



POLITÉCNICA

ESTUDIO DE DOS MASAS DE AGUA DEL RÍO TAJO: PRESIONES, ESTADO AMBIENTAL Y CAUDALES ECOLÓGICOS

INFORME TÉCNICO

Marta González del Tánago & Diego García de Jalón

E.T.S. Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural

Universidad Politécnica de Madrid

Madrid, Diciembre, 2021

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA ESTUDIADAS	2
3. PRESIONES E IMPACTOS	6
4. ESTADO AMBIENTAL DE LAS MASAS DE AGUA	11
5. CAUDALES ECOLÓGICOS	16
6. CONSIDERACIONES FINALES: INFLUENCIA DE LOS CAUDALES ECOLÓGICOS EN EL ESTADO AMBIENTAL DE LAS MASAS DE AGUA	21
7. CONCLUSIONES	23

Este Informe Técnico ha sido encargado por el grupo TRAGSA (Valencia) y contratado a través de la Fundación Conde del Valle de Salazar, E.T.S. Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid. Diciembre de 2021.

1. INTRODUCCIÓN

El presente Informe se refiere al estudio de dos masas de agua del río Tajo ubicadas en su tramo medio, y está basado en los documentos de planificación hidrológica correspondientes al segundo (2016-2021) y tercer ciclo (2021-2027) de planificación presentados por la Demarcación Hidrográfica del Tajo. Dicho estudio ha sido solicitado por el Grupo Tragsa (Valencia) y se centra en el análisis de las presiones que actúan sobre dichas masas de agua, la evolución del estado ambiental de las mismas entre los dos ciclos de planificación y los caudales ecológicos que han sido asignados a las mismas.

El objetivo del Informe es revisar los posibles cambios que se han podido producir en las presiones de ambas masas de agua entre los dos ciclos de planificación mencionados, y comentar si los caudales ecológicos asignados en el tercer ciclo de planificación pueden suponer una mejora del estado ambiental de ambas masas de agua.

Las masas de agua analizadas son las siguientes:

- Río Tajo desde el embalse de Estremera hasta el Arroyo del Álamo (ES030MSPF0103021)
- Río Tajo desde la Real acequia del Tajo, que se deriva en el azud de Valdajos, hasta el azud de Embocador de donde sale el Canal de las Aves (ES030MSPF0102021).

Estas masas de agua, tal y como aparecen definidas en los documentos de planificación, no son disjuntas entre sí sino que se solapan parcialmente, teniendo en común un tramo del río Tajo de unos 3 km de longitud aproximada, que discurre entre la desembocadura del arroyo del Álamo y el azud de Valdajos (Figura 1).

Se desconoce la razón de este solape en la definición de estas masas de agua, si bien a este respecto es importante mencionar que el río Tajo en este sector común a ambas masas se encuentra prácticamente seco la mayor parte del año en una longitud aproximada de 2 km. Ello representa una causa permanente de fragmentación del río, al interrumpirse la continuidad longitudinal de los flujos de agua y sedimentos que deberían circular por el cauce principal. Desde el azud de Valdajos parte por su margen derecha la Real Acequia o Canal del Tajo, que deriva agua para atender la demanda de los cultivos en la época de riegos. Pero a su vez, desde este azud parte por su margen izquierda el Caz de Valdajos, que conduce durante todo el año el agua del Tajo a la central hidroeléctrica de Valdajos, pasada la cual los caudales del río Tajo vuelven a discurrir por su cauce natural.

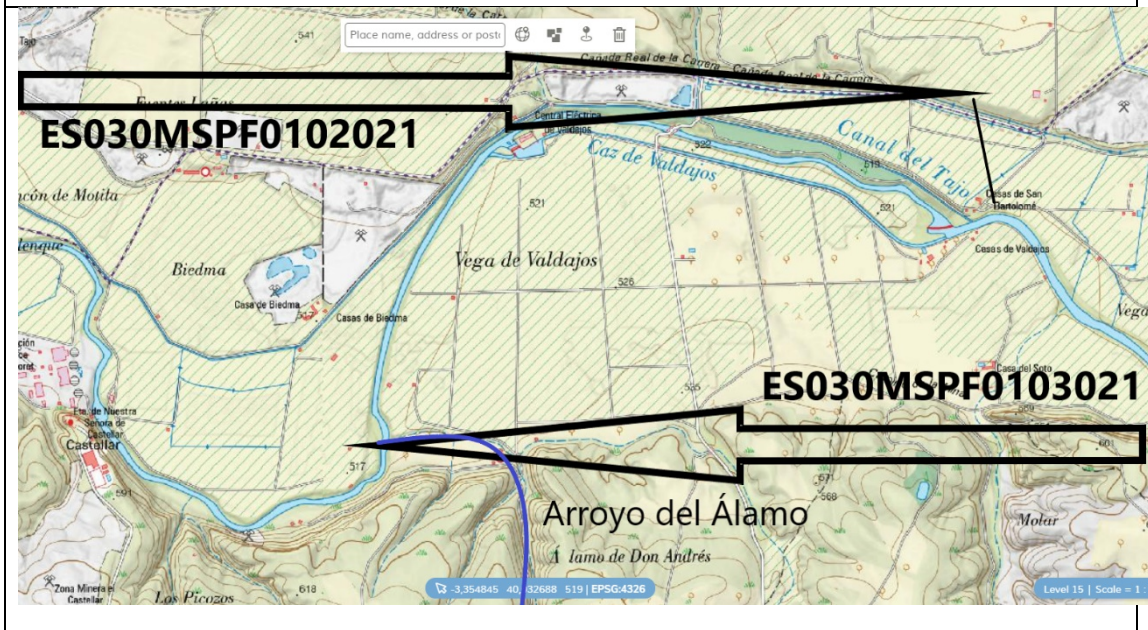


Figura 1.- Límites de la zona objeto de este Informe (imagen superior), abarcando las dos masas de agua del río Tajo entre el azud de Estremera y el de Embocador, que se solapan conteniendo un tramo en común entre el azud de Valdajos y el arroyo del Álamo (imagen inferior).

2. DESCRIPCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA

La primera masa de agua, ubicada aguas arriba, corresponde al río Tajo desde el azud de Estremera hasta la desembocadura, por su margen izquierda, del Arroyo del Álamo. Tiene una longitud de 58 km y corresponde a la tipología de “Ejes mediterráneos-continentales mineralizados”, estando considerada por los documentos de planificación como masa “muy modificada”.

La segunda masa de agua está definida en el río Tajo desde el azud de Valdajos, de donde parte la Real Acequia o Canal del Tajo, hasta el azud de Embocador. Tiene una longitud aproximada

de 30 km y corresponde a la misma tipología de la masa anterior, “Ejes mediterráneos- continentales mineralizados”, estando asimismo considerada como masa “muy modificada”.

A lo largo de ambas masas de agua, el río Tajo discurre por un valle agrícola de regadío, con un trazado sinuoso canaliforme y una anchura más o menos homogénea de 25 a 30 m. El cauce se encuentra relativamente encajado mostrando orillas de taludes muy pendientes y de altura superior a 4 m. En ambos márgenes estos taludes de orilla están cubiertos por un corredor más o menos continuo de vegetación riparia, constituido por una alameda relictas y lineal de *Populus alba*, con algunos fresnos (*Fraxinus angustifolia*) y chopos (*Populus nigra*). En su interior también se reconocen sauces arbóreos (*Salix alba*, *Salix fragilis*) y olmos relictos, y en las proximidades de las orillas se mantiene una orla discontinua de sauceda arbustiva (*Salix purpurea*) con abundante carrizo (*Phragmites communis*). Se trata de una formación madura y muy envejecida, de gran altura, con abundantes pies muertos o caídos hacia el cauce y muy escasa regeneración natural, que solo se observa en la especie *Populus alba*. (Figura 2).



Figura 2.- Distintas vistas del río Tajo en las proximidades de Fuentidueña (superior) y aguas abajo del azud de Valdajos (inferior), pertenecientes a la primera y segunda masa de agua estudiadas, respectivamente.

