

A LA PRESIDENTA DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA DEL EBRO

Joan Llaberia Jové, actuando como presidente de la **Comunitat de Regants del Pantà de Riudecanyes**, con NIF G43016989, con sede social en Reus, Carrer de Vallroquetes, 2, 43201,

EXPONE

I.- Que mediante Anuncio de la Dirección General del Agua de fecha 23 de enero de 2020, se inició el período de consulta pública de los documentos titulados "*Esquema provisional de Temas Importantes*" correspondientes al proceso de revisión de tercer ciclo de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental (en el ámbito de competencia de la Administración General del Estado), Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

II.- Que mediante el presente escrito y dentro del periodo de seis meses otorgado para realizar aportaciones y formular las observaciones y sugerencias que se consideren oportunas, ampliado hasta el 30 de octubre de 2020 debido al estado de alarma, viene a formular las siguientes,

APORTACIONES

Primera.- Consideraciones generales sobre el Esquema Provisional de Temas Importantes.

Según el artículo 79 del Reglamento de Planificación Hidrológica, el esquema de temas importantes (ETI) debe contener "*la descripción y valoración de los principales problemas actuales y previsibles de la demarcación relacionados con el agua y las posibles alternativas de actuación, todo ello de acuerdo con los programas de medidas elaborados por las administraciones competentes*". Pero al tiempo, y según sigue diciendo este mismo artículo, el ETI ha de "*ofrecer propuestas de solución a los problemas enumerados*".

De entre los temas importantes que incluye la documentación sometida a información pública destaca el denominado "*avanzar en el proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos*" que se corresponde con

la ficha número 6.

Sirvan las presentes alegaciones para analizar especialmente el contenido de esta ficha, la cual forma parte del Esquema Provisional de Temas Importantes.

Precisamente, en relación con los caudales ecológicos, ya se apuntó en las alegaciones formuladas a los documentos iniciales que el proceso de implantación de caudales ecológicos se debía interpretar en el sentido de que no excluyen la aplicación de lo previsto en el artículo 65 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA).

Así, en la respuesta a las observaciones formuladas a los documentos iniciales, se acepta por parte del Organismo de cuenca que la revisión de las concesiones para adaptarlas a la planificación hidrológica se debe someter a lo indicado en el Texto refundido de la Ley de Aguas. Y en concreto, en esta respuesta se afirma que *“obviamente, el Plan hidrológico no puede hacer interpretaciones de la legislación al margen de lo que dictamine el Tribunal Supremo, ya sea sobre el derecho a indemnización contemplado en el artículo 65.3 del Texto Refundido de la Ley de Aguas o sobre cualquier otro aspecto”*.

Segunda.- En relación con la ficha núm. 6 relativa a la implantación del régimen de caudales ecológicos.

II.1.- Aspectos generales de la ficha y planteamiento de alternativas.

En esta ficha se indica que el principal aspecto que debe incluirse es la realización de una propuesta de extensión de caudales ecológicos a todas las masas de agua de la demarcación hidrográfica del Ebro conforme a lo establecido en el artículo 10.2 del Plan hidrológico de cuenca del Ebro 2015-2021.

Así, en relación con las masas de agua afectadas por el tema importante se indica que son todas las masas de agua superficial de tipo río o de transición, puesto que *“en todas ellas se va a realizar la propuesta de extensión de caudales ecológicos”*.

Respecto de los sectores afectados, en la ficha se detalla que son todos aquellos que producen alguna derivación o extracción de agua en la cuenca, entre los que destaca el sector hidroeléctrico o el sector agrícola por ser los que realizan las derivaciones más importantes en cuanto a caudales derivados.

La ficha plantea tres alternativas posibles.

La primera de ellas es la alternativa 0, en la que se contempla que se mantienen los caudales ecológicos de obligado cumplimiento en los 69 puntos en los que se definieron en el Plan hidrológico 2015-2021, el actualmente vigente, sin que se amplíe a ningún punto más.



En la denominada alternativa 1 se realiza una propuesta de extensión de los caudales ecológicos en todas las masas de aguas de la demarcación, y que en las afectadas por obras de regulación también se determinan tasas de cambio, caudales máximos y generadores. El propio EPTI considera que esta alternativa no es viable, puesto que no se dispone del conocimiento técnico necesario para definir los caudales generadores, las tasas de cambio y los caudales máximos en las masas de agua afectadas por las regulaciones.

Por su parte, en la alternativa 2, se propone la definición de los caudales ecológicos mínimos en todas las masas de aguas tipo río. En la misma se reconoce específicamente que *“dadas las incertidumbres en la relación entre los caudales ecológicos y el estado de las masas de aguas es difícil realizar una estimación del efecto que tendrá la implantación de los caudales ecológicos en la mejora del cumplimiento de los objetivos de la Directiva Marco del Agua”.*

La ficha del EPTI concluye que la mencionada alternativa 2 es la más adecuada para el mejor cumplimiento de los objetivos ambientales. De hecho se incluye en el EPTI sometido a información pública un **anejo, el 06.I** que contiene la *“propuesta de extensión del régimen de caudales mínimos a todas las masas de aguas de tipo río y de transición asimilables de la demarcación hidrográfica del Ebro”.* Los datos concretos del referido anejo serán analizados en el siguiente apartado del presente escrito.

Entre las decisiones a tomar para resolver este tema importante destaca la consistente en que se debe analizar cuál sería el proceso de adecuación de los usos de agua a los nuevos caudales ecológicos, y en aquellos casos en que exista una afección significativa, iniciar si procede el proceso administrativo de revisión concesional.

Pues bien, interesa a esta parte poner de relieve que, como se expondrá en una posterior observación del presente escrito, la revisión de las concesiones se debe realizar en todo caso, siguiendo el procedimiento previsto en la normativa de aguas a tal efecto.

II.2.- Respecto al régimen de caudales ecológicos incorporado en el Esquema Provisional de temas Importantes.

En la tabla 06.I.1 se contiene dicha propuesta de extensión de caudales ecológicos mínimos de años normales en todas las masas de agua de la demarcación hidrográfica del Ebro. Según se indica expresamente en estas tablas “los valores de este documento son una primera estimación de los caudales ecológicos sujeta a revisiones y mejoras. No deben considerarse



en ningún caso y para ningún uso hasta que no sean aprobados en el plan hidrológico”.

