrá consecuencias difícilmente cuantificables pero previsibles en la productividad pesquera

Tabla 2.- .- Efectos previsibles de la aplicación del PHN en el tramo inferior del Ebro, la llanura deltaica y el área marina circundante.

3. ALTERNATIVAS A LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL BAJO EBRO

3.1. Soluciones a la problemática actual de la zona

En la Tabla 3 se detallan las acciones necesarias a emprender para garantizar el mantenimiento y mejora del conjunto de ecosistemas del tramo final del Ebro que se sintetizan en:

APORTE DE SEDIMENTOS

1. Establecer un régimen suficiente de avenidas moderadas de 1000-2000 m³/s (unos 5000 hm³/año) para neutralizar los déficits sedimentarios existentes.
2. Estudiar el mejor método para recuperar las aportaciones sólidas retenidas en los embalses y distribuir las por toda la llanura deltaica. Evaluar las concentraciones de contaminantes, las cuales deberían ser como mínimo inferiores a las que permite la legislación vigente (por ejemplo, lodos de depuradora como fertilizante en la agricultura). En caso contrario deberían tratarse adecuadamente.
3. Establecer una red de referencias topográficas de precisión en la llanura deltaica para valorar su evolución.

CUÑA SALINA

1. Caudal mínimo invernal de 400 m³/s (3100 hm³/año).
2. Caudal mínimo resto del año de 150 m³/s (3500 hm³/año).
3. Caudal de renovación de la cuña salina tras periodos de permanencia prolongados de 400 m³/s (865 hm³/año).

CALIDAD DEL AGUA.

1. Adecuación de los cultivos a las características del suelo, no fomentando regadíos en zonas yesíferas.
2. Aplicación de técnicas y métodos de riego que minimicen el uso del agua de riego
3. Desalinización del agua de retorno de riego si la concentración de sales supera los límites legales.
4. Racionalización del uso de fertilizantes.
5. Disminución de aportes de residuos urbanos e industriales.
6. Control de purines.
7. Promoción de la depuración terciaria.
8. Gestión integrada de toda la cuenca.

CONTAMINACIÓN

1. Disminuir la contaminación difusa (controlar el actual exceso de plaguicidas y fertilizantes inorgánicos, potenciar el uso de herbicidas biodegradables y substituir los organofosforados) en la línea de cumplimiento del código de buenas prácticas agrarias que se especifica en la Directiva de Nitratos de la CE.
2. Disminuir la contaminación puntual (implementación de depuradoras terciarias en zonas sensibles y finalizar las depuradoras en construcción, potenciar tecnologías de producción industrial no contaminantes)
3. Evaluación y control de otros contaminantes (metales pesados, etc.).

ARROZALES

1. Potenciar la agricultura integrada con ampliación de las medidas agro-ambientales de la UE.
2. Estudiar y aplicar medidas para compensar los efectos de la desecación (forzada) excesiva de los arrozales que se produce a principios de invierno.
3. Impulsar el cultivo del arroz biológico.
4. Estudiar la substitución de arrozales, teniendo en cuenta lo siguiente:
5. La única alternativa al cultivo del arroz debería ser la restitución de humedales.
6. Una restitución de humedales potenciaría los valores ambientales actuales siempre y cuando fuera moderada. Una primera estima indica que no se debería transformar más de aproximadamente el 20% de la extensión actual de arrozal. Cualquier reducción superior debería ser precedida por un estudio detallado de su impacto ambiental.
7. Las zonas susceptibles de ser abandonadas deberían estar en las áreas de cota más baja, ser lo menos fragmentadas posible y encontrarse próximas a las áreas naturales.

HUMEDALES

1. Una mayor calidad del agua dulce entrante.
2. La facilitación del intercambio con el mar.
3. El aumento de los cinturones de vegetación natural.

FLORA y la FAUNA,

1. La máxima naturalidad del lecho fluvial y del régimen hídrico.
2. El mantenimiento de las áreas de inundación de las riberas y sus hábitats asociados
3. El buen estado de los humedales deltaicos, manteniendo el régimen de inundación y la cantidad y calidad del agua.
4. La adaptación de las barreras para el paso de los organismos acuáticos (Azud de Xerta, estaciones de bombeo, sifones...).
5. La explotación sostenible (caza, pesca, etc.).
6. La eliminación de la munición de plomo en la explotación cinegética.
7. La inundación invernal de arrozales.
8. La restauración de superficies importantes de ambientes fluviales y palustres para potenciar la biodiversidad y como filtros biológicos.
9. Controlar las poblaciones de especies exóticas y en todo caso impedir la introducción de nuevas.