Las fotografías aéreas de épocas pasadas indican que el trazado del cauce ha sufrido muy pocas variaciones en todo este tramo desde 1956. Se aprecia que en esta época más antigua se mantenía la actividad de los meandros, con arcos residuales de vegetación en los canales de desagüe interiores de su margen interna, la cual ha ido desapareciendo gradualmente en las últimas décadas, siendo ocupadas estas zonas de llanura de inundación por cultivos agrícolas. Aparentemente, esta ocupación agrícola se ha producido por una progresiva desecación de estos terrenos inundables, consecuencia de varios procesos entre ellos la fuerte detracción de caudales y el encajamiento del cauce aguas abajo de las grandes presas y azudes, los cuales se han visto reforzados por la extracción de áridos en todo este sector fluvial.

La consideración de masas muy modificadas se debe principalmente, en ambos casos, a la fuerte alteración de su régimen de caudales. En efecto, dichas masas de agua se sitúan aguas abajo del gran complejo de grandes presas y embalses del que deriva el Trasvase Tajo-Segura (Entrepeñas, Buendía, Bolarque). Pero a su vez, estas masas de agua están muy alteradas en sus condiciones hidromorfológicas, y por consiguiente biológicas, por la secuencia de presas menores y numerosos azudes que existen a lo largo del cauce del Tajo desde Bolarque hasta Aranjuez (ej. presas o azudes de Zorita, Almoguera, Peñarrubia, Buenamesón, Villaverde, Valdajos, etc.).

En la figura 3 se muestra la secuencia de estas estructuras transversales presentes en el río Tajo, a lo largo de las dos masas de agua consideradas, que sin lugar a duda modifican de forma significativa las condiciones hidráulicas de la corriente, haciendo que predominen los sistemas lénticos o remansados por los sucesivos azudes, y se transforme por completo la granulometría del lecho y el hábitat fluvial.

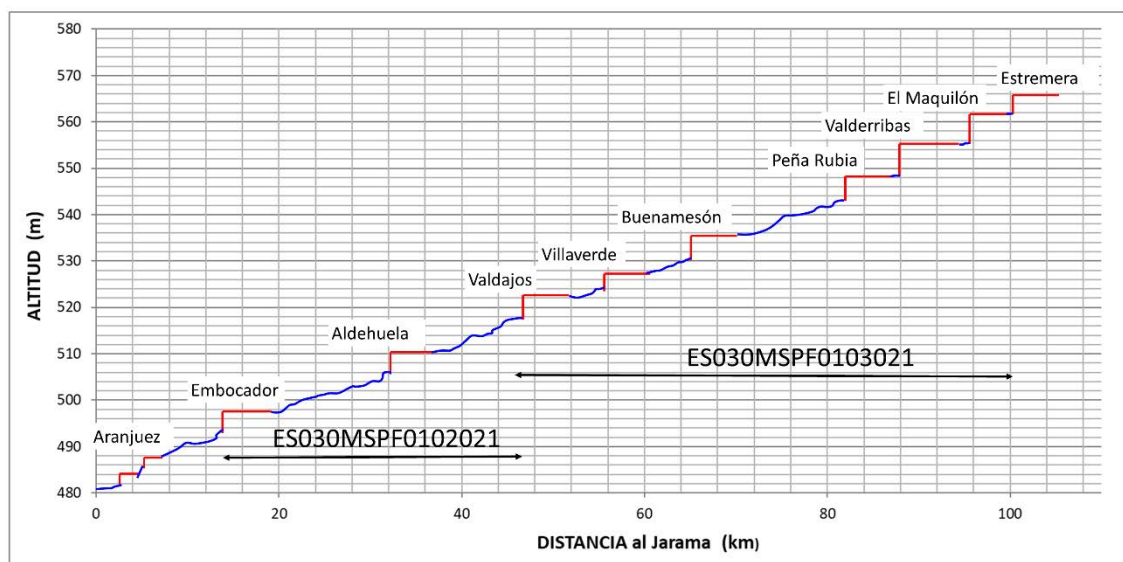


Figura 3.- Secuencia de azudes inventariados en el cauce del río Tajo en el tramo correspondiente a las dos masas de agua estudiadas en este Informe, que abarcan en su conjunto desde el azud de Estremera hasta la confluencia con el río Jarama en Aranjuez.

En relación con las masas de estudio, tienen especial relevancia el azud de Valdajos, de donde parte el Canal o Real Acequia del Tajo, con numerosas derivaciones y acequias que riegan la vega del río por su margen derecha, y el azud de Embocador, del que parte por su margen izquierda el canal de las Aves que riega los Jardines Reales de Aranjuez, y por su margen derecha el canal de Enmedio que mantiene los regadíos de esa margen hasta el Jarama. Ambos azudes representan puntos relevantes de abstracción de agua del río Tajo, en especial el primero de ellos del que se inicia un tramo de cauce que queda sin agua corriente prácticamente todo el año (Figura 4). En su conjunto, esta secuencia de azudes determina, además de una disminución progresiva de los caudales circulantes por el cauce del río Tajo, especialmente en la temporada de riegos, un cambio drástico en las condiciones hidráulicas y morfológicas del río, a la vez que una fragmentación de las poblaciones existentes. De esta forma el río Tajo pierde por completo su capacidad de recuperación prácticamente hasta su confluencia con el río Jarama. Algunos de estos azudes no tienen uso reconocible y podrían ser objeto de eliminación. En todo caso, todos ellos deberían estar dotados de escalas funcionales de peces, cosa de la que carecen en la actualidad.



Figura 4.- Imágenes del río Tajo en los alrededores del azud de Valdajos. (A): Vista parcial del azud de Valdajos, recubierto en gran parte por la vegetación, indicando la falta de caudal circulante aguas abajo. (B): Tramo seco del río Tajo que abarca desde el azud de Valdajos hasta la central del mismo nombre. (C) Agua del Tajo circulando por el Caz de Valdajos. (D) Cauce del río Tajo aguas abajo de la central de Valdajos, a partir de la cual el río recupera su caudal.

3. PRESIONES E IMPACTOS

En la Tabla 1 se muestran las presiones significativas que afectan a las masas de agua en estudio. Dichas presiones aparecen recogidas en la información enviada a la Comisión Europea sobre los planes hidrológicos de segundo ciclo de planificación 2015-2021, y ha sido extraída desde la aplicación informática: <https://servicio.mapama.gob.es/pphh/>. En esta información por masas de agua que está disponible en relación al segundo ciclo de planificación, únicamente se mencionan las presiones significativas, con denominaciones a veces muy genéricas y en ocasiones sin ninguna precisión (ej. en Abstracciones de agua, 3.7 Abstracción o derivación de caudal: Otras).

La Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) define “presión significativa” como aquella que supera un umbral definido a partir del cual se puede poner en riesgo el cumplimiento de los objetivos ambientales en una masa de agua. Para la Comisión Europea, el concepto de “presión significativa” está actualmente asociado a la generación de un posible impacto sobre las masas de agua que la reciben. Este concepto debe aplicarse considerando los efectos acumulativos de presiones que individualmente podrían considerarse no significativas por su reducida magnitud, pero que cuando actúan conjuntamente generan un claro impacto sobre las correspondientes masas de agua.

En respuesta a la Comisión Europea, que realizó una serie de recomendaciones en las que se instaba a mejorar la identificación de las presiones y el análisis del su impacto asegurando que todas ellas fueran tenidas en cuenta, incluyendo las presiones hidromorfológicas, en el borrador del tercer ciclo de planificación se han actualizado y ampliado las fuentes de información, y revisado los indicadores de magnitud de las presiones que pueden resultar más representativos frente al impacto que generan. Así, en el tercer ciclo de planificación se presenta un inventario mucho más completo que el anterior, donde se cuantifica la magnitud de la presión a través de unidades que expresan la intensidad de cada una de ellas, tal y como se expone en la Tabla 2.

Al comparar dichas Tablas procedentes de distintos ciclos de planificación se observa que se mantienen los mismos tipos de presiones, si bien el grupo 4 “Regulación y alteraciones morfológicas” del segundo ciclo aparece desglosado y mucho más detallado en el tercer ciclo, en el que dentro de este grupo se diferencian presiones hidromorfológicas correspondientes a la presencia de barreras, que quedan cuantificadas según el número de ellas, y presiones hidromorfológicas correspondientes a la abstracción de agua, que quedan cuantificadas según el WEI (% de agua extraída en relación a la aportación natural).