La masa de agua identificada con el número 1800 (creada de nuevo en este ciclo de planificación hidrológica) río Ciurana desde la presa de Ciurana hasta el río Cortiella, es la que afecta a la captación de agua que efectúa la Comunidad de Regantes que represento. Para la referida masa de agua, los caudales ecológicos previstos en años normales son los siguientes: octubre: 35 l/s, noviembre: 48 l/s, diciembre: 40 l/s, enero: 49 l/s, febrero: 41 l/s, marzo: 43 l/s, abril: 47 l/s, mayo: 40 l/s, junio: 29 l/s, julio: 24 l/s, agosto: 24 l/s y septiembre: 25 l/s.

Dichos caudales son superiores a los que se determinaron en el estudio específico que la Comunitat encargó a la ingeniería especializada Cimera Estudios Aplicados, SL, en el mes de febrero de 2019.

En este estudio, que se acompaña junto con el presente escrito como **Documento núm. 1**, después de realizar un exhaustivo trabajo de campo que se detalla, se concluye que:

*“Para garantizar el funcionamiento, composición y estructura del río Ciurana, que permita la existencia de un hábitat idóneo que favorezca la conservación y desarrollo de la madrilla (*Parachondrostoma miegii*), **el caudal mínimo necesario ha de ser de 0,02 m³/s”.***

Así pues, **este caudal de 0,02 m³/s, esto es 20 l/s, debería ser el caudal ecológico a tener en cuenta y a implantar en su caso en la masa de agua 1800**, la cual está muy alterada hidrológicamente.

En todo caso, y ya para finalizar la presente observación, debe indicarse que hasta el momento no se han identificado más características de esta “nueva” masa de agua, su estado, presiones, ni tampoco los objetivos ambientales, lo único que consta es la ficha relacionada con la estación ACA-41 ubicada en Cornudella de Montsant, indicándose respecto de la caracterización del tramo lo siguiente:

“El tramo muestreado se encuentra aguas abajo del azud del trasvase hacia Riudecañas. Presenta una alta naturalidad y buena estabilidad en ambas márgenes. El agua presenta cierto grado de turbidez, existiendo una pequeña capa de limo depositada sobre el fondo. Aguas arriba del tramo estudiado, a unos 30 m, se encuentra la EA 041 del Riu Ciurana en Cornudella”.

Tercera.- Las previsiones del EPTI en relación con la revisión de concesiones de aguas superficiales.

Como ha sido avanzado, en la ficha del EPTI dedicada a la implantación de los caudales ecológicos en la cuenca del Ebro **se realiza una propuesta de extensión del régimen de caudales ecológicos a todas las masas de aguas**



de la demarcación del Ebro.

Pues bien, como ya se ha indicado, las previsiones relativas a los caudales ecológicos recogidas en la planificación hidrológica se deben interpretar en el sentido de que no excluyen la aplicación de lo previsto en el artículo 65 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA).

En este sentido, es doctrina jurisprudencial consolidada del Tribunal Supremo, en las sentencias que ha dictado en materia de planificación hidrológica, que la exigibilidad del régimen de caudales ecológicos se condiciona a la tramitación de los correspondientes procedimientos de revisión de concesiones.

A modo de ejemplo, se puede citar la sentencia de fecha 23 de enero de 2015 (núm. de recurso 227/2013), en la que se declara lo siguiente:

“En relación con la incidencia que la vigencia de un nuevo plan tiene sobre las concesiones administrativas ya existentes a su entrada en vigor, como señalamos en nuestra Sentencia de 11 de julio de 2014 (recurso contencioso administrativo 329/2013), habrá de estarse al correspondiente procedimiento de revisión concesional, pues no puede sustanciarse mediante la impugnación del nuevo plan hidrológico”.

Así pues, es en los procedimientos de revisión de concesiones dónde se debe valorar si fruto de la implantación de los referidos caudales se causan daños que deban ser indemnizados. Debiendo tener en cuenta en todo caso que, si la implantación comporta la reducción del caudal concesional disponible para el aprovechamiento ello supone siempre una limitación singular (los caudales ecológicos se fijan por masas de agua, son distintos y afectan de manera distinta a los usuarios) del derecho concesional, y por tanto un daño indemnizable.

Existe como se ha dicho, una jurisprudencia que crea doctrina legal pues se han pronunciado en idéntico sentido las siguientes sentencias: STS de 2 de julio de 2014, sobre el Plan Hidrológico del Duero (núm. de recurso 328/2013); STS de 11 de julio de 2014, sobre el Plan Hidrológico del Cantábrico Occidental (núm. de recurso 329/2013); STS de 11 de julio de 2014, sobre el Plan Hidrológico del Cantábrico Occidental (núm. de recurso 345/2013); STS de 5 de diciembre de 2014, sobre el Plan Hidrológico del Cantábrico Oriental (núm. de recurso 330/2013); STS de 21 de enero de 2015, sobre el Plan Hidrológico Miño-Sil (núm. de recurso 278/2013); STS de 12 de diciembre de 2014, sobre el Plan Hidrológico de

la Demarcación Hidrográfica del Galicia Costa (núm. de recurso 541/2012); STS de 12 de diciembre de 2014, sobre el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Galicia Costa (núm. de recurso 584/2012); STS de 23 de septiembre de 2014, sobre el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Galicia Costa (núm. de recurso 582/2012).

En conclusión, según lo previsto en el referido artículo 65 del TRLA, y como así lo ha interpretado el Tribunal Supremo, las concesiones deberán ser revisadas cuando lo exija su adaptación a los Planes Hidrológicos, supuesto en el que el concesionario perjudicado tendrá derecho a indemnización, de conformidad con lo dispuesto en la legislación general de expropiación forzosa.

En este sentido, en el documento elaborado por el Ministerio para la Transición Ecológica en relación con los planes hidrológicos españoles, titulado “*Síntesis de los planes hidrológicos españoles. Segundo ciclo de la DMA (2015-2021)*” se dedica un apartado específico al “*análisis de la jurisprudencia*”. En este apartado se alude a los planes hidrológicos del primer ciclo “*han estado acompañados de una fuerte litigiosidad*”.

Más específicamente se indica que:

“Entre las cuestiones admitidas por el alto tribunal (recursos contra el plan de Galicia Costa, por ejemplo) se identifica la imposibilidad de negar la aplicación del artículo 65.3, según el cual las concesiones podrán ser revisadas cuando lo exija su adecuación a los planes hidrológicos, en cuyo caso, el concesionario perjudicado tendrá derecho a indemnización, de conformidad con lo dispuesto en la legislación general de expropiación forzosa. Es decir, que procede la indemnización cuando se revise la concesión y, como consecuencia de ello, el concesionario se vea perjudicado”.