BAHÍAS y sus CULTIVOS MARINOS

1. La entrada de agua a través de los canales de desagüe de los arrozales en cantidad suficiente para mantener la producción primaria e inducir la circulación necesaria para oxigenar el fondo de la bahía (actualmente unos 200 Hm³/año en los Alfacs).
2. Depurar los vertidos con exceso de materia orgánica y nutrientes provenientes de los usos urbanos, las instalaciones de acuicultura, la depuradora de Sant Carles de la Ràpita y arrozales (usando filtros biológicos, etc.).
3. Incrementar el aporte actual de agua dulce pero sin aumentar la carga de nutrientes. La cuantificación exacta del caudal necesario es, por el momento, difícil a falta de estudios específicos sobre el tema.

BANCOS PESQUEROS

1. Controlar de manera efectiva la intensidad de pesca de manera que esta sea sostenible.
2. Prever un régimen avenidas para asegurar la producción pesquera.
3. Valorar el impacto de cualquier medida sobre la muy importante población de vertebrados marinos (aves, tortugas y cetáceos).

ECOSISTEMA FLUVIAL	ALTERNATIVAS
Transporte de sedimentos	- incrementar régimen de crecidas de 1.000 a 2.000 m ³ /s (unos 5.000 m ³ /año) - tomar medidas para conseguir aporte de sedimentos
Cuña salina	- disminuir concentración de nutrientes del agua - liberar caudales para eliminación de la cuña tras periodos de permanencia superiores a 1 mes, como mínimo 400 m ³ /s 40 días (865 Hm ³ /año)
Sales y nutrientes Eutrofización	- agricultura sostenible con racionalización del agua y el uso de fertilizantes - desalinización del agua de retorno de riego - no fomentar nuevos regadíos en las zonas yesíferas - controlar purines - disminuir aportes residuos urbanos e industriales - promover depuración terciaria
Contaminación	- disminuir contaminación puntual (controlar vertidos, construir depuradoras, potenciar tecnologías de producción industrial no contaminantes)
Bosque de ribera y macrófitos	- recuperar sedimentos - recuperar régimen hídrico natural - restaurar vegetación riparia y humedales - mejorar calidad del agua
<i>Ephoron virgo</i>	- restaurar régimen hídrico natural - mejorar calidad del agua
<i>Margaritifera auricularia</i>	- controlar contaminación y eutrofia - procurar naturalidad lecho fluvial y restaurar hábitats adecuados - restaurar régimen hídrico natural - potenciar reproducción: infestar peces con larvas, reintroducir peces huésped - construir pasos para los peces en las barreras fluviales
Peces	- controlar especies alóctonas y potenciar especies autóctonas - mejorar calidad del agua - mantener y restaurar biotopos y diversificar hábitats - tomar medidas para la recuperación de la anguila - construir pasos en las barreras fluviales
ECOSISTEMA DELTAICO	ALTERNATIVAS
Subsistencia	- tomar medidas para conseguir aporte de sedimentos
Plaguicidas y otros contaminantes	- disminuir contaminación difusa (controlar exceso plaguicidas, potenciar herbicidas biodegradables, eliminar plaguicidas organofosforados,...) - disminuir contaminación puntual (actividades portuarias, desagües...)
Arrozales	- potenciar prácticas de agricultura integrada (ampliación de medidas agroambientales, arroz biológico...) - revertir la tendencia del secado invernal intensivo
Humedales (lagunas)	- mejorar gestión - mejorar calidad agua dulce entrante - facilitar intercambios mar - aumentar cinturón vegetal a modo de filtro alrededor lagunas
Fauna vertebrada	- gestión integrada y explotación sostenible de recursos - recuperar ambientes palustres - adaptación de las barreras (sifones, estaciones de bombeo...) al desplazamiento de los organismos acuáticos - recuperar cierta capacidad de inundación en zonas naturales
ECOSISTEMA MARINO	ALTERNATIVAS
Bahías	- propiciar entrada de agua dulce - depurar aguas vertidos
Producción pesquera	- generación de avenidas para promover la producción. - control sobre la actividad pesquera

Tabla 3.- Alternativas a la problemática del tramo inferior del Ebro, la llanura deltaica y el área marina circundante.