Es de destacar la importancia que tienen las presiones hidromorfológicas por abstracción de agua inventariadas como “4.3.6. Otras”, que suponen una derivación del flujo de casi el 50 % de la aportación natural en ambas masas de agua, y que no se detallan correctamente, si bien se puede intuir que corresponden al Trasvase Tajo-Segura. La magnitud de esta presión, sea la que fuera, destaca en términos absolutos y relativos sobre todas las restantes, y representa sin duda

la principal causa del estado final “peor que bueno” de ambas masas, así como del riesgo alto y moderado, respectivamente, de no cumplir los objetivos medioambientales previstos.

Tabla 1.- Lista de presiones significativas de las masas de estudio, recogidas en el Plan hidrológico 2015-2021 (<https://servicio.mapama.gob.es/pphh/>).

Masa de agua	Orden Grupo de presiones	Grupo de presiones significativas	Tipo de presiones significativas
Río Tajo desde Embalse de Estremera hasta Arroyo del Álamo ES030MSPF0103021	3	Abstracciones	3.1. Abstracción o derivación de caudal. Agricultura
			3.2. Abstracción o derivación de caudal. Suministro doméstico
			3.3. Abstracción o derivación de caudal. Industria
			3.5. Abstracción o derivación de caudal. Hidroelectricidad
			3.7. Abstracción o derivación de caudal. Otras
	2	Fuentes difusas de contaminación	2.2. Contaminación difusa. Agricultura
			2.6. Contaminación difusa. Vertidos no conectados a la red de vertidos
	1	Fuentes puntuales de contaminación	1.1. Vertidos puntuales. Aguas residuales urbanas
			1.3. Vertidos puntuales. Plantas de tratamiento, aguas industriales
			1.4. Vertidos puntuales. Plantas de tratamiento aguas no industriales
	4	Regulación y alteraciones morfológicas	4.2.1. Presas, barreras y esclusas. Centrales hidroeléctricas
			4.2.3. Presas, barreras y esclusas. Agua potable
			4.2.4. Presas, barreras y esclusas. Regadío
			4.2.8. Presas, barreras y esclusas. Otras
			4.2.9. Presas, barreras y esclusas. Desconocidas u obsoletas
4.3.3. Alteración hidrológica. Hidroelectricidad			
Río Tajo desde Real Acequia del Tajo hasta Arroyo de Embocador ES030MSPF0102021	3	Abstracciones	3.1. Abstracción o derivación de caudal. Agricultura
			3.2. Abstracción o derivación de caudal. Suministro doméstico
			3.3. Abstracción o derivación de caudal. Industria
			3.4. Abstracción o derivación de caudal. Hidroelectricidad
	2	Fuentes difusas de contaminación	2.2. Contaminación difusa. Agricultura
			2.6. Contaminación difusa. Vertidos no conectados a la red de vertidos
	1	Fuentes puntuales de contaminación	1.1. Vertidos puntuales. Aguas residuales urbanas
			1.3. Vertidos puntuales. Plantas de tratamiento, aguas industriales
			1.4. Vertidos puntuales. Plantas de tratamiento aguas no industriales

Tabla 2.- Presiones e intensidad de las mismas recogidas en el tercer ciclo de planificación (Anejo 10, Objetivos medioambientales, Apéndice 1 Fichas de masas de agua superficial).

TIPOLOGÍA DE PRESIONES		Estremera-Arroyo Álamo ES30MSPF0103021	Real Acequia Tajo- Embocador ES30MSPF0102021
Fuentes puntuales de contaminación	1.1. Aguas residuales Carga DBO ₅ (Tm/año)	607,03	666,79
	1.1. Aguas residuales Carga N (Tn/año)	285,04	343,48
	1.2. Aliviaderos (nº puntos de desbordamiento)	14	7
	1.3. Vertidos plantas EID (nº)	0	1
	1.4. Vertidos plantas no EID (nº)	0	2
	1.5. Zonas para eliminación de residuos (nº)	9	6
	1.6. Vertidos refrigeración (nº)	1	0
Fuentes difusas de contaminación	2.1. Escorrentía urbana (km2)	3,53	5,57
	2.2. Agricultura (TmN/año)	2032,16	2166,18
	2.4. Transporte (km2)	3,56	1,79
	2.5. Minería (km2)	2,59	2,75
	2.10. Cargas ganaderas (km2)	45,28	11,14
Extracción de agua y derivación del flujo	3.1. Agricultura (Hm3/año)	51,6	26,80
	3.2. Abastecimiento (Hm3/año)	0,3	2,10
	3.3. Industria (Hm3/año)	2,6	0,20
	3.7. Otras (uso recreo) (Hm3/año)	0,1	
Hidromorfológicas (Barreras)	4.1.5. Desconocidas (km)	0,29	4,29
	4.2.1. Centrales hidroeléctricas (nº)	4	0
	4.2.3. Abastecimiento agua (nº)	3	0
	4.2.5. Actividades recreativas (nº)	1	0
	4.2.8. Otras (nº)	2	0
	4.2.9. Estructuras obsoletas (nº)	3	1
Hidromorfológicas (Abstracción agua)	4.3.1. Agricultura (WEI)	16,89 %	19,72 %
	4.3.4. Abastecimiento público (WEI)	5,583 %	5,608 %
	4.3.6. Otras (WEI)	44,58 %	44,45 %
Otras presiones	5. Vertederos controlados o incontrolados (km2)	0,58	0,13

También hay que destacar que, en el borrador del tercer ciclo de planificación, en su Anejo 7 *Inventario de presiones, impactos y riesgo*, la presión de abstracción de agua y derivación del flujo no se incluye como presión significativa. Se puede comprobar que en el apartado 4.1. relativo a *Presiones sobre las masas de agua superficial*, se incluye el punto 4.1.3. *Extracciones y derivaciones de agua*; pero más adelante, en el apartado 5.2. *Resumen de presiones significativas*, dentro del sub-apartado 5.2.1. *Presiones significativas en masas de agua*

superficial de este mismo Anejo 7, este tipo de presiones por extracción de agua no aparece mencionado. En este caso, como presiones significativas solo se mencionan, por este orden, las siguientes:

- presiones significativas puntuales (vertidos)
- presiones significativas difusas (contaminación difusa)
- presiones por alteraciones morfológicas:
 - alteración física del cauce, lecho, ribera o márgenes
 - alteración morfológica por presa o azudes
 - alteraciones de hábitat por cambios hidrológicos
 - Otras alteraciones hidromorfológicas (cultivos agrícolas próximos al cauce)

No se comprende la razón por la cual en esta lista de presiones significativas de las masas de agua superficial no está contemplada la presión relativa a la abstracción de agua que, como ha quedado reflejado en la Tabla 2, es quizás la más significativa en el caso de las dos masas de agua estudiadas y, probablemente de forma general, en toda la cuenca del Tajo.

En consecuencia con ello, en ninguna de las dos masas de agua objeto de este Informe aparece relacionado el estado final de la masa, “peor que bueno”, con su presión más significativa correspondiente a la abstracción de agua. Por el contrario, este estado peor que bueno se relaciona, tal y como aparece en las tablas de las fichas correspondientes (ver *Anejo 10 Objetivos medioambientales, Apéndice 1 Fichas de masas de agua superficial*), con otras presiones significativas como son las aguas residuales, produciendo un riesgo probable; la alteración del hábitat por cambios morfológicos incluida la conectividad, con un riesgo probable; y las alteraciones del hábitat por cambios hidrológicos, con un riesgo comprobado. En dicho Apéndice, el riesgo total se estima como “medio” (rango 2-4), con una puntuación de 3,95 en la primera masa de agua, desde Estremera hasta el arroyo del Álamo, y de “alto” (rango 4-5), con una puntuación de 4,05 en la segunda masa de agua, desde Real Acequia del Tajo hasta Embocador.

