

A LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Don Xavier Gràcia Juanpere, con DNI _____, en su calidad de Presidente del Consejo Comarcal del Priorato,

EXPONE

- I. Que mediante Resolución de la Dirección General del Agua de 23/01/2020 (BOE núm. 21 de 24/01/2020) se anunció la apertura del periodo de seis meses de consulta pública del Esquema Provisional de Temas Importantes en materia de gestión de las aguas en la demarcación hidrográfica del Ebro (“**EpTI**”, en adelante).
- II. Que dada la suspensión de plazos administrativos producida a raíz de lo dispuesto por la Disposición Adicional Tercera del Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declaró el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19, dicho plazo fue posteriormente ampliado hasta el 30 de octubre, mediante Resolución de la Dirección General del Agua de 01/06/2020 (BOE núm. 157 de 04/06/2020), por las especiales dificultades encontradas para realizar de forma presencial algunas de las actividades participativas inicialmente previstas.
- III. Que este Consejo Comarcal, haciendo uso del trámite referido en el Expositivo I, procede a formular, en tiempo y forma, mediante el presente escrito y en relación con el EpTI, las siguientes

ALEGACIONES

PRIMERA. LAS PREVISIONES DEL EpTI INCURREN EN UNA ABSOLUTA Y PALMARIA CONTRAVENCIÓN DEL ORDENAMIENTO JURÍDICO POR VULNERAR LAS NORMAS DE CONSERVACIÓN DE ZONAS PROTEGIDAS. EN ESPECIAL, LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES DEL RÍO CIURANA QUE CORREN EL RIESGO DE COLAPSO POR EMERGENCIA ECOLÓGICA.

1.1) El régimen legal de protección del medio ambiente y la biodiversidad.

En el EpTI se observan **graves incumplimientos de todo el régimen legal de protección del medio ambiente**. En relación con esta cuestión no puede olvidarse que ya la Carta Magna dispone entre los principios que deben regir la política social y económica, la protección del medio ambiente, reconociendo el **derecho de los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente adecuado** e imponiendo la **obligación a los poderes públicos de velar por la utilización racional de los recursos**

naturales -entre los que figura el AGUA- **con el fin de proteger y restaurar la calidad de vida y restaurar el medio** (art. 45 CE).

Tampoco debe olvidarse que la protección del medio ambiente no sólo está recogida en la Constitución Española, sino que, dada su indudable importancia, se ha integrado también en las competencias que ha asumido la Unión Europea. Así, según lo dispuesto en el art. 191.1 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (“**TFUE**”), la política de la Unión tendrá como objetivos “*la conservación, la protección y la mejora de la calidad del medio ambiente*” y “*la utilización prudente y racional de los recursos naturales*”. El apartado 2 del mismo precepto determina que el objetivo general es siempre “*alcanzar un nivel de protección elevado*”.

A su vez, el art. 192.3 TFUE señala que “*sin perjuicio de determinadas medidas adoptadas por la Unión, los Estados miembros tendrán a su cargo la financiación y la ejecución de la política en materia de medio ambiente.*” Por tanto, la ejecución y sustentación económica de las políticas medioambientales puestas en marcha por la Unión debe ser llevada a cabo, por los Estados miembros como actores principales.

Esto significa que los poderes públicos, en el ejercicio de sus competencias están sujetos a la Constitución, a las disposiciones de Derecho Comunitario y a la legislación nacional.

Es decir, en materia de protección del medio ambiente la Confederación Hidrográfica del Ebro (“**CHE**”) está sujeta, por consiguiente, al contenido de la Directiva Marco del Agua (“**DMA**”) y de la Directiva Hábitats (“**DH**”) y de la Directiva Aves (“**DA**”), en todas aquellas disposiciones que tienen efecto directo; así como a la legislación nacional reguladora de las Aguas y a las normas reglamentarias que lo desarrollan, y a la legislación nacional de protección del patrimonio natural y la biodiversidad.

A nivel comunitario, el texto de referencia en materia de aguas es la Directiva Marco del Agua, que establece el contenido normativo que ha de ser necesariamente transpuesto a la legislación nacional.

En concreto, el art. 4, bajo el título, “*Objetivos medioambientales*”, señala lo siguiente:

*“1. Al poner en práctica los programas de medidas especificados en los planes hidrológicos de cuenca: (...)
c) para las zonas protegidas: Los **Estados miembros habrán de lograr el cumplimiento de todas las normas y objetivos a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la presente Directiva**, a menos que se especifique otra cosa en el acto legislativo comunitario en virtud del cual haya sido establecida cada una de las zonas protegidas.”*

Además, el art. 8 DMA determina que, si bien el control y seguimiento del estado de las aguas debe ajustarse a los indicadores del Anexo V (por remisión del art. 8.2), en el caso del seguimiento del estado de las zonas protegidas **los programas se completarán con las especificaciones contenidas en la norma comunitaria en virtud de la cual se haya establecido cada zona protegida (art. 8.1.III).**

La DMA, por tanto, engarza su protección en materia medioambiental con la Directiva Hábitats y con la Directiva Aves, sin que baste un mero control de indicadores de “buen estado ecológico” propio del Anexo V de la DMA.

Por otro lado, el Anexo VII.4.3 y 5 DMA exige que los planes hidrológicos incluyan, como contenido mínimo de dichos planes, un mapa con redes de control y resultados de

control en las zonas protegidas y una lista de objetivos medioambientales para las aguas superficiales y para las zonas protegidas.

La Directiva Hábitats ordena crear en su art.3 una “*red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación, denominada «Natura 2000». Dicha red, compuesta por los lugares que alberguen tipos de hábitats naturales que figuran en el Anexo I y de hábitats de especies que figuran en el Anexo II, **deberá garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable** de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural. La red Natura 2000 incluirá asimismo las zonas de protección especiales designadas por los Estados miembros con arreglo a las disposiciones de la Directiva 79/409/CEE.*” [ésta última derogada y sustituida por la Directiva 2009/147/CE, conocida como Directiva Aves].

El art. 1.e DH sostiene que el “estado de conservación” de un hábitat se considera “favorable” cuando:

*“- su área de distribución natural y las superficies comprendidas dentro de dicha área sean estables o se amplíen, y
- la estructura y las funciones específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible, y
- el estado de conservación de sus especies típicas sea favorable con arreglo a la letra i) [distribución marginal, pero no amenazadas ni vulnerables en el área del paleártico occidental]”*

Los lugares que alberguen simultáneamente hábitats del Anexo I y especies cuyos hábitats deben ser protegidos del Anexo II deberán ser propuestos por los Estados miembros y podrán ser aprobados como LIC por la Comisión, en cuyo momento los Estados miembros cuentan con el plazo máximo de 6 años para designar dichos lugares como Zonas de Especial Conservación (ZEC).

La DH, como decíamos, prevé la creación de la Red Natura 2000 que comprende las ZEC – junto a aquellas LIC pendientes de transformación a ZEC – y las ZEPA a que se refiere la Directiva Aves.

Para alcanzar el estado de conservación favorable referido en el art.3, destacan las medidas de conservación impuestas por el art. 6 de la Directiva Hábitats y 4 de la Directiva Aves.

En este sentido, las ZEC requieren de los Estados miembros la elaboración de planes de gestión y la adopción de medidas reglamentarias, administrativas o contractuales para la protección de dichos lugares.

Además, los Estados miembros están obligados a adoptar las medidas apropiadas para evitar, en las ZEC, el deterioro de los hábitats naturales y de los hábitats de especies, así como las alteraciones que repercutan en las especies que hayan motivado la designación de las zonas, en la medida en que dichas alteraciones puedan tener un efecto apreciable en lo que respecta a los objetivos de la Directiva.

A su vez, cualquier plan o proyecto que, sin tener relación directa con la gestión del lugar, pueda afectar de manera significativa a los espacios de la Red Natura 2000 debe ser sometido a una adecuada evaluación ambiental que tenga en cuenta los objetivos de conservación del lugar.

La importancia de la coordinación entre las políticas de biodiversidad y la planificación hidrológica es además una prioridad expresamente reconocida en el Plan Estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, que fue aprobado por el Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, que instituye esta integración como meta específica. Previendo entre sus objetivos, entre otros:

- Avanzar en la consecución de los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua.
- Acelerar la definición, aplicación efectiva y evaluación de regímenes ecológicos de caudales. Especialmente en los espacios protegidos, lugares Natura 2000 y humedales de importancia internacional.
- Aumentar la coordinación y colaboración intra e interadministrativa para promover la ordenación y gestión sostenible de los recursos naturales a escala de cuenca hidrográfica.

Siguiendo esta misma política de coordinación entre los objetivos de conservación y la planificación hidrológica, a nivel nacional también debe tenerse en cuenta que el **art. 19 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (“LPNB”), al regular el alcance de cualquier plan de ordenación de los Recursos Naturales, establece que la protección de un espacio natural mediante cualquier instrumento, implica la obligación INMEDIATA de todas las Administraciones Públicas con competencias sectoriales, de adaptar el contenido de cualquier instrumento de ordenación anterior al contenido de la figura de protección del espacio natural; así como a realizar las actuaciones que sean necesarias para conseguir sus objetivos.**

En coherencia con ello, el art. 14 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio (“**TRLA**”), somete a la Administración hidráulica, en el ejercicio de **cualquiera de sus funciones, a asegurar la compatibilidad de toda actuación de gestión pública del agua con la “conservación y protección del medio ambiente y la restauración de la naturaleza”**.

Por este motivo, en sede de planificación hidrológica, el art. 40 TRLA, dispone entre los objetivos a perseguir por ésta:

“La planificación hidrológica tendrá por objetivos generales conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas objeto de esta ley, la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.”

Además, la existencia de concesiones no puede erigirse en impedimento para lograr este objetivo medioambiental, pues el art. 59.2 TRLA afirma que *“las concesiones se otorgarán teniendo en cuenta la explotación racional conjunta de los recursos superficiales y subterráneos, sin que el título concesional garantice la disponibilidad de los caudales concedidos”*.