Por otro lado, debe advertirse que los caudales ecológicos tienen como objetivo mejorar el estado de las masas de agua, y se fijan por masas de agua, cada una de las cuales tiene características distintas (y obviamente caudales circulantes distintos), y son, por tanto, una herramienta para la consecución de los objetivos ambientales.

En este sentido, una reciente sentencia del Tribunal Supremo de fecha 11 de marzo de 2019 (núm. recurso 4351/2016) se ha manifestado con las siguientes palabras:

“Conviene tener presente que los caudales ecológicos no son un objetivo en sí mismo, sino una herramienta para la consecución del buen estado o potencial”.

Es decir, los caudales ecológicos son un instrumento al servicio de la planificación hidrológica y al servicio de la consecución de objetivos ambientales.



Por ello es muy relevante tener en cuenta el estado de las masas de agua y la fijación de los objetivos ambientales, puesto que muchas veces mayor caudal de agua circulante en el río no significa mejorar el buen estado o el buen potencial ecológico. Como el análisis del estado de las masas de agua se debe hacer individualmente para cada una de ellas, los caudales ecológicos a liberar en las mismas pueden ser muy distintos, y afectar de manera muy diferente a los concesionarios.

En todo caso, la afección concreta a cada uno de los usuarios del agua se deberá analizar de forma singularizada, y en caso de implantación de caudales que produzcan perjuicios a los concesionarios, éstos se deberán indemnizar como afección a sus derechos preexistentes.

Por todo lo expuesto,

SOLICITO que tenga por presentado este escrito, y el documento técnico que lo acompaña, los admita, y en su virtud, tenga por efectuadas las observaciones y sugerencias que se contienen, y sean todas ellas tenidas en cuenta para el desarrollo del proceso de planificación hidrológica, recogiendo en el Esquema de Temas Importantes y en la propuesta de Plan de gestión que se someterá a información pública.

**DOCUMENTO FIRMADO ELECTRONICAMENTE EN REUS
EN LA FECHA DE LA FIRMA ELECTRÓNICA**



Estudio de caudales ecológicos en el río Ciurana en el
término municipal de Cornudella de Montsant
(Tarragona)

Febrero 2019



INFORME TÉCNICO

Estudio de caudales ecológicos en el río Ciurana en el término municipal de Cornudella de Montsant (Tarragona)

FEBRERO 2019

ORGANISMO PROMOTOR:

COMUNITAT DE REGANTS DEL PANTÀ DE RUIDECANYES

C/ Vallroquetes, 2 43201 Reus



ÍNDICE

0.-	DATOS DE LA ENTIDAD ACTUANTE	5
1.-	DATOS DE LA ENTIDAD SOLICITANTE	6
2.-	ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LOS TRABAJOS	7
3.-	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO TÉCNICO	8
3.1.	INTRODUCCIÓN	8
3.2.	TRABAJO DE CAMPO.....	8
3.3.	SIMULACIÓN DEL HÁBITAT	10
4.-	RESULTADOS	18
5.-	CONCLUSIÓN	20
6.-	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21





0.- DATOS DE LA ENTIDAD ACTUANTE

0.1. NOMBRE DE LA EMPRESA ACTUANTE

CIMERA ESTUDIOS APLICADOS, S. L.

0.2. DOMICILIO

Parque Científico de Madrid.
P.T.M. – C/Santiago Grisolía 2
28760. Tres Cantos (Madrid).

0.3. TÉCNICOS RESPONSABLES

José Miguel Rodríguez Cristóbal (Ldo. CC. Biológicas). Director de Proyecto.
Jorge Ruiz Legazpi (Dr. Ingeniero de Montes). Responsable de Proyecto/ Muestreo /Informe.
Amaia Pérez Bilbao (Dra. CC. Biológicas). Muestreo.

0.4. IDENTIFICACIÓN INFORME DE RESULTADOS

Informe nº 18_038_J_2018

1.- DATOS DE LA ENTIDAD SOLICITANTE

1.1. NOMBRE DE LA EMPRESA

COMUNITAT DE REGANTS DEL PANTÀ DE RUIDECANYES
C/ Vallroquetes, 2
43201 Reus

1.2. FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Otoño 2018

1.3. ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y MARCO NORMATIVO

La Instrucción de Planificación Hidrológica en el establecimiento de los criterios técnicos para la elaboración de los planes hidrológicos de cuenca establece que el caudal ecológico es el caudal que contribuye a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en los ríos o en las aguas de transición y mantiene, como mínimo, la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.

En este sentido, cualquier aprovechamiento que conlleve la derivación de agua en cauces hídricos naturales deben considerar la conservación del caudal ecológico aguas abajo del mismo, para evitar la alteración de los corredores ecológicos constituidos por los cursos fluviales.

Por lo tanto, el objetivo del estudio es determinar si es posible reducir el caudal ecológico existente actualmente en el aprovechamiento de la Comunitat de Regants del Pantà de Riudecanyes (0,02 m³/s), manteniendo el funcionamiento, la composición y la estructura del río Ciurana, que permita la existencia de un hábitat idóneo que favorezca la conservación y desarrollo de las especies piscícolas que pueden estar presentes.

El marco normativo en el ordenamiento jurídico europeo y nacional para la determinación de regímenes de caudales ecológicos viene establecido por:

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DMA).
- Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
- Ley 11/2005, de 22 de julio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH).
- Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, que desarrolla la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).

2.- ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LOS TRABAJOS

La zona de estudio se localiza en el río Ciurana a su paso por el término municipal de Cornudella de Montsant en la provincia de Tarragona, aguas abajo del pantano de Ciurana (Figura 1).

Concretamente, el tramo del río Ciurana objeto de estudio se ubica aguas abajo del azud propiedad de la Comunitat de Regants del Pantà de Riudecanyes (ETRS89 41° 14' 2.09" N; 0° 53' 17,52" W) (Figura 1).