También hay que destacar de igual forma la ausencia de información respecto a la derivación de los caudales del Tajo desde el azud de Valdajos hasta la central hidroeléctrica del mismo nombre, que afecta a una longitud de río en torno a 2 km dejándolo prácticamente sin caudal durante todo el año, y que no queda reflejada en ninguna de las tablas y anejos analizados.

Por otra parte, La Comisión Europea efectuó en su día recomendaciones para la mejora de la redacción del tercer ciclo de planificación, mencionando entre otros aspectos que: i) España debe velar por que el análisis tenga en cuenta todas las presiones, tal y como se señaló en las anteriores recomendaciones; ii) resulta necesario seguir trabajando en la asignación de las presiones a sectores concretos, con miras a poder identificar las medidas más adecuadas; y iii) deben ejecutarse y notificarse más medidas hidromorfológicas en todas las masas de agua afectadas por presiones hidromorfológicas, y en todas las demarcaciones hidrográficas.

A nuestro entender, el inventario de presiones hidromorfológicas que aparece en el borrador del tercer ciclo de planificación no está todavía completado, y en ocasiones no se diferencian claramente entre ellas. Dichas presiones, según lo establecido por la Directiva Marco del Agua y atendiendo a los indicadores de calidad hidromorfológica de las masas de agua propuestas por esta Directiva, deberían responder a dos tipologías muy diferentes:

- Abstracción o derivación del flujo (disminución de la magnitud del caudal, estimado con el índice WEI)
- Regulación de los caudales, con cambios en su pauta temporal (cambios en su estacionalidad, tasas de cambio, época de máximos y mínimos, etc., cuantificados a través de indicadores de alteración hidrológica)

Conclusiones acerca de las presiones que afectan a las masas de agua en estudio.-

A modo de resumen, y partiendo de los documentos disponibles del segundo y tercer ciclo de planificación de la cuenca española del Tajo, podemos extraer las siguientes conclusiones en relación con las presiones que afectan a las dos masas de agua estudiadas:

- 1) No se detecta ningún cambio significativo en las presiones que afectan a ambas masas de agua entre el segundo y tercer ciclo de planificación, tal y como aparecen descritas en los documentos disponibles elaborados por la demarcación hidrográfica del Tajo. Si bien el documento borrador del tercer ciclo de planificación detalla con mucha mayor precisión todas las presiones encontradas, cuantificando su magnitud, dicho documento se refiere a las mismas presiones que ya fueron consideradas como significativas en el segundo ciclo de planificación.
- 2) Las presiones hidromorfológicas, y más concretamente las presiones relacionadas con la abstracción de agua y derivación del flujo, son en ambos ciclos de planificación las más importantes y significativas por su magnitud y extensión a la que afectan.
- 3) El inventario de presiones todavía resulta incompleto, y siguiendo las recomendaciones de la Comisión Europea, debería hacerse un esfuerzo adicional en detallar con mayor precisión las diferencias entre abstracción de agua y alteración del régimen hidrológico.
- 4) Resulta necesario que en la relación de presiones significativas del documento del tercer ciclo de planificación (Anejo 7) se incluya la de extracción de agua y derivación del flujo, junto a las restantes presiones que aparecen como “significativas”.

4. ESTADO AMBIENTAL DE LAS MASAS DE AGUA

El borrador del tercer ciclo de planificación señala que las dos masas de agua estudiadas tienen el mismo estado final 'peor que bueno', siendo también en ambas masas su estado ecológico 'moderado' y su estado químico 'bueno'. Los componentes del estado ecológico también coinciden: Calidad biológica 'moderada'; calidad físico-química 'muy buena' y calidad hidromorfológica 'peor que buena'. La única diferencia estriba en el índice de calidad biológica IPS que es 'buena' en la masa ES030MSP0102021 y 'moderada' en la situada aguas arriba ES030MSP0103021. Sin embargo, dado que el indicador de macroinvertebrados IBMWP es 'moderado' en ambas masas, no influye en el estado final.

En el Anejo 7, *Inventario de presiones y evaluación del estado de las masas de agua* del Plan hidrológico todavía vigente (Segundo ciclo de planificación 2015-2021), el estado ambiental de las masas estudiadas aparece como "bueno o mejor". En dicho Anejo el estado químico se considera "bueno", y el estado ecológico se valora como "bueno y máximo" (apartado 3.5. Resumen del estado de las masas de agua).

Atendiendo a lo establecido por estos dos documentos de planificación, parece que el estado ecológico de las dos masas de agua en estudio ha empeorado en los últimos 6 años, dado que se consideraban ya en buen estado desde 2015 (Anejo 8, Objetivos medioambientales y excepciones, apartado 5. Resumen de objetivos medioambientales de las masas de agua), sin riesgo de incumplir los objetivos medioambientales, y en la actualidad esto no es así.

Sin embargo, esta consideración de empeoramiento del estado ambiental de las dos masas de agua en estudio puede quedar parcialmente justificada por el cambio que se ha producido en los criterios por los que se asigna el estado ecológico. Estos cambios en los umbrales de los diferentes estados ecológicos que se consideran en el borrador del tercer ciclo de planificación se ajustan a lo establecido en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, en su Anexo II: Condiciones de referencia, máximo potencial ecológico y límites de clases de estado, donde para el tipo de río que nos atañe (RT-16) se dan los nuevos valores de referencia mencionados.

Si nos fijamos en el indicador de macroinvertebrados IBMWP, el umbral entre bueno y moderado ha subido de 0,50 a 0,52 (en términos EQR); y el indicador de diatomeas fitobentónicas IPS ha subido de 0,69 a 0,73 (EQR). Estos cambios en los umbrales para pasar de un estado a otro son consecuencia de los cambios que se han producido en la definición de condiciones de referencia para el tipo de río 'Ejes mediterráneos-continentales mineralizados' al que pertenecen las dos masas de agua, que han pasado para el IBMWP del valor 101 al de 136, y para el IPS del valor de 15,4 al de 16,4.

La justificación de los valores umbrales seleccionados como referencia y como límites de cada estado ecológico no se encuentra en ninguno de los documentos consultados, y por nuestra parte no conocemos la existencia de ningún trabajo científico o técnico que justifique o avale

dichos valores. Por otra parte, tratándose de que se refieren a valores de índices que sintetizan y encriptan la información biológica sobre la que se basan (composición taxonómica, abundancias relativas, etc.), y que partiendo de comunidades biológicas muy diferentes se podrían alcanzar similares valores de tales índices, podemos afirmar que en cualquier caso se trata de valores subjetivos, que pueden estar en permanente revisión mientras no se fundamenten en trabajos científicos, siendo posible que en sucesivos reales decretos vuelvan a verse modificados, con la consiguiente incertidumbre de los resultados que se presentan.

Para profundizar en el posible empeoramiento del estado ambiental de las masas de agua analizadas, se han extraído de la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo los resultados de cinco muestreos del indicador de macroinvertebrados IBMWP ((Iberian Bio-Monitoring Working Party)) como datos disponibles de estas masas de agua. Dichos datos corresponden a la primavera de los años 2008 y 2009, que entendemos hayan sido los utilizados para la evaluación ambiental del Plan 2015-2021; y a la primavera de los años 2015, 2016 y 2018, que suponemos hayan sido los utilizados para el nuevo Plan 2021-2027 (Tablas 3 y 4). Es posible que existan más datos de los aquí analizados, pero no estén disponibles en la web y por tanto queden fuera de nuestro alcance.

En la figura 5 (imagen izquierda) se muestra la evolución del índice IBMWP resultante de esta información, comprobándose que, según este índice, el estado ha empeorado en los 10 años transcurridos entre los muestreos, en ambas masas de agua. En 2008 y 2009 el estado según este índice IBMWP era no sólo bueno sino muy bueno (umbral RCE en 0,86), mientras que en años posteriores a 2015-2018 los valores de este índice se acercan al umbral de buenomoderado (umbral en RCE 0,52).