La obtención de este objetivo de planificación hidrológica después se precisa en el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio (“**RPH**”), de dos formas distintas:

a) **Mediante el establecimiento de un sistema de prioridad entre los usos** a los que debe destinarse el agua de las cuencas hidrográficas en la que el demanda ambiental **no tiene naturaleza de uso y debe considerarse como una restricción que se impone con carácter general** (art. 17 RPH y 59.7 TRLA) y sólo puede ceder ante demandas de abastecimiento. De aquí la obligación de definir caudales ecológicos en todas y cada una de las masas de agua de cualquier cuenca (art. 17 RPH).

Además, estos caudales ecológicos no pueden ser cualesquiera, sino que la metodología para su determinación está perfectamente desarrollada en la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.

Dicha Orden determina en su punto 3.4.1.1 que el régimen de caudales ecológicos *“se establecerá de modo que permita 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 potencial ecológico en ríos o aguas de transición”*, para lo cual deberá cumplir 2 requisitos que podemos resumir en:

- i) Proporcionar condiciones de hábitat.
- ii) Ofrecer patrón temporal de caudales con, como máximo, cambios leves en la estructura y composición del ecosistema.

En el mismo punto 3.4.1.1 se concreta que en la consecución de estos objetivos tendrán prioridad los referidos a zonas protegidas, a continuación los referidos a masas de agua naturales y finalmente los referidos a masas de agua muy modificadas.

Se especifica que en la medida en que las zonas Red Natura 2000 puedan verse afectadas de forma apreciable por los regímenes de caudales ecológicos, éstos serán *“los apropiados para mantener o restablecer un estado de conservación favorable de los hábitat o especies, respondiendo a sus exigencias ecológicas y manteniendo a largo plazo las funciones ecológicas de las que dependen”*.

El punto 3.4.1.3.1 determina que el régimen de caudales deberá incluir “al menos”, los siguientes componentes: caudales mínimos y máximos, distribución temporal de los anteriores, caudales de crecida y tasas de cambio.

El punto 3.4.7 establece deberes específicos de seguimiento.

El punto 4.7 establece deberes con respecto a las zonas protegidas: indicar las masas de agua, recoger los hábitats y especies, y recoger los requerimientos hídricos de los mismos.

El punto 6.1.4 señala que *“los objetivos medioambientales para las zonas protegidas **consisten en cumplir las exigencias de las normas de protección que resulten aplicables en una zona y alcanzar los objetivos ambientales particulares que en ellas se determinen.**”*

*El plan hidrológico identificará cada una de las zonas protegidas, sus objetivos específicos y su grado de cumplimiento. **Los objetivos correspondientes a la legislación específica de las zonas protegidas no deben ser objeto de prórrogas u objetivos menos rigurosos.**”*

b) **Mediante la coordinación de la planificación hidrológica con los instrumentos de protección de los espacios naturales.** Instrumentos a los que debe servir la planificación hidrológica. Así los planes hidrológicos no cumplen con un simple registro de los instrumentos de protección de los espacios naturales (obligación contenida en el art. 24 RPH); al contrario, **deben cumplir las exigencias de las normas de protección que resulten aplicables y ASEGURAR QUE SE ALCANZAN LOS OBJETIVOS AMBIENTALES PARTICULARES QUE EN ELLAS SE ESTABLEZCAN** (arts. 92 bis 1.c TRLA y 35 RPH).

Ya en sede de elaboración del Esquema de Temas Importantes el art. 79 RPH determina que en dicho documento se incluirán “*las posibles alternativas de actuación **para conseguir** los objetivos medioambientales, de acuerdo con los programas de medidas básicas y complementarias*”. La **consecución de dichos objetivos es, por tanto, una realidad irrenunciable** sea cual sea la alternativa y enlaza con el art. 43.2 RPH que llama a conseguir cumplir este mismo objetivo a través de los programas de medidas (mediante las medidas básicas del art. 44.c RPH y las complementarias del art. 55 RPH).

Reflejo de esta necesidad de alcanzar los objetivos medioambientales de forma irrenunciable e inaplazable es el art. 56 RPH que sostiene que “*en aquellas masas de agua en las que los resultados de la evaluación de riesgos indiquen que probablemente no se lograrán los objetivos medioambientales se establecerán las medidas adicionales necesarias para alcanzarlos*”.

Por otro lado, no debe olvidarse que el RPH establece un plazo máximo para la obtención de los objetivos medio ambientales, que se fija en el 31 de diciembre de 2015 y que en unas condiciones muy precisas se podría prorrogar hasta el 31 de diciembre de 2027. Sin embargo, **ESTA PRÓRROGA NO HA SIDO ACEPTADA POR LA JURISPRUDENCIA CUANDO SE TRATA DE ZONAS PROTEGIDAS, tal y como ha determinado meridianamente la STS 387/2019, de 21 de marzo (Rec. 4398/2016) (FD 11º), en aplicación del punto 6.1.4 de la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, citado anteriormente.**

Todas estas obligaciones se están incumpliendo en relación con la masa de agua del río Ciurana, cuyo cauce ha sido íntegramente incorporado a la red Natura 2000.

Dicho incumplimiento está provocando actualmente un grave empobrecimiento ecológico y biológico de dicho río, habiendo llevado a su ecosistema a una situación de **grave emergencia ecológica**.

1.2) Situación de grave emergencia ecológica que padece el río Ciurana:

Hace ya más de dos años, concretamente el día 4 octubre de 2018, fue trasladado un informe a la Confederación Hidrográfica del Ebro en el que se la advertía (i) de la singularidad e **importancia ecológica del río Ciurana**, (ii) de la **presencia en él de elementos de la biodiversidad estrictamente protegidos** cuya supervivencia y conservación se encontraba definitivamente comprometida por la **grave alteración del régimen de caudales** del río, (iii) de la aparición de **indicios inequívocos de degradación ecológica** del ecosistema y de los hábitats que lo integran (entre éstos, algunos biotopos protegidos como “*hábitats de interés comunitario prioritarios*” por la Directiva Hábitats), (iv) de la **necesidad de establecer un régimen de caudales ecológicos con carácter urgente** ante la situación de grave empobrecimiento biológico

y de **riesgo de colapso ecológico**, (v) así como de la **obligación por parte de la CHE –desatendida sistemáticamente- de prevenir y revertir dicha situación** en los precisos términos recogidos en el apartado 3.4 de la Instrucción de Planificación Hidrológica.

En conclusión, varios meses antes de ser elaborado y publicado el EpTI, había sido puesto en conocimiento de la CHE la paupérrima situación ecológica en la que se encuentra el río Ciurana con motivo de la grave alteración del régimen hidrológico (a dicho informe nos remitimos íntegramente, adjuntándolo de nuevo al presente escrito a modo de anejo como **DOCUMENTO 1**).

Pese a ello, no solamente se ha negado la posibilidad de iniciar un análisis específico de la problemática denunciada, aniquilando cualquier opción de diseñar y adoptar medidas de manera urgente, sino que ahora, a tenor del contenido del EpTI, incluso se renuncia por parte de la Confederación a abordar dicha urgencia ecológica en el siguiente ciclo de planificación hidrológica cuenca: como se verá más adelante, la CHE anticipa abierta y desacomplejadamente en el *Esquema provisional de Temas Importantes* su intención de no cumplir con la normativa en materia de caudales ecológicos antes de 2027. En el EpTI se propone aportar tan solo un mero “diseño” de ‘caudales mínimos’. Por si eso fuera poco, tampoco propone su implementación sistemática, sino que asegura que podrán llegar a ser implementados puntualmente “*en aquellos casos en los que existan afecciones a las explotaciones que no estén contemplados en los derechos habrá que iniciar procesos de revisión concesional*”. Anuncia por lo tanto, ya de antemano, su voluntad de persistir en la vulneración del marco normativo en materia de planificación hidrológica y protección de la biodiversidad, renunciando a implementar caudales ecológicos en los términos en que obliga inequívocamente la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, esto es, para cada uno de los *componentes* del régimen hidrológico, y de manera adaptada a los requerimientos ecológicos de las especies y hábitats objeto de conservación en cada masa de agua protegida.

Cabe destacar que este anuncio de renunciar a dotar de una protección singular a las zonas protegidas a través de un régimen hidrológico adaptado a los requerimientos ecológicos a hábitats y especies, afecta a todo el siguiente ciclo de planificación, es decir, se extenderá hasta el 2027. Por lo tanto, la CHE propone seguir negando a los espacios naturales el régimen de caudales a que obliga la normativa apelada casi tres décadas después de la promulgación de la DMA, y tras 19 desde la aprobación de la *Instrucción de planificación hidrológica*.

Este hecho, en el caso del río Ciurana, viene desplegando unas consecuencias ecológicas nefastas que se encuentran descritas en el mencionado informe de octubre de 2018 (véase anexo). En este sentido, a modo de síntesis, debe de tenerse en cuenta los extremos siguientes:

1. Los valores ecológicos del Ciurana, unidos al hecho de que su espacio fluvial aún mantiene una integridad física considerable, han hecho que dicho río pueda ser considerado uno de las representaciones más genuinas y de mayor interés ecológico del ecosistema fluvial mediterráneo de Catalunya. Constituye una de las últimas y más notables reservas de las comunidades biológicas fluviales de carácter mediterráneo de las que dispone Catalunya.

Su excepcionalidad motivó que fuera uno de los pocos ríos protegidos por el primer instrumento de planificación territorial que existió en Cataluña (el conocido como Regional Planning de 1932). Hasta los años 70 del pasado siglo, el río Ciurana conformó una de los ecosistemas fluviales mediterráneos de Catalunya

conservados en condiciones de máxima naturalidad, factor que ayudó a que se constituyese como un refugio para algunos hábitats amenazados y que conservase algunas de las últimas poblaciones de especies singulares o en peligro de extinción.