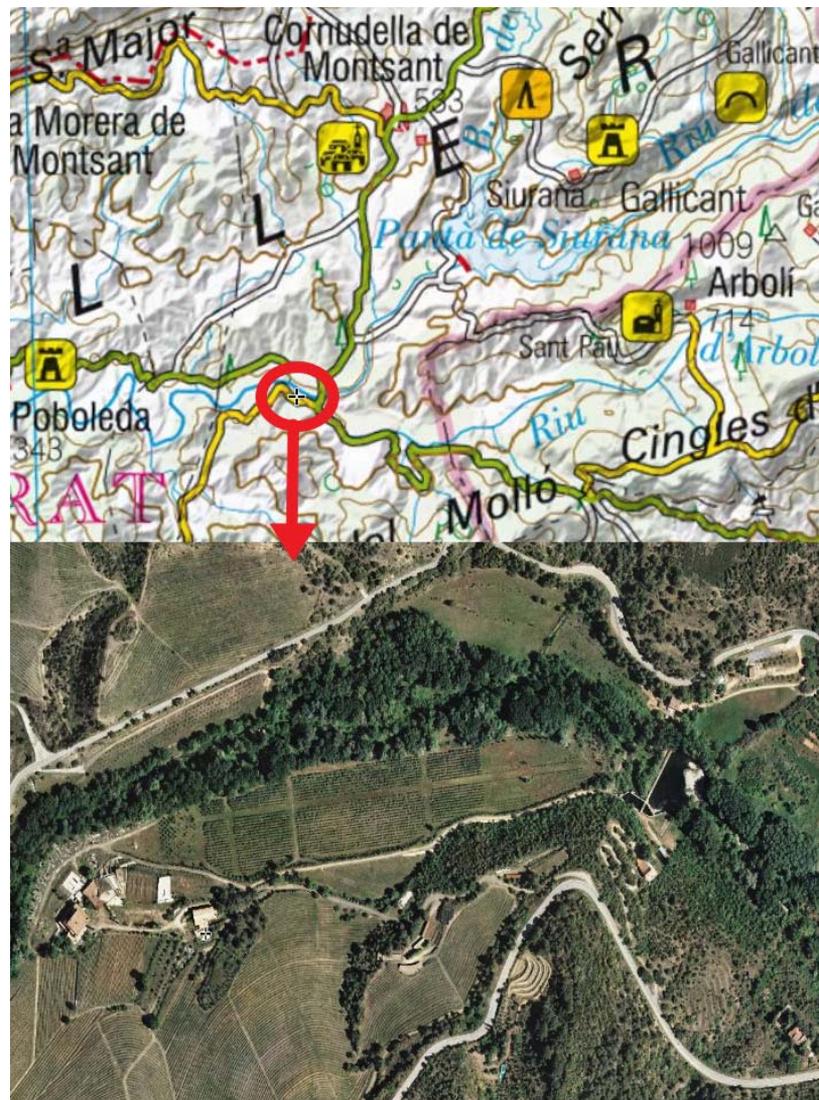


Figura 1.- Localización general de la zona de estudio (arriba) y detalle del tramo del río Ciurana a evaluar (abajo).

3.- METODOLOGÍA DEL ESTUDIO TÉCNICO

3.1. INTRODUCCIÓN

En base al objetivo del estudio, se va a realizar un análisis de caudales mínimos que deben ser superados con objeto de mantener la diversidad espacial del hábitat y su conectividad, asegurando los mecanismos de control del hábitat sobre comunidades biológicas, de forma que se favorezca el mantenimiento de las comunidades biológicas autóctonas.

Se va a aplicar el denominado método hidrobiológico, que consiste en el análisis de la variación del hábitat físico con los caudales circulantes, a través de la metodología IFIM (*Instream Flow Incremental Methodology*) (Bovee, 1992; Bovee *et al.*, 1998) que parte de dos conceptos básicos:

- **Curvas de preferencia de las especies piscícolas existentes en el curso fluvial:** hacer referencia a el valor potencial del hábitat fluvial, que indica las condiciones en las que se van a encontrar las especies que pueden estar presentes.
- **Modelo hidráulico detallado del curso fluvial:** simula las condiciones de los distintos segmentos del río en función de los caudales circulantes.

De manera que, se analizan las diferentes condiciones hidráulicas que se producen en el cauce al variar los caudales circulantes relacionándolas con las preferencias de hábitat de las especies piscícolas, para obtener un índice cuantitativo denominado Hábitat Potencial Útil (HPU), que permite estimar el hábitat disponible para las especies. En base a esto, se podrá fijar el caudal mínimo.

Para ello, se han realizado las correspondientes modelizaciones en 1D con el programa Phabsim (Milhous, 1981; Waddle, 2001).

3.2. TRABAJO DE CAMPO

En primer lugar, hay que seleccionar el tramo del río sobre el que se va a realizar el estudio, para lo cual hay que tener en consideración, por un lado, la representatividad de los diferentes mesohábitats que existan en el curso fluvial y, por otro lado, que no se rompa la continuidad del curso fluvial. Por lo general, para la modelización se escogen tramos de entre 150 m y 300 m de longitud.

Para la caracterización y simulación de los factores abióticos que controlan el hábitat, en base a los criterios anteriores, se seleccionó un tramo de 200 m aguas abajo del azud de derivación (Figura 2).



Figura 2.- Tramo del río Ciurana -en azul- seleccionado para la realización del estudio.

Una vez seleccionado el tramo hay que ubicar en el mismo los diferentes transectos, que serán secciones transversales al cauce, donde se tomarán los datos hidráulicos y morfológicos que lo caracterizan. La localización de los transectos en el tramo ha de permitir que queden representado todos los mesohábitats existentes en el tramo.

En el tramo seleccionado del río Ciurana se realizaron un total de 13 transectos (Figura 3).



Figura 3.- Localización de los diferentes transectos -en naranja- dentro del tramo del río Ciurana -en azul- seleccionado para la realización del estudio.

Cada transecto, definido por sus coordenadas, se ha caracterizado (Figura 4) en base a su:

- Topografía (bankfull + cauce).
- Granulometría del sustrato (tipología + cobertura en %)
- Nivel de lámina de agua.
- Velocidad del flujo.



Figura 4.- Ejemplo de caracterización de un transecto mediante levantamiento topográfico (**izquierda**) y mediante la medición de la velocidad del flujo (**derecha**).

3.3. SIMULACIÓN DEL HÁBITAT

Las características hidráulicas de un río se generan como consecuencia del régimen de caudales, que, de manera instantánea, está determinado por la velocidad del flujo y la sección mojada -a través de la profundidad del flujo-, si suponemos que la sección transversal del cauce es invariable. De manera que, al ir variando el caudal, se generan diferentes situaciones de velocidad y profundidad del flujo que habrá que analizar.

El manejo de toda esta información requiere de un proceso de simulación hidráulica, que, para el presente estudio, como ya se ha comentado, se ha llevado a cabo mediante el programa informático Phabsim. Se basa en un modelo hidrodinámico unidimensional ajustado al método del paso hidráulico calibrado en cada transecto mediante el perfil de velocidades.