El índice IBMWP es una suma ponderada del valor ecológico de cada taxón incluido en la comunidad muestreada. Dicho valor ecológico varía entre 1 a 10 (máximo valor ecológico), y el índice IBMWP aumenta según aumenta el número de taxones encontrados. Adicionalmente, se puede analizar el valor medio del valor ecológico indicador de las especies presentes en la comunidad, es decir el IASPT (Iberian Average Score per-Taxon), que ya no depende del número de taxones encontrados. En la figura 5 (imagen derecha) se representa la evolución del índice IASPT, pudiendo comprobar que este valor medio por taxón se mantiene casi constante a lo largo de todos los muestreos, con valores inferiores a cinco (valor ecológico mediocre), lo que indica que no se han producido cambios en la categoría ecológica de las especies existentes.

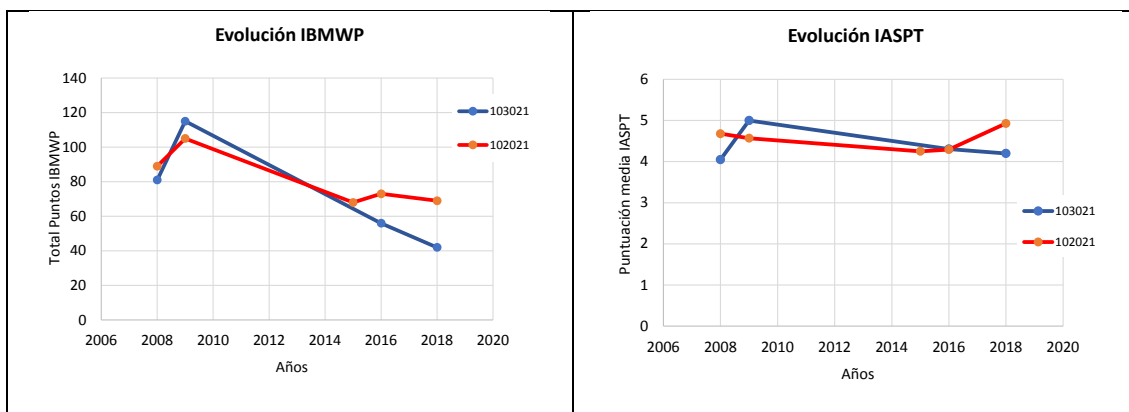


Figura 5.- Evolución de los índices IBMWP y IASPT asociados a los macroinvertebrados en el periodo 2008-2018 en las dos masas de agua estudiadas. (Elaboración a partir de los datos disponibles en www.chtajo.es/LaCuenca/CalidadAgua/AguasSup/Paginas/RiosEstado.aspx).

Analizando los datos de estos muestreos con mayor profundidad, es decir analizando la composición taxonómica de las comunidades encontradas (Tablas 3 y 4), podemos afirmar que el 50 % de los taxones encontradas en ambas masas de agua tiene un carácter léntico, mientras que los taxones lóticos (de aguas corrientes) representan únicamente el 15 %, siendo el resto de los taxones de carácter eurioico (indiferentes a la velocidad de corriente). Ello es un indicador del carácter remansado que tienen ambas masas de agua debido a los numerosos azudes que contienen, y también refleja la dificultad para realizar muestreos de macroinvertebrados siguiendo el protocolo establecido, para el cual deben elegirse tramos someros que permitan vadear el cauce y utilizar redes de mano en el centro del cauce. Esta dificultad a la hora de encontrar tramos favorables para el muestreo correcto de los macroinvertebrados puede explicar también una variabilidad de resultados cuando los muestreos sean llevados a cabo por diferentes personas, en diferentes tramos y condiciones de la corriente, y en diferentes épocas.

Finalmente, refiriéndonos a la evaluación del estado ecológico de las masas de agua, es importante resaltar que todavía sigue sin utilizarse la comunidad piscícola como elemento biológico de mayor valor indicador de las condiciones hidromorfológicas del tramo fluvial. A diferencia de los macroinvertebrados, que reflejan principalmente calidad físico-química de las aguas, y de las diatomeas que requieren poco caudal para su desarrollo, las especies piscícolas tienen una gran movilidad y se ven muy afectadas tanto por la fragmentación generada por las presas como por la regulación y cambios en la estacionalidad de los caudales circulantes. En este sentido podríamos afirmar que con la utilización de las comunidades piscícolas como indicador del estado ecológico de las masas de agua, éste resultaría ser mucho más pobre que el actual.

A este respecto también hay que recordar que entre las recomendaciones de la Comisión Europea para la redacción de los nuevos documentos de planificación, se menciona que España debe concluir la elaboración de métodos de evaluación para los peces en todas las masas de agua, así como para todos los indicadores de calidad pertinentes en las aguas costeras y de transición.

Tabla 3.- Resultados de los muestreos de macroinvertebrados en la estación de Fuentidueña correspondientes a los años indicados, asignados a la masa de agua Río Tajo desde azud de Estremera a Arroyo del Álamo (ES030MSPF0103021). (Datos elaborados a partir de la información suministrada en la aplicación www.chtajo.es/LaCuenca/CalidadAgua/AguasSup/Paginas/RíosEstado.aspx).

FUENTIDUEÑA	ES030MSPF0103021			
	2008	2009	2016	2018
ORDEN TAXON				
Acheta Erpobdellidae		1		
Oligochaeta Oligochaeta	1		1	1
Mollusca Hydrobiidae	1	1	1	
Hydracarina Hydracarina		1		1
Crustacea Atyidae	1	1	1	1
Crustacea Cambaridae	1	1		1
Crustacea Gammaridae	1	1	1	1
Ostracoda Ostracoda	1			
Ephemeroptera Baetidae	1	1	1	1
Ephemeroptera Caenidae	1	1	1	
Ephemeroptera Polymitarcidae	1	1	1	
Ephemeroptera Leptophlebiidae		1		
Odonata Platycnemididae	1		1	
Odonata Aeshnidae		1		
Odonata Calopterygidae		1		
Odonata Coenagrionidae		1		1
Heteroptera Corixidae	1	1	1	
Heteroptera Gerridae	1	1		1
Trichoptera Hydropsychidae	1	1		1
Trichoptera Hydroptilidae	1	1	1	
Trichoptera Psychomyiidae		1		
Coleoptera Hydrophilidae	1			
Coleoptera Elmidae			1	
Diptera Ceratopogonidae	1	1		
Diptera Chironomidae	1	1	1	1
Diptera Ephydriidae		1		
Diptera Limoniidae	1	1		
Diptera Psychodidae	1			
Diptera Simuliidae	1	1	1	1

Tabla 4.- Resultados de los muestreos de macroinvertebrados en la estación de Villaconejos/Noblejas en los años indicados, asignados a la masa de agua Río Tajo desde Real Acequia del Tajo hasta Embocador (ES030MSPF0102021). (Datos elaborados a partir de la información suministrada en la aplicación: www.chtajo.es/LaCuenca/CalidadAgua/AguasSup/Paginas/RíosEstado.aspx).

VILLACONEJOS/NOBLEJAS	ES030MSPF0102021			
	2008	2009	2016	2018
ORDEN TAXON				
Oligochaeta Oligochaeta	1	1	1	
Mollusca Ancyliidae		1		
Mollusca Lymnaeidae	1	1	1	1
Mollusca Physidae	1	1		
Mollusca Planorbidae	1			
Mollusca Sphaeriidae	1			
Mollusca Corbicula flumine			1	
Mollusca Hydrobiidae			1	1
Hydracarina Hydracarina	1	1	1	1
Crustacea Atyidae	1	1	1	1
Crustacea Cambaridae	1			
Crustacea Gammaridae	1	1	1	
Ostracoda Ostracoda	1	1	1	1
Ephemeroptera Baetidae	1	1	1	1
Ephemeroptera Caenidae	1	1	1	1
Ephemeroptera Polymitarcidae	1	1		
Ephemeroptera Potamanthidae	1	1	1	
Ephemeroptera Leptophlebiidae		1		1
Odonata Coenagrionidae	1			
Odonata Platycnemididae	1	1		
Odonata Calopterygidae				1
Odonata Gomphidae		1		1
Heteroptera Corixidae		1		
Heteroptera Gerridae		1	1	1
Heteroptera Hydrometridae		1		
Coleoptera Hydrophilidae		1		
Coleoptera Elmidae			1	
Trichoptera Hydropsychidae		1		
Trichoptera Hydroptilidae	1		1	1
Trichoptera Leptoceridae	1			
Diptera Ceratopogonidae	1			
Diptera Chironomidae	1	1	1	1
Diptera Simuliidae		1	1	1
Diptera Ephydriidae		1	1	
Diptera Limoniidae			1	