3.2. Un nuevo modelo de gestión del agua para el bajo Ebro

La gestión alternativa del agua en el bajo Ebro debe basarse en un sistema que sitúe en pie de igualdad los usos del agua con la preservación de los valores ambientales, sociales y económicos de la zona. El régimen hídrico del río debe respetar y conjugar adecuadamente todas estas características.

Con estas premisas básicas, antes de abordar cualquier planificación es **imprescindible establecer un sistema integrado de gestión** de toda la parte baja del Delta -desde Mequinenza/Riba-roja hasta el mar-, fundamentado en estudios científicos previos que determinen cuales han de ser los principales criterios que deben dirigir la gestión de los caudales de agua y sedimentos. Este sistema debe ser **interdisciplinar, dando cabida a todos los usuarios, aunque debe ser independiente de ellos y con una marcada presencia de científicos, técnicos y conservacionistas, encargados de asegurar que la garantía de agua para todos los usos quede supeditada al buen estado ecológico del río y del Delta.**

Para mantener la funcionalidad ecológica, social y económica del río, el sistema de gestión debe contemplar varios apartados, para los cuales a continuación se definen también los caudales y regímenes hídricos que, en primera instancia y según los datos aportados en este informe, se evalúan como necesarios (ver también Tabla 4):

- Un caudal mínimo para contener la **cuña salina** en la zona de Deltebre en los momentos de caudales bajos. Esto implica mantener una reserva de agua en los embalses para estos fines. Esta necesidad se evalúa en $3.500 \text{ Hm}^3/\text{año}$ ($150 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Un caudal mínimo de invierno que mantenga los fondos del río en constante remoción y asegure su oxigenación y que, al mismo tiempo, circunscriba la cuña salina a la zona estuarina final del río. Serán necesarios $3.100 \text{ Hm}^3/\text{año}$ ($400 \text{ m}^3/\text{s}$ durante 3 meses).
- Un régimen de **crecidas que permita a la vez transportar sedimentos al Delta y provocar los mecanismos de afloramiento** de aguas marinas que aumenten la producción pesquera (para este último caso las avenidas deben ser en primavera). El transporte de 5 millones de toneladas de sedimentos necesita de unos $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ unos 57,8 días. Descontando los $400 \text{ m}^3/\text{s}$ ya considerados en el apartado anterior, esto supone un régimen de $600 \text{ m}^3/\text{s}$ más durante estos 57,8 días, es decir, un total de $3.000 \text{ Hm}^3/\text{año}$.
- Un caudal para **gestionar las anoxias en la cuña salina**, soltando durante 20 días (en verano) caudales de $400 \text{ m}^3/\text{s}$. Ello se debe realizar por lo menos 2 veces al año en los años medios; es decir, se deben añadir 865 Hm^3 al total (en esta cifra ya se han descontado los $150 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal mínimo del primer apartado).
- Agua para los **regantes** (que se deriva en Xerta y por lo tanto hay que descontarla si se pretende gestionar adecuadamente la cuña salina). Actualmente, se estima en unos $824 \text{ Hm}^3/\text{año}$. Si se disminuyeran los arrozales en un cuarto de su superficie (máximo aceptable sin un profundo análisis detallado de posibles impactos) y considerando el agua necesaria para los humedales que sustituirían a los arrozales, las necesidades estarían sobre los $670 \text{ Hm}^3/\text{año}$.
- Agua para el **trasvase a Tarragona**: $126 \text{ Hm}^3/\text{año}$.
- Agua para las **medidas agroambientales** (inundación de otoño): $190 \text{ Hm}^3/\text{año}$

NECESIDADES HÍDRICAS	CAUDAL
Contener la cuña salina	3.500 Hm ³ /año
Caudal mínimo invernal	3.100 hm ³ /año,
Crecidas para sedimentos y afloramiento marino	3.000 Hm ³ /año
Gestionar las anoxias en la cuña salina	865 Hm ³ /año
Agua para los regantes	824 Hm ³ /año
Trasvase a Tarragona	126 Hm ³ /año
Medidas agroambientales	190 Hm ³ /año
TOTAL	11.605 Hm³/año

Tabla 4.- Necesidades hídricas estimadas para el tramo final del Ebro

En total pues, las necesidades básicas son del orden de los 11.600 Hm³/año, caudal que sería imposible garantizar si se realizan las actuaciones previstas en el PHE y que, además, en los últimos 20 años (periodo entre 1979/80 y 1998/99), ha sido solamente superado en cinco ocasiones (Figura 1).