El proceso de simulación del hábitat con este programa consta de las siguientes fases:

- Introducción de los datos que caracterizan los diferentes transectos.
- Modelamiento hidráulico.
 - Análisis de los datos Altura/Caudal.
 - Modelado de la relación Altura/Caudal
 - Modelado de las velocidades.
- Modelamiento del hábitat.
 - Selección de especies piscícolas y curvas de preferencia.
 - Obtención de las curvas Hábitat Potencial Útil/Caudal.

Introducción de los datos que caracterizan los diferentes transectos

El programa Phabsim, requiere que la información recogida en campo se presente en un formato determinado para poder caracterizar cada uno de los transectos. Así, con la información topográfica, los niveles de lámina de agua, la velocidad del flujo y la granulometría del sustrato se obtiene, de cada transecto, un gráfico que resume dicha información (Figura 5).

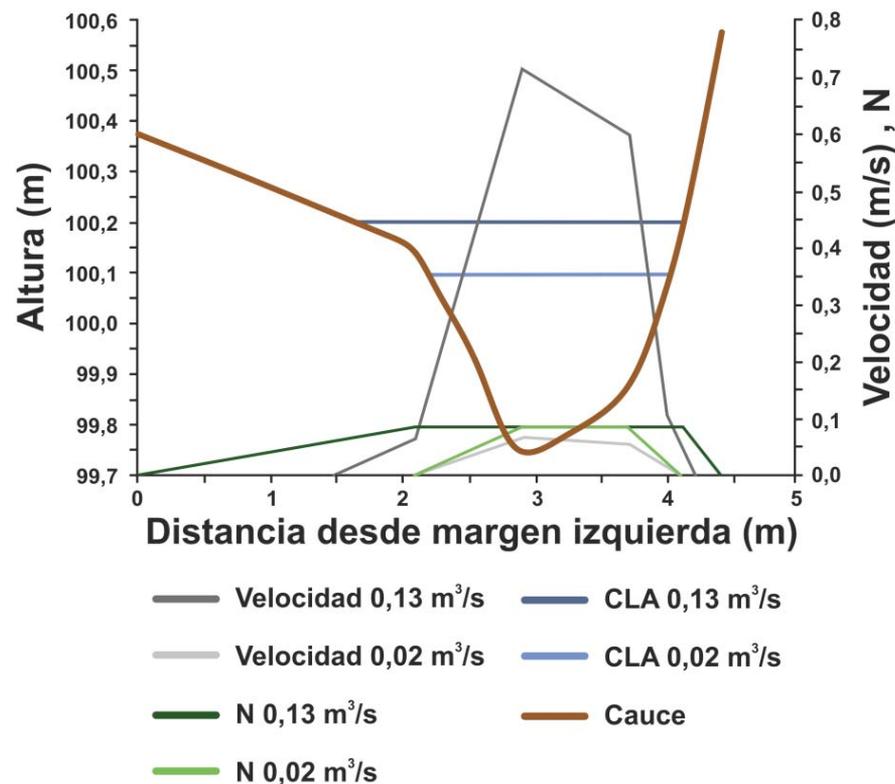


Figura 5.- Ejemplo de caracterización de un transecto mediante el programa Phabsim.

Modelamiento hidráulico

El modelamiento hidráulico se realiza en primer lugar, a través de la relación existente entre las alturas de las láminas de agua y el caudal existente y, en segundo lugar, mediante las velocidades del flujo.

En el presente estudio se han utilizado dos caudales de calibración (es decir, caudales sobre los que se han tomado mediciones reales): 0,06 m³/s y 0,13 m³/s.

Mientras que se han escogido los siguientes caudales para realizar la simulación: 0,015 m³/s, 0,020 m³/s, 0,030 m³/s, 0,200 m³/s y 1,000 m³/s.

Análisis de los datos Altura/Caudal

Para el análisis de los datos se emplea el modelo STGQ, que usa una relación altura/caudal para calcular las cotas de la superficie de la lámina de agua para cada transecto. En la relación altura/caudal y su simulación, cada transecto es independiente de los demás en el conjunto de datos. El proceso de cálculo se realiza mediante una regresión logarítmica entre las alturas observadas y los caudales en cada sección.

La ecuación de regresión resultante permite estimar las alturas de la lámina de agua para cada uno de los caudales que se quieran simular.

Esta aproximación tiene la ventaja de que las áreas de hábitat de diferentes localizaciones a lo largo del tramo de estudio del cauce, pueden ser analizadas simultáneamente.

[Modelado de la relación Altura/Caudal](#)

Para el modelado de los datos Altura/Caudal se emplea el método WSP (*Water Surface Profile*) basado en un método estándar de remansos para determinar las alturas de las láminas de agua de un transecto.

El modelo inicialmente es calibrado para una medición de un perfil longitudinal de alturas de lámina de agua mediante el ajuste de la rugosidad de Manning, primero para todos los transectos en conjunto y posteriormente para cada transecto individualmente.

[Modelado de las velocidades](#)

El modelado de la velocidad del flujo se realiza a través de la herramienta VELSIM, que simula las distribuciones de velocidad dentro de un transecto sobre el rango de caudales que se simulen (es decir, la velocidad media de la columna de agua en las diferentes celdas en las que se divide un transecto).

En base a las velocidades medidas, que actúan como modelo, se distribuyen velocidades a través de columnas de agua o celdas resolviendo la ecuación de Manning.



Modelamiento del hábitat

La teoría general detrás de los programas de modelado de hábitats se basa en el supuesto de que las especies acuáticas reaccionarán a los cambios en el entorno hidráulico.

Estos cambios, para los diferentes caudales circulantes que se simulen, supondrán diferentes combinaciones de parámetros hidráulicos (es decir, profundidad, velocidad y sustrato), y en consecuencia implicarán variaciones en la cantidad y calidad del hábitat disponible.

Selección de especies piscícolas y curvas de preferencia

Para determinar las especies piscícolas existentes en el río Ciurana en el tramo objeto de estudio se llevó a cabo un muestreo en el propio tramo mediante pesca eléctrica (Figura 6).



Figura 6.- Muestreo de ictiofauna mediante el método de pesca eléctrica (**izquierda**) y ejemplar de madrilla (*Parachondrostoma miegii*) capturado (**derecha**).

Se capturaron 34 ejemplares de madrilla -*Parachondrostoma miegii* Steindachner 1866- (Figura 6) con una longitud furcal comprendida entre los 6 cm y los 21 cm, y 6 ejemplares de carpa común -*Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 - (Figura 7) de longitud furcal comprendida entre 29 cm y los 41 cm. En la bibliografía existente, se considera que el río Ciurana en el tramo de estudio, es hábitat potencial de barbo colirrojo -*Barbus haasi* Mertens 1924- (Figura 8), sin embargo, en el muestreo no se capturó ningún ejemplar.