2. Sin embargo, con motivo de la construcción del embalse de Ciurana y la entrada en funcionamiento del trasvase de su caudal hacia la cuenca de Riudecanyes, su extraordinario ecosistema y sus comunidades biológicas iniciaron un proceso de degradación y simplificación progresivo.
3. Pese a ello, la integridad física (geomorfológica) del ecosistema continuaba siendo sobresaliente, por lo que su frágil resiliencia ecológica ha permitido la persistencia de algunas las mejores expresiones de hábitats estrictamente protegidos, así como de las últimas poblaciones especies amenazadas.
4. Este hecho motivó, en aplicación de las Directivas Hábitats y Aves, que todo su espacio fluvial fuera integrado dentro de la Red Natura 2000. Pese a que el río Ciurana se ve afectado por tres ZECs, su protección obedecía específicamente a la relevancia de su ecosistema y comunidades fluviales, por lo cual fue en su mayor parte integrado dentro del espacio ES5140015 - *Riu Siurana i planes del Priorat*. La finalidad de dicha ZEC no es otra que la de conferir protección, específicamente, a los hábitats y especies que conforman el sistema fluvial del río Ciurana.
5. En el caso de la ZEC ES5140015 - Riu Siurana i planes del Priorat, que incluye la mayor parte del río Ciurana, los elementos de conservación de carácter fluvial que motivaron la declaración del espacio son los especificados en las tablas siguientes:

Código	Hábitat	Presencia en el espacio	Extensión (ha)	Elemento clave
3170*	Estanques temporales mediterráneos	segura	0.20	
3250	Ríos mediterráneos de caudal permanente con <i>Glaucium flavum</i>	segura	15.93	
3260	Ríos de pisos de planicie a montano con vegetación de <i>Ranunculion fluitantis</i> y de <i>Callitricho-Batrachion</i>	segura	9.45	
3270	Ríos de orillas fangosas con vegetación de <i>Chenopodion rubri</i> p.p. y de <i>Bidention</i> p.p.	segura	15.89	Sí
3280	Ríos mediterráneos de caudal permanente del <i>Paspalo-Agrostidion</i> con cortinas vegetales ribereñas de <i>Salix</i> y <i>Populus alba</i>	segura	8.11	
3290	Ríos mediterráneos de caudal intermitente del <i>Paspalo-Agrostidion</i>	segura	16.78	
6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del <i>Molinion-Holoschoenion</i>	segura	2.64	
91E0*	Bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	segura	8.06	
92A0	Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>	segura	60.74	

92D0	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (<i>Nerio-Tamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i>)	segura	49.00	Sí
-------------	--	--------	-------	----

Tabla 01. Lista de los hábitats fluviales (dependientes de la agua) para cuya protección ha sido designada la ZEC ES5140015 - *Riu Siurana i planes del Priorat*. Los asteriscos indican que el hábitat es de "interés prioritario". En la última columna se indica si el hábitat en cuestión es considerado "Clave" en la estrategia de conservación de este espacio Natura 2000 (ZEC).

Código	Especie	Presencia en el espacio	Sup./Longi. (ha) en el espacio	Elemento clave
A229	<i>Alcedo atthis</i>	segura		
1092	<i>Austropotamobius pallipes</i>	segura	12,4 km	Sí
A092	<i>Hieraaetus pennatus</i>	segura		
1355	<i>Lutra lutra</i>	segura	11,2 km	Sí
1221	<i>Mauremys leprosa</i>	segura	3 nº UTM10	
1041	<i>Oxygastra curtisii</i>	probable	2 nº UTM10	
1044	<i>Coenagrion mercuriale</i>	probable	1 nº UTM10	
1316	<i>Myotis capaccinii</i>	probable	183,3 ha	Sí

Tabla 02. Lista de la especies dependientes del agua en virtud de cuya protección fue designada la ZEC ES5140015 - *Riu Siurana i planes del Priorat*.

Algunas de dichas especies, así como otras no mencionadas en la tabla 02 pero que también mantienen poblaciones en el ecosistema fluvial del Ciurana, se encuentran protegidas por la normativa estatal (LESPRE). A título de ejemplo: *Austropotamobius pallipes*; *Euphydryas aurinia*; *Oxygastra curtisii*; *Alytes obstetricans*; *Bufo calamita*; *Mauremys leprosa*; *Tarentola mauritanica*; *Psammmodromus algerus*; *Timon lepidus*; *Coronella girondica*; *Hemorrhoids hippocrepis*, *Natrix maura*, *Natrix natrix*, *Rhinechis scalaris*, *Vipera latastei*, etc.)

- En el estudio que de nuevo aportamos, se narra detalladamente como la singularidad ecológica y la importancia biológica del río Ciurana se forjó a manos de potentes procesos morfodinámicos, impulsados a su vez por un complejo y rico régimen de caudales, característicamente mediterráneo. La génesis, modelación y renovación ecológica del ecosistema se mantuvo gobernada por dichos procesos hidro y morfodinámicos, en condiciones prácticamente inalteradas, hasta la construcción de la presa y la entrada en funcionamiento del trasvase Siurana-Riudecanyes.

Efectivamente, la extrema naturalidad en que se mantuvieron dichas dinámicas, fue el principal motivo por el que algunas de las especies de adscripción fluvial mantuvieron aquí sus últimos y mejores refugios, lo cual motivó la protección del río Ciurana bajo diversas figuras jurídicas desde los años 90.

- Sin embargo, la aniquilación de los procesos hidrológicos y morfodinámicos con motivo del trasvase, dio lugar a una erosión progresiva e incesante de dichos valores naturales. Se trata de un proceso de empobrecimiento ecológico que resulta patente en la estructura y el funcionamiento del ecosistema, así como en la situación cada vez más crítica de algunas especies vulnerables o amenazadas.

8. **Dicha degradación, que viene motivada (y se inicia) con la regulación de la cuenca y con su explotación hidrológica, debería de haberse visto frenada** en el momento en que, como resultado de la trasposición de la DMA al ordenamiento jurídico nacional, fueron aprobados los instrumentos jurídicos que regulan la planificación hidrológica, y que obligaban a la CHE a adoptar medidas concretas: establecen de un modo inequívoco la obligación de conservar la plenitud estructural y funcional de hábitats y comunidades biológicas que dependen directa o indirectamente del medio hídrico, dentro de las masas de agua protegidas, a través de la restauración del régimen hidrológico:

Apartado 3.4.1.1 de la Orden ARM/2656/2008.:

El régimen de caudales ecológicos se establecerá de modo que permita mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, [...]

[...] el régimen de caudales ecológicos deberá cumplir los requisitos siguientes:

a) Proporcionar condiciones de hábitat adecuadas para satisfacer las necesidades de las diferentes comunidades biológicas propias de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, mediante el mantenimiento de los procesos ecológicos y geomorfológicos necesarios para completar sus ciclos biológicos.

b) Ofrecer un patrón temporal de los caudales que permita la existencia, como máximo, de cambios leves en la estructura y composición de los ecosistemas acuáticos y hábitat asociados y permita mantener la integridad biológica del ecosistema.

En la consecución de estos objetivos tendrán prioridad los referidos a zonas protegidas, [...]

9. La trascendencia ecológica del régimen hidrológico es definitiva. Los patrones del funcionamiento hidrológico de un ecosistema fluvial es el factor que con más fuerza determina sus características ecológicas, estructurando los hábitats acuáticos y riparios y regulando el funcionamiento del conjunto del sistema (Poff et al., 1997; Bunn y Arthington, 2002 ; Nilsson y Svedmark, 2002; Nilsson C., y Svedmark M., 2002).

Los efectos ecológicos que sobre los sistemas naturales despliegan cada tipo de régimen hidrológico y las matizaciones que introducen los diferentes aspectos del mismo son complejos y han sido ampliamente descritos en la bibliografía existente (Williams, G.P. y Wolman, M.G., 1984; Bunn S.E. y Arthington A. (2002); Poff, N. L., y Zimmerman, J. K. H., 2010; Martínez y Fernández Yuste, 2006).

La interacción entre los caudales líquidos y sólidos que afluyen dentro del espacio fluvial y su geología, determina las dinámicas fluviales resultantes y, éstas, a su vez, su estructura geomorfológica y ecosistémica y el funcionamiento ecológico global de cada tramo (*Morisawa, 1985*). Por lo tanto, **estas dinámicas crean, moldean, mantienen y renuevan la totalidad de los hábitats del sistema fluvial**. Sin ellas, el sistema se paraliza y fosiliza el ecosistema, y se inicia un proceso de simplificación ecológica y biológica que concluye en el colapso funcional del mismo: pueden continuarse manteniendo comunidades biológicas, pero simplificadas y conformadas por organismos poco exigentes desde el punto de vista ecológico, enrareciéndose y desapareciendo la especies con requerimientos ecológicos más estrictos y, por ende, más vulnerables, sensibles y -frecuentemente- más amenazadas.

En definitiva, las perturbaciones significativas sobre su régimen natural de caudales pueden introducir alteraciones definitivas desnaturalizando su estructura y funcionamiento de los ecosistemas fluviales.

10. Llegados a este punto, hemos de recordar que el trasvase Siurana-Riudecanyes comporta una detracción del 81,4% de los recursos hidrológicos que de manera natural dispondría el ecosistema. El modo en que esto sucede y la medida en que se ha visto simplificado el régimen de caudales se encuentra descrito en el capítulo tercero del informe que como anexo acompaña el presente escrito.

Los análisis del grado de alteración hidrológica por comparación del régimen natural de caudales (los que pasarían en ausencia de trasvase) con respecto al régimen alterado (los que realmente han estado pasando) en el tramo en el que se derivan las aguas (venta del Pubill), arroja conclusiones contundentes: **toda la diversidad que el régimen natural de caudales posee, se ve completamente laminada y neutralizada por la gestión de las reservas y la derivación de caudales por medio del trasvase. Solo un 18,6% de los recursos hidrológicos del río Ciurana no son detraídos y, por lo tanto, circulan aguas abajo.**

Por si eso fuese poco, la circulación de ese reducido caudal (18%) es monótona y prácticamente constate en el tiempo. Por ello, en coherencia con la teoría ecológica del régimen de caudales, resulta inevitable aceptar que los ricos efectos ecológicos vinculados a cada elemento o matiz del rango natural de caudales han sido sencillamente aniquilados. El rico, complejo y diverso abanico de caudales que de manera natural posee el río Ciurana y que es el motor que impulsa su ecología, se ha visto transmutado y substituido por un régimen empobrecido y simplificado en extremo incapaz de dotar al río de una funcionalidad ecológica que le es propia.