Conclusiones respecto al estado ambiental de las masas de agua.-

A modo de síntesis de todo lo expuesto en este apartado, podemos extraer las siguientes conclusiones relativas al estado ambiental de las masas de agua estudiadas:

- 1) El estado ambiental de las masas de agua ha descendido de un nivel “bueno o mejor que bueno” indicado en el documento del segundo ciclo de planificación, a un nivel “peor que bueno” indicado en el borrador del tercer ciclo de planificación. Este descenso en la calidad ambiental de las masas de agua puede justificarse parcialmente por el cambio en los umbrales establecidos para pasar de un nivel de calidad a otro, que han sido revisados según el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre. No obstante, es un hecho comprobado que se ha producido un descenso del valor del índice IBMWP en los últimos años, lo que justificaría también el empeoramiento del estado ambiental.
- 2) Un estudio detallado de la composición de las comunidades de macroinvertebrados muestreadas en ambas masas de agua permite comprobar que el valor ecológico de los taxones encontrados se mantiene más o menos constante y es relativamente pobre. Asimismo, se comprueba que la mayoría de estos taxones son característicos de aguas lénticas, reflejando el efecto de remanso que producen los azudes existentes en el hábitat fluvial. Ello indica también que existe una dificultad para los muestreos de macroinvertebrados, así como una posible incertidumbre y mayor variabilidad de los resultados obtenidos por equipos de trabajo y épocas diferentes.
- 3) No existen trabajos científicos que avalen los umbrales establecidos para condiciones de referencia y límites entre los diferentes estados de calidad ambiental en base a los indicadores biológicos considerados (ej. índice IBMWP de macroinvertebrados). Dichos umbrales son establecidos a través de normativas legales, que se van ajustando progresivamente pero que mantienen su incertidumbre respecto a los principios de la ecología fluvial.
- 4) Como recomienda la Comisión Europea, se considera necesario incorporar la comunidad piscícola a la evaluación de la calidad biológica de los ríos, teniendo en cuenta su mayor valor indicador de las presiones que alteran las condiciones hidromorfológicas.

5. CAUDALES ECOLÓGICOS

Un componente esencial de la planificación hidrológica de las cuencas hidrográficas españolas es el capítulo relativo a los caudales ecológicos. Estos caudales se conciben, según la Instrucción de Planificación Hidrológica, como una restricción de uso del agua con la cual se pueda hacer compatible la satisfacción de las demandas con la preservación del medio ambiente. Teóricamente, su objetivo es mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado, o buen potencial ecológico en los ríos o aguas de transición. En especial, los

caudales ecológicos deben mantener, como mínimo, la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.

Si bien los caudales ecológicos se han definido como umbrales que no se deben traspasar, en cuanto a cinco componentes del régimen (caudales máximos, caudales mínimos, distribución temporal de máximos y mínimos, caudales de crecida y tasas de cambio), en la práctica los caudales ecológicos implementados en los distintos planes hidrológicos se refieren en su gran mayoría al mantenimiento de caudales mínimos.

Propuesta en el tercer ciclo de planificación (2021-2027).-

Según se expone en el borrador del tercer ciclo de planificación, durante el ciclo 2010-2015 del Plan Hidrológico del Tajo se caracterizaron los caudales ecológicos mínimos en 309 masas superficiales utilizando métodos hidrológicos. Se seleccionaron 20 tramos estratégicos y se fijaron finalmente caudales ecológicos en 16 masas de agua superficial y caudales mínimos en tres tramos adicionales del río Tajo.

Las posteriores sentencias del Tribunal Supremo anulando normativas del Plan Hidrológico del Tajo en su segundo ciclo respecto a las masas estratégicas y sus caudales ecológicos, ha obligado a que en el tercer ciclo de planificación el régimen de caudales ecológicos se extienda a todas las masas de agua superficial de la cuenca.

De esta forma, se han propuesto caudales ecológicos para todas las masas de agua del Tajo utilizando el método hidrológico de percentiles entre el 5% y 15% que se establece en la Instrucción de Planificación Hidrológica. Estos percentiles se han aplicado a las series de medias mensuales, definiendo el régimen a través de medias trimestrales tal y como aparece en el Anejo 5, Apéndice 1 (borrador del tercer ciclo).

Concretando para las masas de agua objeto de este Informe, como **caudales mínimos** se establecen los umbrales que aparecen en la tabla 5.

Tabla 5.- Caudales mínimos trimestrales (m3/s) propuestos para las masas de agua en el tercer ciclo de planificación.

Masa de agua	Oct-Dic	Ene-Mar	Abr-Jun	Jul-Sept
Real Acequia del Tajo -Embocador ES030MSPF0102021	7,9	10,4	9,1	7,2
Estremera-Arroyo Álamo ES030MSPF0103021	7,9	10,4	9,1	7,2

En **régimen de sequía prolongada**, se establecen caudales mínimos trimestrales para la masa de agua correspondiente al embalse de Estremera, con los siguientes valores en m3/s:

Masa de agua	Oct-Dic	Ene-Mar	Abr-Jun	Jul-Sept
Embalse de Estremera ES030MSPF0104020	7,9	10,3	9,1	6,9

Como **caudal generador** del cauce (crecidas) que afectaría a ambas masas de agua en estudio, hay que considerar el que se propone desde el embalse de Almoguera:

Masa de agua	Q generador (m ³ /s)	Pmax Asc (m ³ /s)/h	Pmax Des (m ³ /s)/h	t Min Asc (h)	t Min Desc (h)
Embalse de Almoguera ES030MSPF0106020	125,0	30,61	23,55	4,08	5,31

Siendo Pmax Asc: pendiente máxima de la rama ascendente del hidrograma triangular del caudal generador; Pmax Desc: pendiente máxima de la rama descendente del hidrograma triangular del caudal generador; tMin_Asc: duración mínima de la rama ascendente del hidrograma triangular del caudal generador; tMin_Desc: duración mínima de la rama descendente del hidrograma triangular del caudal generador.

Finalmente, como **caudales máximos**, únicamente se establece la distribución temporal de caudales máximos en los embalses que controlan las masas ubicadas aguas abajo, en nuestro caso el embalse de Almoguera donde se propone un caudal de 125 m³/s para todo el año.

El cumplimiento de los valores de estos caudales ecológicos puede ser en la práctica no muy estricto, ya que se permite que los caudales mínimos diarios se rebajen a 6,34m³/s; 8,29m³/s 7,28 m³/s y 5,76 m³/s en cada trimestre, respectivamente, siempre y cuando el caudal medio circulante en el trimestre respectivo no baje del 95% de caudal mínimo estipulado.

Como ya se ha comentado, el caudal de crecida generador se fija en 125 m³/s, con unas tasas de cambio máximas y duraciones mínimas según la rama ascendente o descendente de un hidrograma que se define como triangular. En realidad, el hidrograma de este caudal generador debería tener un máximo prolongado durante un cierto tiempo, como sucede con las avenidas extraordinarias reales.

Por otra parte, quizás no tenga mucho sentido que los caudales máximos, concebidos como umbrales en la regulación ordinaria de los caudales, sean de la misma magnitud, en nuestro caso de 125 m³/s, que el caudal generador (de carácter extraordinario). También carece de sentido que la restricción de caudales máximos se imponga no solo para los caudales de estiaje en regulación para regadío, sino también para los caudales de otoño-invierno que es la época en que tienen lugar las crecidas naturales, a las cuales están adaptadas las comunidades biológicas nativas, siendo dichas crecidas naturales imprescindibles para controlar de forma natural las especies invasoras.

Propuesta en el segundo ciclo de planificación (2015-2021).-

En el Plan Hidrológico vigente (2015-2021) sólo se ha contemplado la implementación de caudales ecológicos en las masas consideradas como estratégicas, y en ellas sólo se han implementado las restricciones correspondientes a los caudales mínimos.