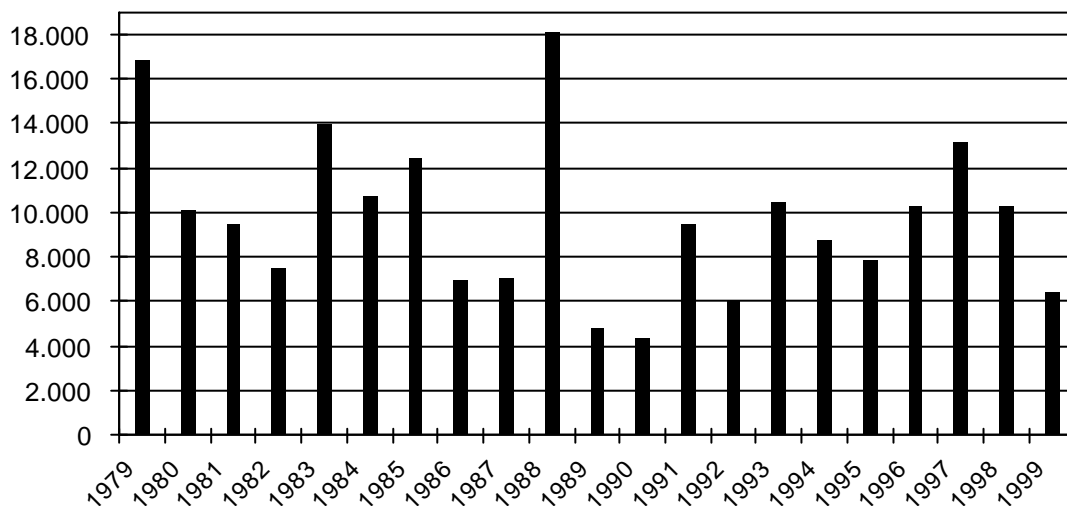


Figura 1.- Aportaciones anuales (en Hm³) del río Ebro en Tortosa durante el período 1979/99..

Según los datos expuestos por tanto, resulta imposible garantizar un trasvase de 1.050 Hm³/año si lo que se desea es diseñar un sistema de gestión adecuado para el mantenimiento de los usos y necesidades ambientales del tramo final del Ebro (ver Figura 2).

Por otra parte, las futuras perspectivas de reducción de las aportaciones por el efecto combinado del aumento progresivo de cobertura forestal de la cuenca y del cambio climático, merecen una atención especial e ineludible de cara a la planificación futura del uso de los recursos hídricos de la cuenca del Ebro (Las drásticas consecuencias del cambio climático sobre los recursos hídricos para la cuenca del Ebro supondrán una pérdida del 16% de los recursos hacia el año 2060, véase Ayala-Carcedo e Iglesias (2000) (**),

(**): Ayala-Carcedo, F.J. e Iglesias, A. 2000. Impactos del posible cambio climático sobre los recursos hídricos, el diseño y la planificación hidrológica en la España Peninsular. *El Campo de las Ciencias y las Artes* 137:201-222.