11. Sin embargo, ni el primero ni el segundo ciclo de planificación hidrológica atendieron el mandato de dotar al río Ciurana de *“un patrón temporal de los caudales que permita la existencia, como máximo, de cambios leves en la estructura y composición de los ecosistemas acuáticos y hábitat asociados y permita mantener la integridad biológica del ecosistema”*.

Tal y como era de esperar, dicha decisión ha sido nefasta para la evolución ecológica del ecosistema fluvial del río Ciurana y para la conservación de los elementos que motivaron su protección como espacio Natura 2000.

La simplificación del régimen hidrológico que ha sido descrita, se ha trasladado a su vez en una simplificación de la estructura y funciones ecosistémicas, y de la riqueza biológica del río.

Por si eso fuese poco, el EpTI propone continuar desatendiendo en adelante la obligación de naturalizar el régimen de caudales a través de los diferentes componentes que lo caracterizan. **Se renuncia incluso a la implementación del patrón de “caudales de crecida”**.

12. Debe advertirse, que dicha renuncia, que comporta mantener la neutralización del amplio rango de pequeñas avenidas por efecto del trasvase de caudales hacia Riudecanyes, han venido comportando la fosilización geomorfológica y ecológica del ecosistema y presionándolo hacia un lento pero progresivo empobrecimiento biológico, siendo esperable que dicho proceso se esté acentuando a lo largo de los años como consecuencia de la decisión adoptada por la CHE.

Los efectos de dicha decisión son constatables a simple vista, además de medibles, y se encuentran inequívocamente relacionados con la ausencia de un régimen más o menos natural de caudales de crecida. A título de ejemplo:

- a) Los lechos son invadidos a cargo de la vegetación leñosa (indicio inequívoco de la falta de caudales generadores^[1]), lo que genera el estrechamiento del cauce, su fosilización sedimentológica, y su empobrecimiento ecológico (degradación de hábitats bentónicos).
- b) Se constata una oclusión lumínica de los cauces por parte del dosel arbóreo, generando profundos cambios en la productividad primaria de los hábitats acuáticos y en la ecología y estructura de las comunidades biológicas.
- c) En los tramos superiores (especialmente entre el embalse y la venta del Pubill, pero también aguas abajo de este), se constata un déficit de sedimentos en el cauce como efecto de la captura de sedimentos por el pantano y el azud, así como por el lavado del cauce por las maniobras súbitas de entrega de caudal y de mantenimiento, con el correspondiente empobrecimiento ecológico y biológico del mosaico de hábitats acuáticos, semiacuáticos y terrestres marginales, y la creación de discontinuidades en el medio hiporreico (en largos tramos los lechos han pasado a ser de roca madre).
- d) Se aprecia una colmatación del medio hiporreico a cargo de finos y de materia orgánica (“*siltation*”), como consecuencia de la falta de caudales con capacidad de lavado y transporte de fondo, generándose así una profunda alteración de la ecología trófica y del hábitat físico, y afectando a las especies más sensibles.
- e) En algunos tramos han desaparecido los lechos característicamente mediterráneos (deposicionales) y el mosaico de barras emergidas y hábitats bentónicos característicamente asociado al tramo, con la esperable transformación de las comunidades biológicas.
- f) Los procesos que gobiernan la formación y renovación de las riberas y su funcionamiento han dejado de actuar, con la consiguiente fosilización ecológica de las mismas y de sus comunidades biológicas.

13. La neutralización de los procesos hidro y morfodinámicos, no solamente se han visto plasmados en una simplificación de la estructura y dinámicas ecológicas, sino que sin duda se plasman en un empobrecimiento biológico y en un **riesgo cierto e inminente de desaparición de hábitats, y de comunidades y especies biológicas concretas, algunas de ellas estrictamente protegidas jurídicamente**. Mencionamos algunos ejemplos de cómo las decisiones adoptadas por la CHE han podido tener un precio ecológico elevadísimo:

- a) Además de los hábitats que motivaron la inclusión del río Ciurana en la Red Natura 2000 (que enumeramos en la *tabla 1*), recientemente ha sido identificado y descrito, precisamente en el tramo más afectado por el trasvase (aguas debajo de la derivación hacia Riudecanyes), uno de los tres

[1] La Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica, define el “Caudal generador” como el “caudal que regula la estructura geomorfológica de los cauces, evitando su progresivo estrechamiento y colonización.”

Así mismo, en su apartado “3.4.1.4.1.4. Caracterización del régimen de crecidas”. Establece la obligación de implementar caudales generadores en los términos siguientes: “*En aquellos tramos situados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación la crecida asociada al caudal generador será asociada al caudal de sección llena del cauce. Deberá definirse incluyendo su magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa máxima de cambio, tanto en la curva de ascenso como en la curva de descenso del hidrograma de la crecida.*”

últimos núcleos de alisedas continentales que se conservan en Cataluña (figura 1).

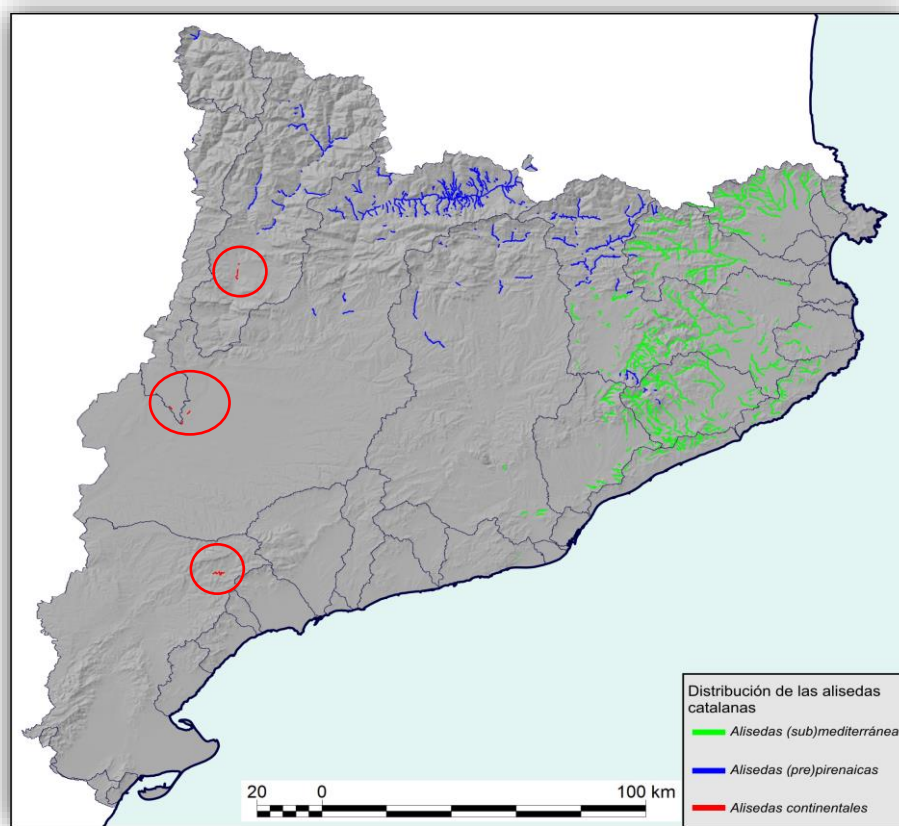


Figura 1. Situación de los tres últimos núcleos de alisedas continentales que han llegado hasta nuestros días en las cuencas hidrográficas de Cataluña.

Las alisedas, es decir, el hábitat “91E0. *Bosques aluviales de Alnus glutinosa y Fraxinus excelsior*”, goza del mayor rango de protección al amparo de la Directiva Hábitats (es un *hábitat de interés comunitario* “Prioritario”), motivo por el cual ha sido merecedor de un proyecto que actualmente se desarrolla en Catalunya con la financiación de la Unión Europea, del que participa la Agencia Catalana del Agua, y que ha contado con el apoyo del MITECO y de la Confederación Hidrográfica del Ebro: “*Restoration, conservation and governance of the alnus aluvial forest in the mediterranean region*” [Life16 nat/es/000768]

Precisamente ha sido en el ámbito de los estudios de base de dicho proyecto donde se ha puesto de manifiesto la excepcional importancia de las alisedas del río Ciurana, las cuales representan una rareza biogeográfica que ni tan siquiera se encontraba inventariada en las cartografías oficiales de los hábitats de interés comunitario elaboradas por la Generalitat de Catalunya. Se trata de un hábitat en regresión y en un estado de conservación desfavorable, especialmente en la región biogeográfica mediterránea, según se deduce de los informes emitidos por los estados miembros en el marco del artículo 17 de la directiva Hábitats^[2].

[2] <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/habitat/report/>

De acuerdo con dichos informes, y también según el dictamen elaborado por el estado español^[3], una de las principales amenazas que comprometen la conservación de las alisedas es precisamente la alteración del régimen hidrológico, dado que se trata de una formación riparia con altísimos requerimientos hídricos, y que precisa de un régimen de caudales permanente (para sostener sus funciones vegetativas), pero con periodos de crecidas pautados estacionalmente (para hacer posible su dispersión y regeneración).

Aunque los modelos matemáticos de vulnerabilidad de las alisedas catalanas ante el cambio climático (desarrollados en el marco del proyecto europeo Life Alnus) han puesto de manifiesto que los bosques del Ciurana son algunos de los más resilientes desde el punto de vista climático e hidrogeográfico, lo cierto es que las alisedas del Ciurana han iniciado un proceso de decadencia y empobrecimiento ecológico progresivo con motivo de la regulación hidrológica del tramo, lo cual se ha constatado a través de los con signos de ejemplares con decaimiento, empobrecimiento de la cohorte florística riparia, y falta de regeneración. Este valioso bosque se encuentra por lo tanto en riesgo como consecuencia de la negativa de la CHE a implementar caudales ecológicos.