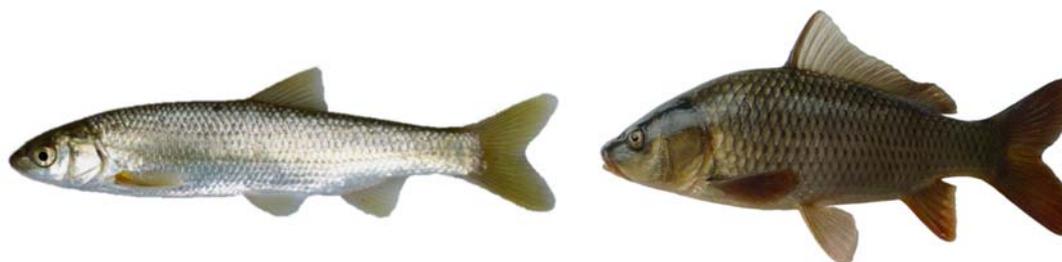


Figura 7.- Ejemplar de madrilla (*Parachondrostoma miegii*) (**izquierda**) y de carpa (*Cyprinus carpio*) (**derecha**).



Figura 8.- Ejemplar de barbo colirrojo (*Barbus haasi*).

De las tres especies, la carpa es introducida, por lo que no se tendrá en consideración, y de las otras dos, que si son autóctonas, se considerará la madrilla como especie objeto de estudio por ser la que se ha encontrado presente en el tramo.

Las curvas de preferencia son distintas para cada especie piscícola y, dentro de cada especie, distintas para cada una de las etapas de su ciclo de vida. Es, por tanto, posible analizar y diferenciar el grado de adecuación de las condiciones hidrológicas del cauce para cada una de las especies y durante sus fases de alevín, juvenil y adulto.

De igual forma, las exigencias de hábitat y de caudales circulantes de peces y comunidades reófilas en general, no son las mismas a lo largo de las diferentes estaciones, sino que existen temporadas críticas, en las cuales estas exigencias se hacen más perentorias, por ejemplo, en los períodos de freza o durante el desarrollo embrionario.

Para estudiar el hábitat disponible se emplean tres variables:

- **Profundidad de la columna de agua**, relacionada con la penetración de la luz y con la predación (por su valor como refugio y según sea la turbidez).
- **Velocidad media de la columna de agua**, que básicamente aporta información sobre el gasto bioenergético necesario para los individuos durante la natación y la búsqueda de alimento.
- **Sustrato del lecho**, que tiene influencia en la calidad de los frezaderos, la producción de invertebrados y las oportunidades de refugio.

La valoración de cada microhábitat, en un modelo de hábitat acuático, se realiza a través de índices de preferencia o idoneidad, que tomarán valores comprendidos entre 0 (ninguna preferencia) y 1 (máxima preferencia), para cada una de las variables anteriormente definidas.

Para el presente estudio, de la especie objetivo, la madrilla, no existen actualmente curvas de preferencia específicas. En este sentido, se han tomado como válidas las curvas de referencia de la boga del Tajo -*Pseudochondrostoma polylepis* Steindachner 1864- (Martínez Capel *et al.*, 2009), adaptándolas ligeramente a la ecología de la madrilla. En la Figura 9 se muestra un ejemplo de las curvas de preferencia.

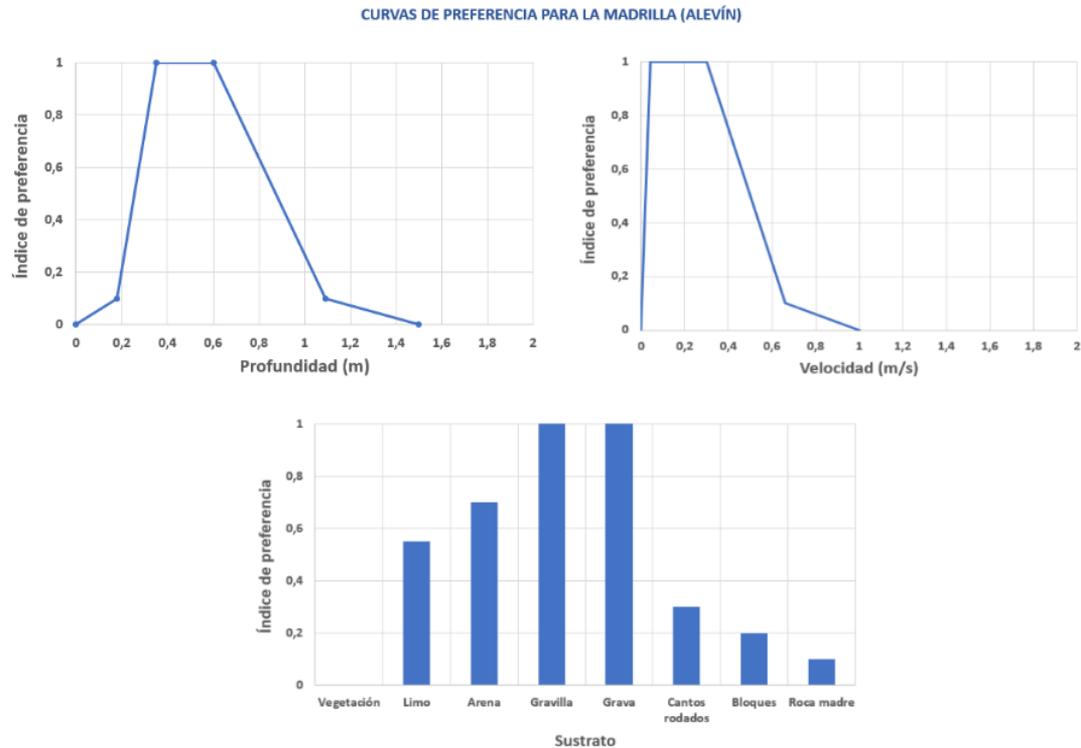


Figura 9.- Ejemplo de curvas de preferencia para alevines de madrilla (adaptado de Martínez Capel *et al.*, 2009).

Obtención de curvas HPU/Q

Se define el Hábitat Potencial Útil (HPU) como el equivalente al porcentaje del hábitat, expresado como superficie del cauce inundado o como anchura por unidad de longitud de río, que puede ser potencialmente utilizado con una preferencia máxima por una población o una comunidad fluvial.