En relación a las masas de agua estudiadas, la masa estratégica más cercana considerada en este segundo ciclo de planificación ha sido la del tramo del Tajo a la altura de Aranjuez. Dada su proximidad y ausencia de afluentes significativos en su interior, podemos considerar extrapolables los caudales circulantes por esta masa de Aranjuez a las masas que nos ocupan, ubicadas aguas arriba.

El Plan vigente considera como medida transitoria los **caudales mínimos** en el eje del río Tajo, quedando fijado en Aranjuez un caudal mínimo de 6 m³/s según se establece en la Disposición Adicional 1ª de la Ley 52/1980. Este valor del caudal mínimo seleccionado se aplica para todo el año como valor constante, que para el trimestre julio-septiembre coincide con el Percentil 5 y garantiza un hábitat potencial útil superior al 50%. En este caso se ha atribuido mayor valor a los métodos hidrológicos que a los hidrobiológicos, por estar la morfología del cauce muy alterada en este tramo por un encauzamiento, lo que resta representatividad a estos últimos.

Respecto a los demás componentes del régimen ecológico de caudales, el Plan vigente dedica un contenido extenso a caracterizar desde un punto de vista teórico el régimen de crecidas para todas las masas de categoría río, estimando tanto caudales máximos como generadores y sus tasas de cambio admisibles (Tabla 6 y 7), pero en la práctica, se decide que dichos caudales no se implementen al estimar que su puesta en práctica requiere de estudios adicionales. En la Tabla 6 se exponen estos valores de caudales generadores y máximos junto a sus tasas de cambio y duración, que no han sido implementados hasta la fecha.

Tabla 6.- Caudales ecológicos generadores y tasas de cambio estimados para las dos masas de agua estudiadas (Qg caudal generador, T: periodo de retorno, mes de máxima frecuencia; duración y volúmenes del hidrograma sintético del caudal generador, para tasas de cambio (TC) percentiles 70 y 90) (segundo ciclo de planificación, Anejo 5).

Caudal generador				Duración hidrograma		Volumen soltado	
Masa de agua	Qg	T	Mes más frecuente	70%	90%	70%	90%
	m ³ /s	años		horas		Hm ³	
Real Acequia del Tajo - Embocador ES030MSPF0102021	444,4	5,2	Febrero	116	82	84,18	59,43
Estremera-Arroyo Álamo ES030MSPF0103021	442,3	5,2	Febrero	116	82	83,67	59,26

Tabla 7.- Distribución temporal de los caudales ecológicos máximos estimados para los embalses que afectan a las masas de agua estudiadas (segundo ciclo de planificación, Anejo 5).

Masa de agua	Ictiofauna	Oct-Ene	Feb-Abr	May-Sep
Embalse Embocador ES030MSPF0101021	Ciprínidos	153,0	153,0	153,0
Embalse Almoguera ES030MSPF0105021	Ciprínidos	150,9	150,9	150,9

Comparando estos valores con los propuestos en el tercer ciclo de planificación, podemos comprobar que el caudal generador calculado de 440 m³/s, que corresponde a un periodo de retorno de más de 5 años en régimen natural, es mucho más alto que el calculado en el borrador del tercer ciclo de planificación estimado en 125 m³/s. Los caudales máximos son estimados en 150 m³/s, que también resultan algo superiores a los propuestos en el borrador del tercer ciclo de planificación. En este caso, la diferencia entre el caudal generador como avenida extraordinaria (440 m³/s) y el caudal máximo como avenida ordinaria (150 m³/s) propuestos en el segundo ciclo de planificación resulta mucho más coherente que la propuesta en el borrador del nuevo plan, en que estos caudales se igualan con un valor propuesto de 125m³/s.

Los caudales mínimos que se han venido aplicando hasta ahora atendiendo a lo establecido en el plan hidrológico vigente son 6 m³/s constantes durante todo el año. Los caudales propuestos en el borrador del nuevo plan son más altos y variables a lo largo de los cuatro trimestres del año, fluctuando entre 7,2 m³/s en verano y 10,4 m³/s en invierno, lo que resulta más coherente con la pauta estacional natural del río Tajo en las masas analizadas. En definitiva, con la propuesta del borrador del nuevo Plan se pretende disminuir los caudales máximos y generadores, que afectan a pocos días al año, y aumentar los caudales mínimos, que supondrán restricciones que afectan a la mayor parte del año.

Esta tendencia a ir aumentando los caudales ecológicos progresivamente, según se vaya revisando el estado ambiental de las masas de agua y aumente el seguimiento de los caudales circulantes, es muy probable que se mantenga en los próximos años o incluso se acreciente, atendiendo a las recomendaciones realizadas por la Comisión Europea a España para la revisión de su planificación hidrológica del tercer ciclo. Dichas recomendaciones aluden explícitamente, entre otros aspectos, a los siguientes: i) *España debe seguir trabajando en el establecimiento de caudales ecológicos para todas las masas de agua pertinentes, así como para garantizar su aplicación a la mayor brevedad posible;* ii). *Debe aclararse cómo contribuyen las medidas a eliminar las deficiencias que impiden lograr un buen estado, y deben identificarse y aplicarse medidas complementarias cuando sea necesario;* y iii) *Se requiere un progreso continuado para ampliar el uso de los caudalímetros, con miras a garantizar que todas las captaciones se miden y se registran y que los permisos se adaptan a los recursos disponibles. Debe requerirse a los usuarios que informen regularmente a las autoridades de las cuencas hidrográficas sobre los volúmenes realmente captados. Esta información debe utilizarse para mejorar la gestión y la planificación cuantitativas, especialmente en las demarcaciones hidrográficas con una presión de captación significativa y con elevados valores de WEI+ (recomendaciones transcritas del documento de la Memoria del tercer ciclo de planificación, apartado 1.3).*

6. CONSIDERACIONES FINALES. INFLUENCIA DE LOS CAUDALES ECOLÓGICOS EN EL ESTADO AMBIENTAL DE LAS MASAS DE AGUA DEL RÍO TAJO

El estado ambiental de las masas de agua viene determinado por el estado químico, relativo a la presencia de sustancias prioritarias y otros contaminantes, y el estado ecológico. Éste último queda definido en primer término por el estado biológico, valorado en función de las comunidades biológicas que habitan el río, y que están presentes allí todo el año y quedan expuestas al efecto acumulativo de las presiones existentes en cada tramo a lo largo del tiempo y del espacio. En un segundo término, y para el muy buen estado ecológico, también se consideraría el estado físico-químico y el hidromorfológico.

En relación a las masas de agua estudiadas del río Tajo, el estado químico es bueno, por lo que su estado ambiental viene determinado hasta la fecha por su estado biológico. Y este último, a falta de disponer de información y valoración de las comunidades piscícolas, está en la actualidad fuertemente condicionado por las comunidades de macroinvertebrados.

Según la normativa vigente al respecto, la comunidad de macroinvertebrados se valora en función del índice IBMWP, donde las especies de aguas corrientes y condiciones lólicas, en general indicadoras de aguas bien oxigenadas, puntúan mucho más que las especies o taxones de aguas lénticas. Ambas comunidades no son afectadas directamente por la magnitud de los caudales circulantes, en m³/s, sino indirectamente a través del efecto de estos caudales en la dilución de una potencial carga orgánica y, sobre todo, en la configuración del hábitat del lecho.

Para una misma sección de cauce, caudales mayores generan sin duda mayores calados de agua que permiten la existencia de una granulometría más gruesa, con variabilidad de intersticios característica de los tramos lólicos de aguas corrientes, que es donde viven las especies con mayor puntuación en el índice IBMWP, donde se da un menor calentamiento y mayor oxigenación en los meses más cálidos. Por el contrario, caudales circulantes menores sin duda determinan la disminución del calado de agua y favorecen la existencia de una granulometría más fina en el lecho, con una mayor vulnerabilidad a la temperatura del aire y al contenido de oxígeno, donde se encuentran con mayor frecuencia los taxones que menos puntúan en el índice IBMWP.