- b) Otras posibles afectaciones podrían estar teniendo lugar sobre las “*especies clave*” del espacio natural. Para algunas de ellas, como hemos anticipado, el río Ciurana constituyó en el pasado uno de sus ultimísimos refugios a escala regional, pese a lo cual en la actualidad se encuentran en una SITUACIÓN CRÍTICA, sin duda fruto de la degradación funcional y estructural que ha venido intensificándose a lo largo de los últimos decenios.

El cangrejo ibérico (*Austropotamobius pallipes*) (tabla 2) es una especie en regresión en gran parte de su área de distribución Peninsular, y clasificada en la categoría de “vulnerable” en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. En la cuenca del Ciurana, en la que se encontraba ampliamente distribuida en la segunda mitad del siglo XX, ha sufrido un importante retroceso recientemente, manteniendo poblaciones importantes solo en dos enclaves. Existe una población relictual y manifiestamente amenazada aguas abajo del embalse de Ciurana. La alteración de los regímenes de crecidas (caudales de crecidas) que mantienen la estructura de los hábitats acuáticos, así como la reducción de la capacidad de dilución de contaminantes fruto de las detracciones (alteración de los “caudales de base” y de los “caudales mínimos”), podrían estar jugando un papel clave en la constricción de sus poblaciones, y constituyen sin duda un factor de amenaza para su conservación.

Otro ejemplo podemos encontrarlo en la nutria paleártica (*Lutra lutra*) (tabla 2), la cual tan solo parece poder mantener una presencia errática y laxa de algunos ejemplares, principalmente en los cursos tributarios.

La poca disponibilidad hídrica es una de las principales causas de la regresión de esta especie semiacuática en el sur de Europa (Delibes 1990;

[3] Calleja, J. A. (2009). 91E0 Bosques aluviales arbóreos y arborescentes de cursos generalmente altos y medios, dominados o codominados por alisos (*Alnus glutinosa*), fresnos de montaña (*Fraxinus excelsior*), abedules (*Betula alba* o *B. pendula*), avellanos (*Corylus avellana*) o álamos negros (*Populus nigra*) (*). En: VV.AA., **Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España**. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/red-natura-2000/rn_tip_hab_esp_bases_eco_acceso_fichas.aspx

Ruiz-Olmo, J. 2001.). Este efecto es decisivo en periodos de sequía prolongados, cuando el río puede quedar muy afectado, especialmente por el efecto sobre las poblaciones de especies acuáticas (cangrejos, anfibios, peces) e indirectamente puede causar la desaparición del mustélido (Ruiz-Olmo, J. 2001.).

Tanto el deterioro de la calidad y disponibilidad de hábitat acuático en general (continuidad y calidad hidromorfológica), como el consecuente empobrecimiento de las comunidades ictiológicas (peces) han podido dibujar un escenario desfavorable para la nutria en el río Ciurana. También la reducción y degradación de las masas de agua aisladas en periodos desfavorables (número, superficie y habitabilidad para las especies presa), que garantizan recursos tróficos durante determinadas épocas, podrían haber afectado negativamente las posibilidades ecológicas para la especie en el eje fluvial del Ciurana. Por último, la extrema simplificación de los efectos morfogeneradores del régimen de caudales comportaría potencialmente una pérdida de hábitat reproductor.

En conclusión con lo anterior, podemos decir que el río Ciurana se encuentra en una situación de “emergencia ecológica”, derivada en parte por el tiempo transcurrido sin que haya sido restaurado el régimen de caudales a que obliga la RHP en los términos metodológicos específicos expuestos en el apartado 3.4 de la Orden ARM/2656/2008.

A los efectos de ilustrar dicha gravedad, cabe recordar que, en el último informe emitido por la CEE a los efectos de evaluar los Planes hidrológicos del estado español^[4], se decía:

Medidas relacionadas con las extracciones y la escasez de agua:

*“La captación y explotación de agua sigue siendo muy significativa para gran parte de España, donde muchas cuencas hidrográficas tienen índices de explotación de agua elevados (WEI +) y algunos de ellos **superan el umbral de riesgo del 40%**”*

Pues bien, la masa de agua del río Ciurana que se encuentra más afectada por el trasvase Siurana-Riudecanyes (ES091MSPF171), está sufriendo una detracción cuyo **Índice de explotación del agua (WEI+, Water Exploitation Index)**^[5] **es de 81,4 %**. Se trata de un valor del índice que, ni más ni menos, **dobra el umbral definido como “de riesgo” por la CEE**.

1.3) El tratamiento a las masas de agua protegidas en el EpTI y, particularmente, el tratamiento del río Ciurana que forma parte de ellas

Lejos de proponer una solución a la grave situación ecológica del río Ciurana -que puede verse reproducida en otras masas de agua-, el EpTI tan solo aporta el diseño de un régimen de “caudales mínimos” (cuya implementación, evaluación y seguimiento no se garantiza), sin atender a las especiales necesidades de protección de las especies y

^[4] <https://eur-lex.europa.eu/legal-Content/EN/TXT/PDF/?uri=SWD:2019:42:FIN&qid=1551205988853&from=EN>

^[5] El WEI+ (acrónimo de “Water Exploitation Index +”) traducido como “Índice de explotación del agua +” de una cuenca, se calcula como el ratio entre el agua extraída dividida por el agua disponible. Se trata de un indicador establecido por la CEE para medir el grado de presión que recibe una cuenca hidrológica por efecto de la detracción consuntiva de sus caudales naturales.

hábitats que fueron integrados en la RedNatura 2000 (a los cuales se les aplica la misma lógica y tratamiento que al resto de las masas de agua). **Con lo que se trata al río Ciurana como a una masa de agua no protegida**, atendiendo únicamente a la obligación general de establecimiento de caudales ecológicos prevista en el art. 42.1.b)c)' LA y el art. 18 RPH.

Con ello se vulneran los arts. 4 y 8 DMA, los arts. 3, 6 y 7 DH, el art. 40 LA, el art. 19 LPNB y art. 35 RPH.

Así mismo, se incumple **el punto 4.7 de la Orden ARM/2656/2008** que, en ejecución del acervo normativo de rango superior, **obliga -como no podía ser de otra forma- a recoger los requerimientos hídricos de los concretos hábitats y especies protegidas en los planes hidrológicos de cuenca y a controlar su cumplimiento.** Evidentemente, para poder determinar los requerimientos hídricos necesarios en cada uno de los espacios protegidos se hace imprescindible la realización de un estudio de detalle.

La Orden ARM/2656/2008, es extremadamente precisa en determinar el enfoque, los objetivos perseguidos y las metodologías con las que debía de ser diseñado e implementado el régimen de caudales ecológicos.

En primer lugar, centra claramente los objetivos:

6.1.4. ZONAS PROTEGIDAS

*Los objetivos medioambientales para las zonas protegidas consisten en **cumplir las exigencias de las normas de protección que resulten aplicables en una zona** y alcanzar los objetivos ambientales particulares que en ellas se determinen.*

*El plan hidrológico **identificará cada una de las zonas protegidas, sus objetivos específicos** y su grado de cumplimiento. Los objetivos correspondientes a la legislación específica de las zonas protegidas no deben ser objeto de prórrogas u objetivos menos rigurosos.*

Por otro lado, los objetivos han de ser definidos en razón de la protección jurídica de los hábitats y especies, y el objetivo será asegurar los requerimientos ecológicos específicos de cada una de estas

3.4.1.1. OBJETIVOS

*[...] **En la medida en que las zonas protegidas [...] puedan verse afectadas de forma apreciable por los regímenes de caudales ecológicos**, éstos serán los apropiados para mantener o restablecer un **estado de conservación favorable de los hábitat o especies**, **respondiendo a sus exigencias ecológicas** y manteniendo a largo plazo las funciones ecológicas de las que dependen.*

*En el caso de las **especies protegidas por normativa europea [...] y por normativa nacional/autonómica** (Catálogos de Especies Amenazadas, etc.), **así como en el caso de los hábitat igualmente protegidos por normativa europea** (anexo I de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992) **y nacional/autonómica** (Inventario Nacional de Hábitat, etc.), **EL OBJETIVO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS SERÁ SALVAGUARDAR Y MANTENER LA FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA DE DICHAS ESPECIES** (áreas de reproducción, cría, alimentación y descanso) **Y HÁBITAT** según los requerimientos y directrices recogidos en las respectivas normativas.*

En el caso que nos ocupa, queda claro que lo son, siguiendo con el ejemplo expuesto, el mantenimiento de un “estado de conservación” favorable, tanto para las alisedas y otros hábitats de interés comunitario (tabla 1), como para el cangrejo ibérico (y demás especies indicadas en la tabla 2), las cuales deberían de haber sido identificadas como “Especies objetivo”, en los términos definidos por la Orden ARM/2656/2008:

*Especie objetivo: “especie autóctona de fauna o flora que por su vinculación directa al hábitat fluvial, por su carácter endémico, **por estar amenazada o por contar con alguna figura de protección, puede ser seleccionada como indicadora**”*

Para alcanzar el objetivo de “*salvaguardar y mantener la funcionalidad ecológica de dichas especies y hábitats*” a través del régimen hidrológico, obliga a:

3.4.1.3.1. Ríos

Para alcanzar los objetivos anteriores, **el régimen de caudales ecológicos deberá incluir, AL MENOS, los siguientes COMPONENTES:** a) Caudales mínimos [...]; b) Caudales máximos [...]; c) Distribución temporal de los anteriores caudales mínimos y máximos, [...]; d) Caudales de crecida, [...]; e) Tasa de cambio, [...]