El estudio del Hábitat Potencial Útil permite conocer las posibilidades de uso del río por parte de la especie considerada, en función de las características de la corriente y a medida que va variando el caudal. Se trata de establecer una combinación de condiciones hidráulicas (velocidad, profundidad) y características del cauce (sustrato), óptimas para cada especie y estadio de vida.

Para cada simulación de un valor supuesto de caudal, el programa considera un nivel correspondiente de agua en el río y a partir de esta condición divide el tramo en múltiples celdas, cada una de ellas con una profundidad, velocidad y tipo de granulometría determinadas, según las condiciones de la lámina y la columna de agua de dicho caudal. Mediante las curvas de preferencia, el programa calcula el área o hábitat potencial útil que representa cada una de las celdas consideradas, como producto del llamado índice de conformidad, por el área o superficie real de la celda, mediante la expresión:

$$HPU = C_i \cdot A_{real}$$

donde **HPU** es el hábitat (en términos de área) potencial útil de cada celda, **A_{real}** es la superficie real de la celda y **C_i** es el índice de conformidad de la celda.

El índice de conformidad se puede calcular como la media geométrica de los índices de conformidad obtenidos para cada variable considerada, según la expresión:

$$C_i = (C_v \cdot C_h \cdot C_s)^{1/3}$$

siendo: **C_v** el índice de conformidad debido a la velocidad, **C_h**: índice de conformidad debido a la profundidad y **C_s** el índice de conformidad debido al sustrato.

El índice de conformidad de cada una de las variables anteriores se obtendrá a partir de las respectivas curvas de preferencia, entrando en ellas con el valor que, para un determinado caudal, tiene cada una de las variables en cada celda. Realizando este cálculo para distintos caudales, se obtendrán relaciones numéricas que permiten conocer cómo varía el HPU en función de la evolución del caudal (curvas HPU/Q).

En la Figura 10 se recoge un esquema general del proceso de obtención de las curvas HPU/Q.

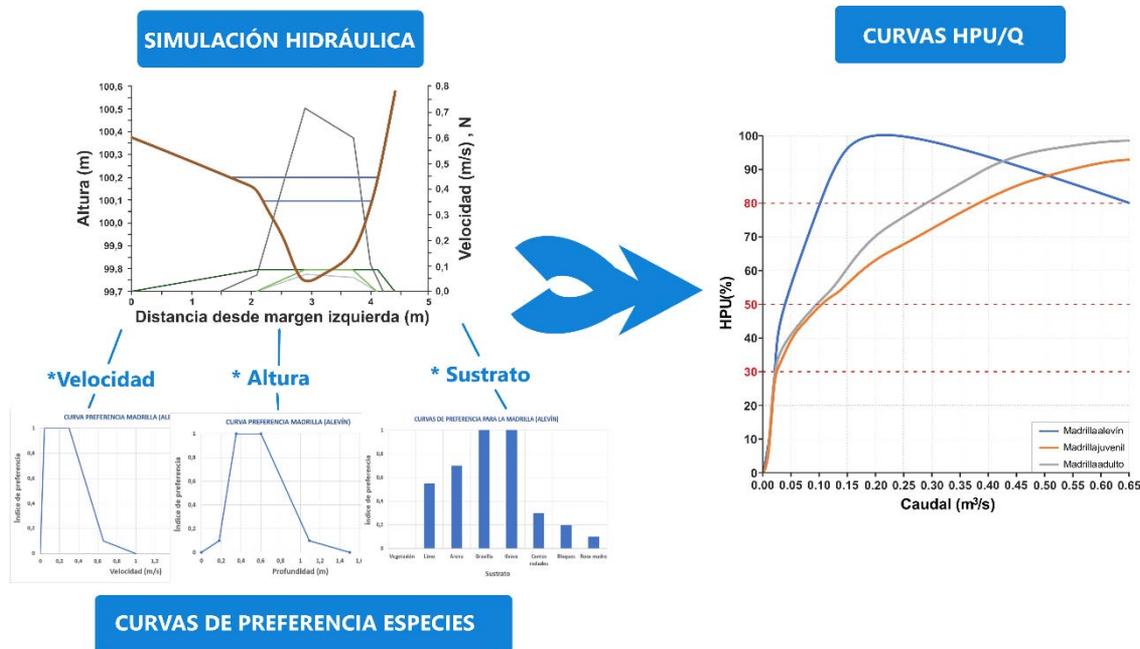


Figura 10.- Resumen esquemático del proceso de obtención de las curvas HPU/Q.

En el programa Phabsim, la herramienta principal para la simulación de hábitat es Habtae, que permite calcular el Hábitat Potencia Útil como una combinación de calidad y cantidad de microhábitat físico.

Habtae puede simular el valor del hábitat para las distintas celdas en las que se divide un transecto a través de los parámetros hidráulicos de las mismas y de las velocidades del flujo de las celdas adyacentes. Así se consigue determinar el Hábitat Potencial Útil de cada transecto, así como el agregado de todos los transectos que conforman el tramo de estudio.



4.- RESULTADOS

El resultado hidrobiológico deriva de determinar, teniendo en consideración los diferentes estadios de la especie objeto de estudio, aquél que requiera mayor caudal para lograr su óptimo de habitabilidad.

Para ello es necesario presentar la relación entre el Hábitat Potencial Útil (HPU) y el Caudal (Q) en términos adimensionales, como porcentaje respecto al máximo (Figura 11).