Desde esta perspectiva, aumentar los caudales ecológicos, sobre todo en lo que concierne a los caudales mínimos, puede suponer una mejora considerable de la comunidad de macroinvertebrados, y con ello de la valoración del estado biológico de los ríos en ausencia de otras presiones hidromorfológicas o físico-químicas, si bien esta correspondencia entre aumento de caudales ecológicos y mejora de las comunidades biológicas (macroinvertebrados) puede no llegar a producirse por diferentes motivos, o tener lugar con mucha dilación en el tiempo.

Pero la problemática de las masas de agua que nos ocupa es mucho más compleja que la de fijar unos caudales ecológicos mayores o menores, que siempre van a resultar escasos si los comparamos con el régimen natural. La gran limitación de estas masas para mejorar su estado

ambiental viene impuesta por la fragmentación de los flujos de agua, sedimentos, materia orgánica y organismos acuáticos a la que se han visto sometidas desde mucho tiempo atrás, ocasionada por las numerosas barreras transversales existentes no solo aguas arriba de las mismas, sino también en su interior.

La fragmentación de los ríos por azudes, presas y embalses, o por dejar tramos de cauce secos sin agua por derivación de los caudales hacia canales de riego o centrales hidroeléctricas, es considerada la mayor amenaza para la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas lóticos a escala global. Con la fragmentación de los ríos las comunidades biológicas quedan aisladas, con el consiguiente empobrecimiento genético que genera a veces su extinción. Pero la fragmentación también debilita las comunidades acuáticas haciendo que gradualmente pierdan su resiliencia frente a perturbaciones, al no regenerarse las unidades morfológicas que configuran su hábitat debido a la interrupción de los flujos de sedimentos gruesos, madera muerta, materia orgánica, etc. Cuando la presencia de barreras transversales es muy elevada, como sucede en el caso de las masas de agua estudiadas, las condiciones de remanso generadas por los azudes predominan a lo largo de todo el continuo fluvial, y la suelta de caudales mayores desde aguas arriba no modifica sustancialmente las condiciones del hábitat fluvial, puesto que la longitud que se vería beneficiada directamente por esta mayor cantidad de agua circulante resulta muy exigua frente a la longitud que ocupan los remansos, donde mayor entrada de agua a la zona embalsada no supone cambios en el hábitat físico.

Principalmente por estas razones, y por otras que se podrían también mencionar como el efecto acumulativo en el tiempo de presas y azudes que van diezmando las poblaciones y comunidades biológicas, pensamos que el aumento de los caudales ecológicos previsto en el tercer ciclo de planificación puede no verse correspondido a corto plazo por una mejora del estado ambiental de las masas de agua estudiadas.

Ello no es óbice para considerar que dicho aumento propuesto de los caudales ecológicos mínimos, pasando de 6 m³/s que circulan en la actualidad a rangos entre 7,2 m³/s como media de los meses de verano y 10,4 m³/s como media de los meses de invierno, puede resultar muy beneficioso para las **condiciones físico-químicas** de las masas de agua (mayor potencial de dilución, teniendo en cuenta que las aguas de mayor calidad son las de aguas arriba de las masas estudiadas), y beneficiar así mismo a las condiciones de otras masas aguas abajo de las mismas.

Respecto a las **condiciones hidromorfológicas**, que son relativas no solo al régimen de caudales sino también a la morfología del cauce y la continuidad fluvial, creemos que los caudales ecológicos propuestos no van a suponer una mejora palpable, si no se eliminan previamente algunos de los azudes existentes y se mejora la continuidad fluvial. Con la retirada de algunos de estos azudes se podrá aumentar la longitud del río Tajo en condiciones lógicas de corriente activa. Pero para mejorar la conectividad longitudinal, también se deben corregir o disminuir las derivaciones de flujo hacia canales de riego o de hidroelectricidad, asegurando el mantenimiento de la conectividad y de estas condiciones lógicas y de corriente no solo en el espacio, sino también en el tiempo, durante todo el año.

Finalmente, respecto a las **condiciones biológicas** surge una problemática adicional que es la de fijar con rigor las condiciones de referencia y de cambio de estado ecológico para la tipología de masas de agua que nos ocupa. No existen referencias naturales de esta tipología 'Eje mediterráneo-continental mineralizado', puesto que no se encuentran tramos fluviales de este tipo sin alteraciones antrópicas o alteraciones leves. El criterio experto para fijar estas condiciones de referencia puede ser muy subjetivo e impreciso, especialmente cuando está basado en el índice IBMWP que encripta la comunidad de macroinvertebrados, y por ello los umbrales que van a permitir detectar mejoras en el estado biológico pueden verse rectificadas con frecuencia, siendo objeto permanente de discusión científica.

No parece muy probable, por tanto, que los caudales ecológicos establecidos por el nuevo ciclo de planificación vayan a repercutir en el estado ambiental de las masas de agua a corto plazo, teniendo en cuenta que dichos caudales representan un componente muy simplificado y exiguo de la variabilidad y magnitud del régimen natural. Por otra parte, las comunidades biológicas se ven afectadas por muchas otras causas de degradación del hábitat a las cuales los caudales ecológicos soltados desde las respectivas presas no pueden atender (ej. fragmentación por azudes y efectos acumulativos), respondiendo a una problemática mucho más compleja y trascendente de la planificación hidrológica, que algún día habrá que abordar de forma integral, a escala de cuenca y haciendo intervenir medidas de mitigación y de recuperación de costes, según establece la Directiva Marco del Agua.

7. CONCLUSIONES

El análisis de las dos masas de agua del río Tajo definidas entre el azud de Estremera y el azud de Embocador ha permitido comprobar que en los últimos años no se han producido cambios en las presiones significativas que las afectan. Dichas presiones fueron detectadas desde el primer ciclo de planificación, han sido mantenidas en el segundo ciclo de planificación, y siguen consideradas igualmente en el tercer ciclo de planificación, si bien en los documentos de este último ciclo aparecen mucho mejor caracterizadas y cuantificadas respecto a los documentos de los ciclos anteriores. Sin duda son las presiones hidromorfológicas las de mayor importancia, por abstracción de agua y derivación de flujos.

El estado ambiental de ambas masas de agua ha empeorado ligeramente entre el segundo y tercer ciclo de planificación, debido al empeoramiento del estado ecológico, manteniéndose el estado químico en todos los ciclos como bueno. Respecto al deterioro del estado ecológico, más concretamente al deterioro biológico, éste se justifica parcialmente por el cambio que se ha realizado en los umbrales para fijar la referencia y los distintos niveles de calidad biológica de la tipología de ríos a la que corresponden las dos masas de agua estudiadas. No obstante, se ha constatado que se ha producido un empobrecimiento de la comunidad de macroinvertebrados de ambas masas de agua en los últimos años, lo que justifica el descenso de nivel de calidad biológica.

La definición de caudales ecológicos ha ido mejorando gradualmente, y en el tercer ciclo de planificación se presenta para todas las masas de agua. En lo concerniente a las masas estudiadas, los caudales mínimos propuestos resultan ser algo superiores a los que rige el segundo ciclo de planificación, mientras que los caudales máximos propuestos son algo inferiores a los ahora vigentes. Esta tendencia a ir aumentando y mejorando el cumplimiento de los caudales ecológicos progresivamente responde en gran parte a la necesidad de atender las recomendaciones de la Comisión Europea, que incita a que se implementen los caudales ecológicos cuanto antes, abarcando a todas las masas de agua, y que con ellos, junto a otras medidas, se asegure que se alcanzan los objetivos ambientales previstos por la Directiva Marco.

No parece probable que a corto plazo se observe una correspondencia entre aumento de los caudales ecológicos y mejora del estado ambiental de las masas de agua estudiadas, por varias razones. Los caudales ecológicos se han definido con criterios hidrológicos de percentiles correspondientes a caudales mínimos, y con ellos no es posible mitigar la magnitud de la abstracción de agua que se realiza aguas arriba de las mismas (WEI superior al 40%). Por otra parte, hay que considerar que dicho estado ecológico se debe en gran parte a la importancia de otras presiones hidromorfológicas también muy significativas, como la serie consecutiva de numerosos azudes produciendo la fragmentación de las comunidades biológicas y un fuerte impacto en el hábitat fluvial.

Madrid, 13 de diciembre de 2021