Para cada uno de estos componentes debía de establecerse los patrones temporales:

*El régimen de caudales ecológicos **definirá, desde el punto de vista temporal, al menos, las siguientes características:***

- a) *Distribución temporal de caudales mínimos.*
- b) *Distribución temporal de caudales máximos.*
- c) *Máxima tasa de cambio aceptable del régimen de caudales.*
- d) *Caracterización del régimen de crecidas, incluyendo caudal punta, duración y tasa de ascenso y descenso, así como la identificación de la época del año más adecuada desde el punto de vista ambiental.*

Por otro lado, la Orden ARM/2656/2008 establece que la distribución temporal y la caracterización de dichos componentes sea diseñada en base a métodos hidrológicos concretos, ajustándose además mediante modelos de simulación de hábitat tanto para los caudales mínimos (3.4.1.4.1.1.) como máximos (3.4.1.4.1.2.), mientras que las tasas de cambio (3.4.1.4.1.3) y el régimen de crecidas (3.4.1.4.1.4) se desarrollarán a través de métodos hidrológicos, con el apoyo de modelización hidráulica.

Pues bien, ante un marco metodológico tan nítido, definido nada más y nada menos que en el año 2008, la CHE no ha desarrollado dichos estudios, ni ha establecido caudales de ningún tipo en los anteriores ciclos de planificación hidrológica.

Siguiendo en dicha línea de inacción, el actual EpTI anuncia:

- 1) “*Ficha 08. Asegurar la coherencia entre la planificación hidrológica y los planes de gestión de los espacios naturales protegidos (Zonas protegidas)*”

Propone identificar e igualar “estado ecológico” definido en la DMA con “estado de conservación” definido en la DH. En base a dicha decisión anuncia que no dará un tratamiento singular a las zonas protegidas, así como tampoco desarrollará estudios e implementará caudales específicos para hábitats y especies en dichas zonas.

- 2) “*Ficha 06. Avanzar en el proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos*”

Apuesta por la “Alternativa 2”, consistente en diseñar tan solo ‘caudales mínimos’, para los cuales, además, no se garantiza su implementación (dado que propone hacerlo únicamente en los aprovechamientos no autorizados o que vulneran la concesión).

En definitiva, como hemos anticipado, la propuesta del EpTI no es otra que continuar sin aplicar el régimen de caudales ecológicos, ni dentro, ni fuera de espacios naturales:

- a) “Caudales mínimos” y su distribución temporal: los diseña para todas la masas de agua, pero no garantiza su aplicación.

Por otro lado, no diseña los caudales mínimos para los hábitats y especies objeto de conservación en espacios naturales, dado que los ‘caudales mínimos’ han sido diseñados en base a metodologías hidrobiológicas utilizando únicamente comunidades de peces, las cuales en muchos casos ni tan solo son especies protegidas por las ZEC, como es el caso del río Ciurana (Tabla 2).

- b) “Caudales máximos” y su distribución temporal: propone no aplicarlos
c) “Tasas de cambio”: propone no aplicarlas
d) Caracterización del régimen de crecidas, incluyendo caudal punta, duración y tasa de ascenso y descenso, así como distribución temporal: Propone no aplicarlos.

En definitiva, propone que hasta el 2027 (20 después de la aprobación del reglamento de Planificación Hidrológica), los núcleos y poblaciones de hábitats y especies de espacios naturales sigan evolucionando sin ver garantizado el régimen de caudales del que depende su subsistencia

Para su justificación aporta, en esencia, dos argumentos de naturaleza técnica:

Primero: **No es posible metodológicamente hablando**

*“Se considera que esta alternativa no es viable debido a que **no se dispone por el momento del conocimiento técnico necesario para definir los caudales generadores, tasas de cambio y caudales máximos** en las masas de agua afectadas por regulaciones”*

Dicha afirmación es manifiestamente falsa, ya que tanto los estudios hidrológicos, como hidrodinámicos (hidráulicos), e hidrobiológicos se vienen desarrollando desde hace decenios, también en España. Sin ir más lejos, en Catalunya fueron utilizados con anterioridad a la aprobación del Plan de Caudales de Mantenimiento, el año 2006, para la elaboración de dicho plan, el cual incluía tanto caudales de mantenimiento como generadores (régimen de crecidas), así como tasas de cambio.

Por si eso fuese poco, en el resto de cuencas catalanas se están desarrollando estudios específicos denominados “*Seguimiento para la implantación de caudales ambientales y revisión de caudales para el siguiente ciclo de planificación*”¹, en el marco de los cuales se prevé estudiar los requerimientos de hábitats y especies de zonas protegidas, entre las cuales se encuentran, paradójicamente, tanto los bosques aluviales de alisos, como el cangrejo autóctono. Dicho de otro modo, mientras en las cuencas internas -a donde son transportadas las aguas del río Ciurana- se progresa en la definición de las condiciones hidrológicas y ecológicas que requieren alisos y cangrejos autóctonos, en la cuenca del río Ciurana eso resulta ser “técnicamente imposible”.

1

[https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/notice.pscp?reqCode=viewCn&idDoc=69546025&lawType=\)](https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/notice.pscp?reqCode=viewCn&idDoc=69546025&lawType=)

Segundo: **no es viable temporalmente desarrollar los estudios: “supondría un esfuerzo de investigación difícil de abordar en un plazo de 6 años.”**

Basta decir que la imposibilidad temporal se anuncia para 19 años después de haber sido aprobado la Orden ARM/2656/2008, y de no haberse desarrollados los estudios.

Es más, en el EpTI la Confederación hidrográfica afirma, **CON CARÁCTER GENERAL, SIN HACER UN ESTUDIO DE DETALLE DE LAS NECESIDADES DE LOS HÁBITATS Y ESPECIES DE CADA UNA DE LAS ZONAS PROTEGIDAS, Y SIN BASE CIENTÍFICA ALGUNA** que el objetivo de “buen estado” descrito en la legislación del agua es suficiente para el cumplimiento de los estados de conservación óptimos.

Ello a pesar de que, como dijimos anteriormente, el Plan Estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad, que vincula a la Confederación hidrográfica, recuerda que “*el Plan Hidrológico Nacional establece en su artículo 26 que «a los efectos de la evaluación de disponibilidades hídricas, los caudales ambientales que se fijan en los Planes Hidrológicos de cuenca, de acuerdo con la Ley de Aguas, tendrán la consideración de una limitación previa a los flujos del sistema de explotación, que operará con carácter preferente a los usos contemplados en el sistema».* **Para su establecimiento, los Organismos de Cuenca realizarán estudios específicos para cada tramo de río, teniendo en cuenta la dinámica de los ecosistemas y las condiciones mínimas de su biocenosis. Las disponibilidades obtenidas en estas condiciones son las que pueden, en su caso, ser objeto de asignación y reserva para los usos existentes y previsibles.**”

Por ende, no es posible que la Confederación Hidrográfica del Ebro afirme que existe un “buen estado” de conservación medioambiental de los ríos, cuando ni siquiera ha llevado a cabo los estudios que el propio Plan Estratégico le encomienda realizar, previo a evaluar dicho estado, y que son necesarios para saber si cabe una posterior asignación de agua para usos.

La aseveración hecha por el EpTI, según la cual “*se considera que el objetivo del buen estado es el adecuado para el cumplimiento de los estados de conservación óptimos de los espacios protegidos*”, es sin duda una afirmación gratuita, sin base científica, al amparo de la cual se pretende, una vez más, burlar las obligaciones que le han sido impuestas como organismo planificador, y negar prestar la atención singular y prioritaria que requieren las especies y hábitats de espacios protegidos.

Nos remitimos a la literatura científica -citada en el informe que como anexo acompaña el presente escrito-, y que de sobras conoce esta Confederación, para desmentir dicha afirmación:

Todo el corpus de conocimiento científico actual ha permitido concretar una *teoría sintética del régimen de caudales* según la cual, cada elemento y matiz del régimen hidrológico tiene una significancia ecológica, un proceso especialmente singular en ecosistemas mediterráneos (Gasith A. & Resh V.H., 1999; Datry, T. et al., 2017). El conjunto de los efectos ecológicos que despliega un régimen de caudales concreto en un tramo en particular, crea unas condiciones de habitabilidad ecológica muy concretas. Esas condiciones dibujan un escenario ecológico preciso, que es la base de la evolución y selección biológica. Permiten o impiden (seleccionan) la presencia de organismos y comunidades más o menos adaptadas a dichas condiciones.

En dichos procesos de selección espacial y ecológica de especies y comunidades, los organismos más exigentes acostumbran a ser los más vulnerables y amenazados. Dado que presentan requerimientos ecológicos más estrictos, y son más sensibles a las alteraciones de las condiciones de naturalidad química y física del hábitat, quedan a menudo relegados a tramos con mayor naturalidad (que acaban siendo protegidos como espacios naturales).

Pues bien, el “estado ecológico” de las masas de agua que esgrime la CHE como garantía suficiente para conservar las especies más sensible y amenazadas, responde a la lógica de las metodologías, métricas e indicadores que establecidas por la DMA, en su Anexo V, así como a la concreción metodológica del mismo que desarrolla el Reglamento y la Instrucción de Planificación Hidrológica. El cumplimiento del “*buen estado ecológico*”, se basa principalmente en indicadores químicos del agua (ausencia de contaminaciones severas), así como en indicadores biológicos de organismos estrictamente acuáticos.

En lo referente a dichos organismos estrictamente acuáticos, dichas metodologías se encuentran basadas en el concepto de “biointegridad” y se basan principalmente en la sensibilidad a la polución química, y solo muy parcialmente en la condiciones de habitabilidad física, y en ningún caso atienden a la presencia o ausencia de especies singulares. Dicho de otro modo, los indicadores están basados en la presencia de una “riqueza mínima” de especies en el medio fluvial. Dicha riqueza mínima es suficiente para otorgar a un tramo el “buen estado ecológico”, con independencia de que dicho tramo haya podido sufrir un cierto empobrecimiento de especies, una substitución, o incluso la pérdida de especies vulnerables o amenazadas, es decir, con independencia de que hábitats y especies protegidas puedan tener un “estado de conservación” desfavorable de ese mismo tramo. Esa es la razón por la cual las especies más vulnerables -mediante los procesos de selección biológica a los que hacíamos referencia- han quedado relegadas a muy pocos tramos, habiendo desaparecido de la mayor parte de masas de agua que sí cumplen con los indicadores de “estado ecológico” de la DMA. Y ese es el caso que, precisamente, hemos enunciado respecto al estado de conservación del cangrejo de río autóctono en el Ciurana (cuyas masas de agua cumple con el “buen estado” ecológico, pese a que su ecosistema y sus hábitats se han visto simplificados, y las especies más sensibles sufren una fuerte recesión, o incluso han desaparecido).