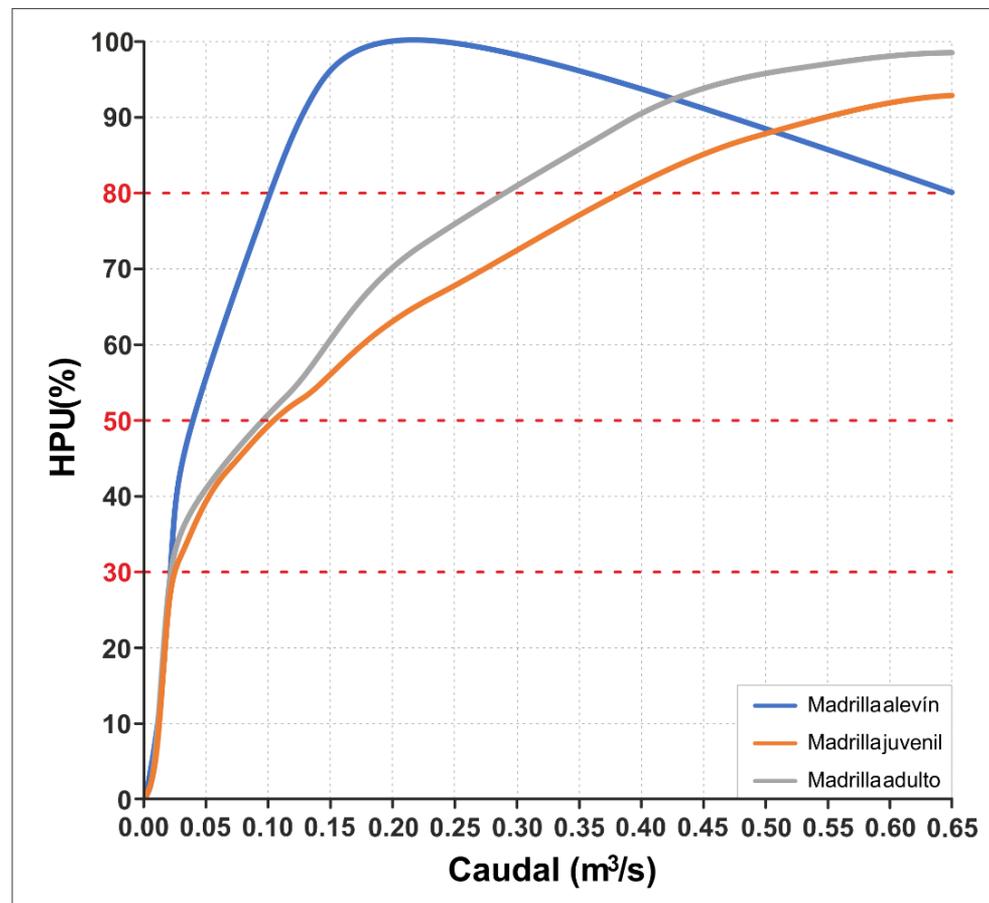


Figura 11.- Variación del Hábitat Potencial Útil (HPU), como % respecto al máximo, en función del Caudal (m³/s) para la madrilla en sus tres estadios: alevín, juvenil, adulto.

En el caso de la madrilla, se observa que para caudales inferiores a 0,05 m³/s, los requerimientos de caudal son muy similares para los tres estadios estudiados, alevín, juvenil y adulto, de manera que se van a considerar los tres estadios como limitantes.

La Instrucción de Planificación Hidrológica establece que hay que considerar, de manera general, el caudal correspondiente a un umbral del Hábitat Potencial Útil comprendido en el rango 50-80 % del hábitat potencial útil máximo.

Sin embargo, la propia Instrucción de Planificación Hidrológica, para tramos que puedan estar alterados hidrológicamente, establece que el límite inferior del rango puede reducirse a el 30 % del Hábitat Potencial Útil.

Así, en la Tabla 1, se muestran los distintos valores del Hábitat Potencial Útil en función de una serie de caudales, para los distintos estadios de la madrilla.

Tabla 1.- Datos de la relación Hábitat Potencial Útil – Caudal para los estadios alevín, juvenil y adulto de la madrilla en el tramo de estudio del río Ciuarana.

HPU (%)	ESTADIOS MADRILLA		
	Alevín	Juvenil	Adulto
	CAUDAL (m ³ /s)		
100	0,22	0,91	1,1
80	0,10	0,37	0,29
50	0,04	0,11	0,10
30	0,02	0,02	0,02

Se observa que la máxima habitabilidad en el tramo de estudio (HPU 100%) para los estadios de juvenil y adulto se produciría con caudales elevados, cercanos a 1,00 m³/s (0,91 y 1,10 m³/s respectivamente), mientras que para el estadio alevín, ésta se produce con caudales bastante más bajos, de 0,22 m³/s.

En cuanto a los valores óptimos (HPU 50-80 %), el rango de caudales que garantizaría una habitabilidad adecuada para el estadio adulto sería de 0,10 – 0,29 m³/s, para el estadio juvenil de 0,11 – 0,37 m³/s y finalmente para el estadio alevín de 0,04 – 0,10 m³/s.

Además, se muestra el valor mínimo (HPU 30 %) que garantiza la habitabilidad en tramos alterados hidrológicamente, que, para los tres estadios, alevín juvenil y adulto, se establece en 0,02 m³/s.



5.- CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos aplicando el método hidrobiológico establecido en la Instrucción de Planificación Hidrológica (Orden ARM/2656/2008):

Para garantizar el funcionamiento, composición y estructura del río Ciurana, que permita la existencia de un hábitat idóneo que favorezca la conservación y desarrollo de la madrilla (*Parachondrostoma miegi*), **el caudal mínimo necesario ha de ser 0,02 m³/s.**

Caudales inferiores a 0,02 m³/s suponen un Hábitat Potencial Útil menor del 30%, que, en masas alteradas hidrológicamente, como el caso del río Ciurana en el tramo de estudio, es el límite inferior permisible.



6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bovee, K.D. (1992). *A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology*. Fort Collins: Fish and Wildlife Service, 251 pp.
- Bovee, K.D., Lamb, B.L., Bartholow, J.M., Stalnaker, C.B., Taylor, J. & Enriksen, J. (1998). *Stream habitat análisis using the instream flow incremental methodology*. Fort Collins CO, U.S. Geological Survey, Biological Resources Division Information and Technology Report USGS/BRD-1998-0004, VIII + 131 pp.
- Capel, F. M., Mascarell, A. B. H., Parada, M. P., Hernández, J. D. A., Gómez, V. G., & González, A. A. O. (2007). *Estudi dels cabals ecològics i la disponibilitat de l'hàbitat per a les espècies piscícoles en la plana baixa del Ter*. Papers del Montgrí, (28), 31-55.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DMA).
- Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
- Ley 11/2005, de 22 de julio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
- Martínez-Capel, F., García de Jalón, D., Werenitzky, D., Baeza, D., & Rodilla-Alamá, M. (2009). *Microhabitat use by three endemic Iberian cyprinids in Mediterranean rivers (Tagus River Basin, Spain)*. Fisheries Management and Ecology, 16(1), 52-60.
- Milhous, R.T., Wegner, D.L. & Waddle, T.J. (1981). *Physical Habitat Simulation System User's Guide*. Instream Flow Information Paper No. 11. Washinton, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-81/43, 475 pp.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH).
- Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, que desarrolla la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).
- Waddle, T.J. (2001). *PHABSIM for Windows: user's manual and exercises*. Fort Collins: U.S. Geological Survey. Open-File Report 01-340, 288 pp.