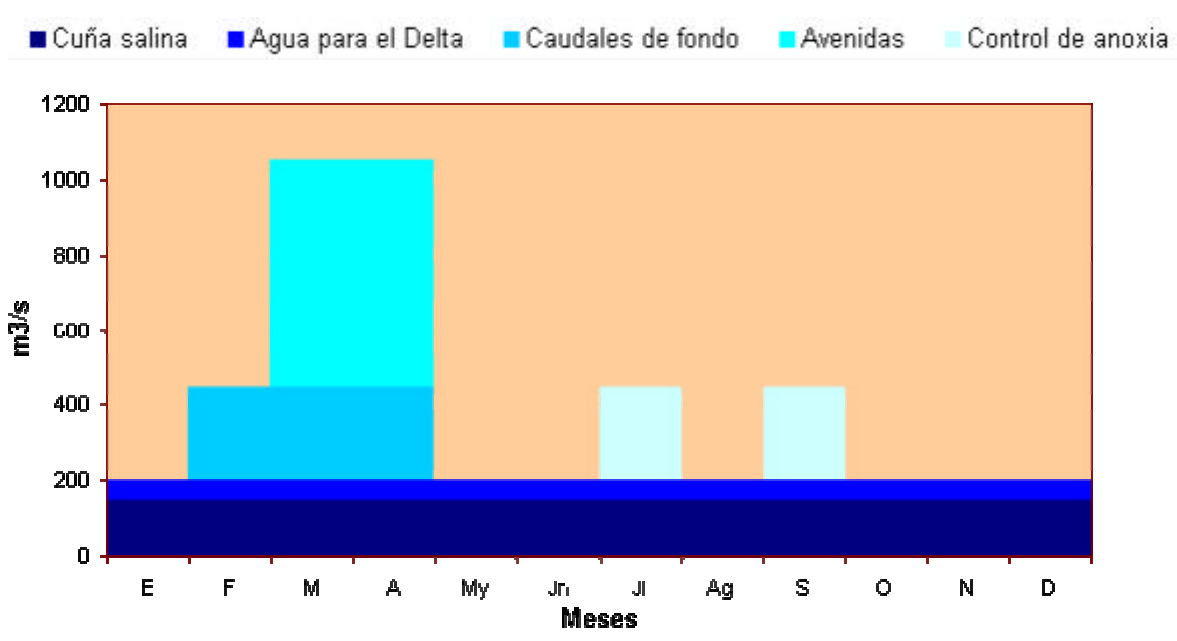
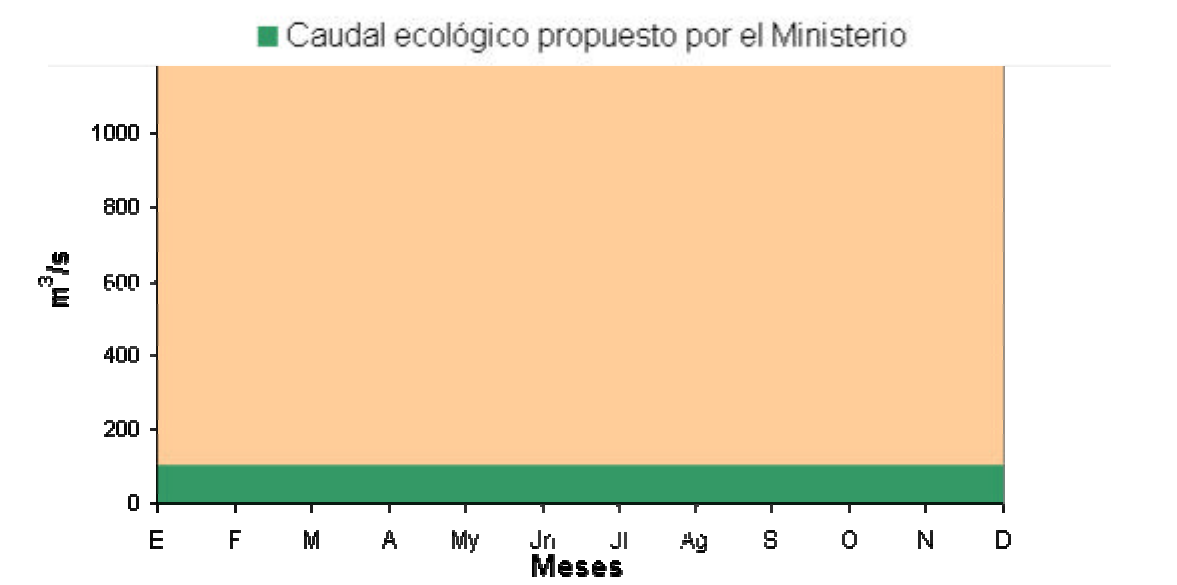


Figura 2.- Arriba: caudal y régimen hídrico propuestos por el Plan Hidrológico Nacional. Abajo: esquema del régimen hídrico propuesto en el presente informe, necesario para mantener la funcionalidad ecológica y socioeconómica del tramo final del Ebro.