En sentido contrario, la Directiva Hábitats y la Directiva Aves establecen una estrategia y medidas concretas de protección basadas en la “biodiversidad” (no se basan en la “biointegridad”): dicho de otro modo, protegen la presencia en el espacio de elementos concretos de la biodiversidad (hábitats y especies). Ambas son estrategias complementarias, pero también pueden dar lugar a acciones o enfoques contradictorios, motivo por el cual la implementación de ambas directivas exige de esfuerzos adecuados de coordinación y articulación. La necesidad de dichos esfuerzos (cuya utilidad niega la CHE), son precisamente una prioridad en el marco de la *Estrategia española de Biodiversidad y Patrimonio Natural*, tal y como ya hemos señalado.

Ese es el motivo precisamente por el cual la DMA, a través de sus artículos 4.9, 6, 8, 11, y en el ámbito de la planificación hidrológica, confiere un tratamiento singular a los elementos de la biodiversidad (especies y hábitats) protegidos por la DH a través de la Red Natura 2000. Dicho tratamiento diferencial queda inequívocamente recogido en la TRLA (art. 43 y 92 bis 1.c), en el RPH (Art. 18.4,

23, 24, 35, 43.4.b, 55 y 81.b), y en la Orden ARM/2656/2008, especialmente en aquello que concierne a los caudales ecológicos (3.4.1.1. y 6.1.4).

Más diáfano es el caso de las especies y hábitats que, sin ser estrictamente acuáticos, dependen de manera más o menos directa de aguas o de las dinámicas fluviales. La definición del “estado ecológico” de las masas de agua, y las métricas e indicadores empleados, no tienen en cuenta estas comunidades y taxones, muchos de ellos riparios. En el mejor de los casos, se puede evaluar el estado de la vegetación de ribera en los indicadores hidromorfológicos, pero estos solo son empleados para diferenciar entre el “buen” y el “muy buen” estado ecológico de las masas de agua. Dado que, el EpTI, en el tema importante número 8 (Zonas Protegidas), hace una selección de las “Masas de agua afectadas por el tema importante” basada únicamente en el criterio de no poseer un “buen estado ecológico”, renuncia a considerar los hábitats y especies riparias. Para ilustrar las consecuencias de esta decisión cabe referirse a la conservación de las alisedas del río Ciurana, las cuales, como hemos citado anteriormente, se encuentran en un “estado ecológico” claramente desfavorable, con independencia de que el tramo haya sido clasificado en “buen estado” ecológico.

Pese a todo ello, el EpTI insiste que “buen estado ecológico” de masas de agua y “estado de conservación favorable” de hábitats y especies son asimilables, y reitera un incumplimiento que ha sido ya puesto de manifiesto por la Comisión Europea en su informe de evaluación del segundo ciclo de planificación hidrológica, de lo cual es plenamente consciente la CHE, pues incluso reproduce el tenor literal de la evaluación realizada por la Comisión: “**deben especificarse las necesidades cuantitativas y cualitativas de los hábitats y las especies y traducirlas en objetivos específicos para cada zona protegida**”.

Y para paliar este incumplimiento el EpTI pretende acometer sólo el estudio específico de 13 masas de aguas protegidas, de las 774 masas de agua. A lo que va a destinarse un ridículo presupuesto de 0.2 M€.

Como no podía ser de otra forma, el EpTI reconoce que las actuaciones que propone para el tercer ciclo de planificación no permitirán conseguir los objetivos medioambientales a 31 de diciembre de 2027.

Esto supone un flagrante incumplimiento de las obligaciones impuestas en el art. 4 DMA, la D.A.11ª TRLA y el art. 36 RPH, según los cuales la consecución de los objetivos medioambientales no puede superar el horizonte del 31 de diciembre de 2027. Es más, los objetivos medioambientales en las zonas protegidas deberían haberse conseguido ya en 2015, CON LO QUE EL PHE LLEVA YA AÑOS DE RETRASO E INCUMPLIMIENTO DEL MARCO LEGAL y, en todo caso, LOS OBJETIVOS CORRESPONDIENTES A LA LEGISLACIÓN ESPECÍFICA DE LAS ZONAS PROTEGIDAS NO DEBEN SER OBJETO DE PRÓRROGAS (según se desprende del punto 6.1.4 y 6.2 de la instrucción de planificación hidrológica y del contenido de la STS 387/2019, de 21 de marzo).

Como hemos acreditado en los párrafos anteriores, dicho incumplimiento ha llevado al ecosistema del río Ciurana (y concretamente a algunos de sus hábitats y especies protegidas) a una situación extrema que debe ser considerada como un escenario de **emergencia ecológica**.

Por otro lado, es patente que se ha vulnerado la normativa medioambiental en lo que se refiere a la exigencia de establecer los adecuados controles.

Particularmente, el art.49 quinquies, apartado 1, del Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (“**RDPH**”) señala que *“los organismos de cuenca vigilarán el cumplimiento de los regímenes de caudales ecológicos en las estaciones de aforo integradas en redes de control que reúnan condiciones adecuadas para este fin.”*

De la misma manera, también el punto 3.4.7 de la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre determina de forma imperativa que **deberá realizarse un seguimiento del régimen de caudales ecológicos y de su relación con los ecosistemas, con el objeto de conocer el grado de cumplimiento de los objetivos previstos e introducir eventuales modificaciones del régimen definido.**

En cambio, el EpTI no contempla destinar recursos para crear una red de controles en todas las aguas protegidas que asegure que en todas las zonas protegidas se cumplen -como mínimo- los caudales ecológicos. **Se incumple con ello de manera flagrante la normativa en materia de controles del cumplimiento de los objetivos medioambientales.**

Finalmente debe ponerse de manifiesto que las insuficientes actuaciones que propone en el EpTI para la protección del medio ambiente tampoco pueden escudarse en motivos económicos.

El presupuesto correspondiente al conjunto de la Revisión del PHE (observable en las páginas 32 y 33 del EpTI) demuestra que los recursos económicos destinados a la consecución de los objetivos ambientales -en las zonas que demandan más protecciones sólo de 1,7 M€, frente a los recursos que se prevé destinar a otros temas importantes, como la sostenibilidad del regadío al que se asignan nada menos que 972 M€. Cuando este uso del agua no tiene la naturaleza de “reserva apriorística” como sucede con la conservación del medio ambiente. **Con un presupuesto global de 1.956,25 M€ no puede justificarse el FLAGANTE INCUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA COMUNITARIA Y LA LEGISLACIÓN ESTATAL, ADUCIENDO LA FALTA DE RECURSOS ECONÓMICOS.** Téngase en cuenta que la inversión que se reserva para este tema importante, que debería ser el previo y primero a todos es sólo comparable con la inversión que se prevé para usos recreativos.

Por consiguiente, en el caso del río Ciurana, de forma absolutamente consciente, la Confederación Hidrográfica, **por omisión,** estaría dañando gravemente el medioambiente. **Lo que debe corregirse de forma inmediata previendo la realización inmediata de un estudio detallado de la interacción entre el medio acuático y la conservación de las especies y hábitats protegidos, con el objetivo de integrar indicadores complementarios lo antes posible, dentro del próximo ciclo de planificación.**

SEGUNDA.- EL EpTI NO SÓLO VULNERA LAS NORMAS DE CONSERVACIÓN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS, SINO QUE TAMBIÉN INCURRE EN UNA FLAGRANTE CONTRAVENCIÓN DE LAS NORMAS QUE RIGEN EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL DE TODAS LAS AGUAS SUPERFICIALES.

Los objetivos medioambientales no sólo se vulneran en las zonas de especial protección, sino que se vulneran para todas las masas de agua de la confederación. Así, lo único que prevé el EpTI, es la fijación de caudales ecológicos mínimos en todas las masas de agua. **Con ello se vulnera el contenido del art. 49ter RDPH y la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica, que exige que el régimen de caudales deberá incluir “al menos”, los siguientes componentes: caudales mínimos y máximos, distribución temporal de los anteriores, caudales de crecida y tasas de cambio.**

Ante tal incumplimiento las explicaciones que da la Confederación Hidrográfica el Ebro son:

- Los costes económicos.
- Que no se dispone por el momento del conocimiento técnico necesario para definir los caudales generadores, tasas de cambio y caudales máximos en las masas de agua afectadas por regulaciones; y que, por otro lado, las metodologías para la estimación de volúmenes máximos en lagos tampoco están desarrolladas.
- Que supondría un esfuerzo de investigación difícil de abordar en un plazo de 6 años.
- Que podría suponer unos costes importantes para los titulares de las concesiones para adaptarse al nuevo marco legal

Nuevamente, la falta de recursos económicos no es una justificación convincente. Todavía menos cuando la implementación de un régimen de caudales ecológicos más efectivo, conforme a lo previsto en la Orden ARM/2656/2008, incrementando los puntos de control del cumplimiento de dichos caudales y procediendo a la revisión de aquellas concesiones que resulten incompatibles con ellos tiene un coste de 28,3 M€, perfectamente integrable dentro de un presupuesto global de 1.956,25 M€.

Tampoco la falta de conocimientos técnicos o de metodologías constituye un argumento válido, y mucho menos jurídico, para excusar el cumplimiento de las obligaciones impuestas en materia de protección del medioambiente, sobre todo viniendo de una Confederación Hidrográfica experta en la materia y garante en materia de aguas.

Y mucho menos, los esfuerzos económicos que pueda suponer para los titulares de las concesiones, **que en todo caso tienen la obligación de cumplir el marco legal, por mucho que les pese.**

Cabe recordar a la CHE cuál es el marco legal en el que debe desarrollar sus funciones.

El art. 91 del RDPH señala que:

“1. La asignación de recursos establecida en los Planes Hidrológicos de cuenca determinará los caudales que se adscriben a los aprovechamientos actuales y futuros.

2. Las concesiones existentes deberán ser revisadas cuando lo exija su adecuación a las asignaciones formuladas por los Planes Hidrológicos de cuenca.”

Asimismo, el art. 59.2 TRLA dispone que “las **concesiones se otorgarán teniendo en cuenta la explotación racional conjunta de los recursos superficiales y subterráneos, sin que el título concesional garantice la disponibilidad de los caudales concedidos**”.

La preexistencia de concesiones administrativas no puede actuar, por tanto, como impedimento para llevar a cabo la asignación de recursos que el ordenamiento jurídico exige para la protección del medio ambiente en el ámbito de la planificación hidrológica.

TERCERA: A MODO DE RESUMEN

El EpTI que se ha sometido a información pública, incurre en graves incumplimientos de la legislación del agua y de la legislación sectorial medioambiental, especialmente en cuanto a la conservación de los espacios naturales protegidos. Incumplimientos que son especialmente relevantes si tenemos en consideración que la conservación de los espacios naturales que constituye, después del abastecimiento a las poblaciones, **una reserva a la que PRIORITARIAMENTE debe destinarse el agua de la cuenca hidrográfica del río Ebro.**

Así, el nuevo ciclo de planificación no aborda el estudio específico de las masas de agua de cada una de las zonas protegidas, para definir los caudales e indicadores complementarios que resulten necesarios para la protección de los valores ambientales que se han considerado dignos de protección. Y todo ello a pesar de que debería haberlo hecho ya hace 1 lustro, y que los tribunales no han aceptado la prórroga de su determinación cuando nos encontramos ante espacios naturales protegidos.

Esta actitud pone gravemente en peligro los valores ambientales los espacios integrados en la Red Natura 2000 del río Ciurana y de otros espacios que se encuentren en situaciones parecidas; y es susceptible de causar **daños irreparables al medio ambiente de los que deberán responsabilizarse los autores del Plan, si persisten en esta línea de actuación.**

Además, la Confederación Hidrográfica del Ebro es perfectamente consciente de este incumplimiento, como ha puesto de manifiesto al describir las diferentes alternativas de actuación que se planteaba para abordar este Tema Importante.

Y las razones que arguye para justificar este incumplimiento no tienen ninguna base legal ni económica, si atendemos al volumen global del presupuesto de que dispone el Plan Hidrológico.

Por todo lo expuesto,

SOLICITO, que tenga por presentadas las anteriores alegaciones y que atendiendo a su contenido:

- a) Reformule el EpTI, destinando más esfuerzos a asegurar que la planificación hidrológica coadyuva, DE FORMA EFECTIVA, a la consecución de los objetivos medio ambientales en los espacios naturales protegidos. Especialmente en aquellos espacios naturales, como los relacionados en el río Ciurana, que han sido protegidos en atención a los hábitats y especies vinculados con la vida fluvial. Para lo cual el EpTI:
 - o Debería prever la realización de estudios específicos en el río Ciurana (y los que pudieran encontrarse en una situación física comparable).
 - o Determinación de caudales mínimos y máximos, distribución temporal de los anteriores, caudales de crecida y tasas de cambio; así como todos aquellos otros indicadores complementarios que resulten necesarios para el mantenimiento de un estado óptimo de conservación de hábitats y especies.
- b) Que cuando esté acreditado un riesgo REAL de mantenimiento de los valores ambientales que han justificado la protección de un espacio natural, como sucede en el caso del río Ciurana, se proceda a la realización de los estudios específicos de forma inmediata, de tal forma que el completo régimen de caudales y los indicadores complementarios puedan incorporarse en el Plan Hidrológico a la mayor brevedad posible y, como máximo un 1 año después de su aprobación.
- c) Que se instauren los correspondientes mecanismos de control que aseguren el Estricto cumplimiento del régimen de caudales e indicadores complementarios.
- d) Que, si resulta necesario, se pongan en marcha los procedimientos de revisión de aquellas concesiones que deban adecuarse a las nuevas exigencias.

Falset, a 30 de octubre de 2020.

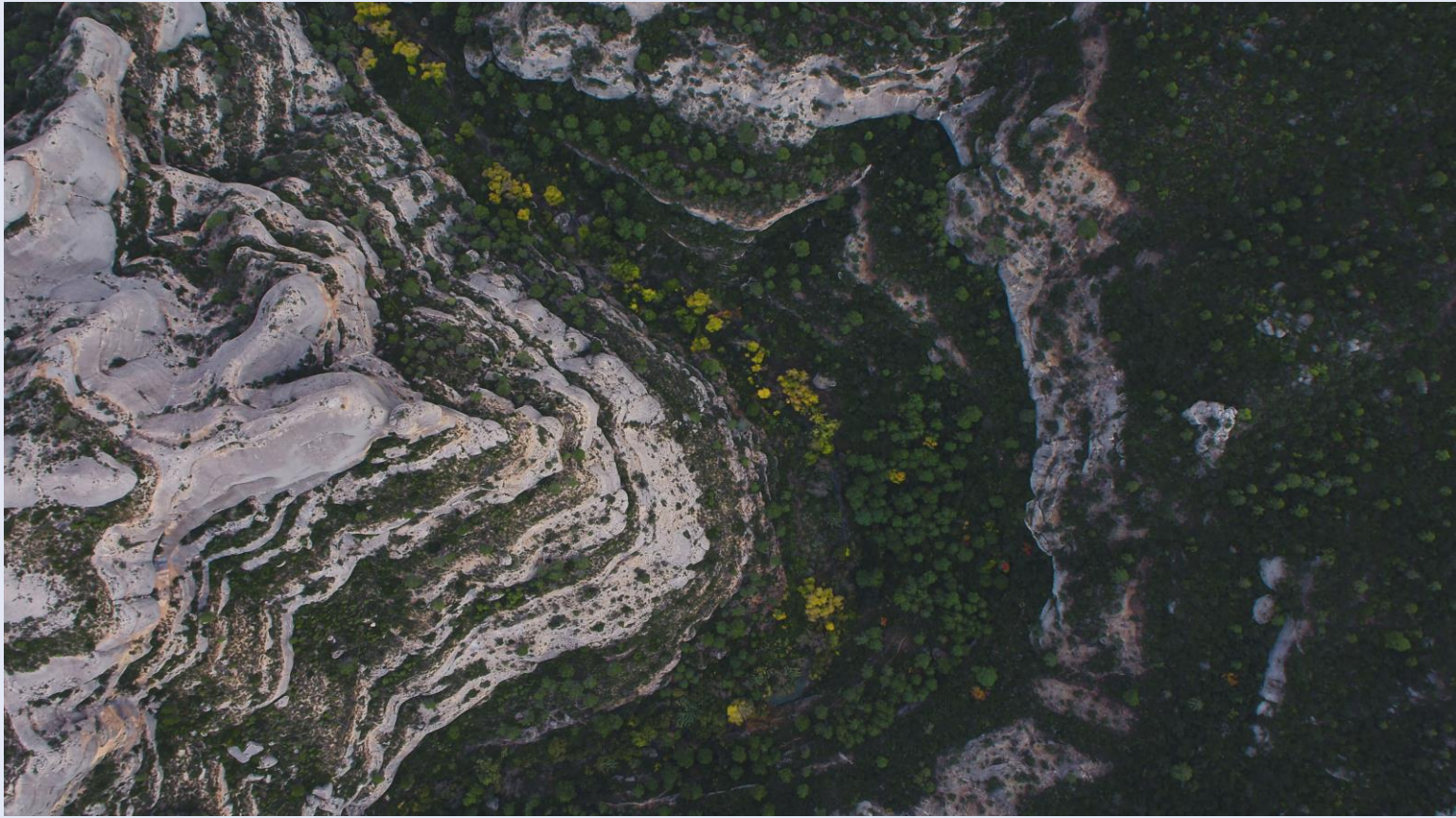
Xavier Gràcia
Juanpere -
DNI
44189292J
(AUT)

Firmado digitalmente por Xavier Gràcia Juanpere - DNI 44189292J (AUT) Fecha: 2020.10.30 14:04:29 +01'00'

Fdo. Xavier Gràcia Juanpere
Presidente del Consejo Comarcal del Priorato



MN_CONSULTORS
EN CIÈNCIES DE
LA CONSERVACIÓ



PRIMERA APROXIMACIÓN A LOS EFECTOS ECOLÓGICOS DEL TRASVASE SIURANA-RIUDECANYES SOBRE EL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO SIURANA

CONSELL COMARCAL DEL PRIORAT
MN Consultors | Tarragona | 30 de julio de 2018

Autores:

Guillermo García Pérez (Coord.)

Roger Pascual Garsaball

Jaume Solé Herce

Oda Cadiach Ricomà

Adrià Balart Casas

(MN CONSULTORS EN CIÈNCIES DE LA CONSERVACIÓ, SL)

ÍNDICE

1. ASPECTOS INTRODUCTORIOS	5
1.1 Objeto del informe.....	5
1.2 Enfoque y alcance del informe.....	5
1.2.1 Enfoque conceptual	5
1.2.2 Acotación espacial.....	6
2. EL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO SIURANA: ECOLOGÍA Y VALORES AMBIENTALES ...	7
2.1 Aproximación a su estructura y funcionamiento en condiciones naturales	7
2.2 Valores ecológicos: el ecosistema fluvial y su biodiversidad.....	27
2.3 La estrategia actual de conservación de los valores ecológicos del río Siurana	33
3. ANÁLISIS DE LA EXPLOTACIÓN HIDROLÓGICA DEL TRASVASE	44
3.1 Antecedentes y descripción del sistema de trasvase	44
3.2 Análisis de la alteración del régimen natural de caudales	49
3.2.1 Régimen de caudales entre el embalse de Siurana y el azud de derivación	49
3.2.2 Régimen de caudales aguas abajo del azud de la Venta del Pubill	53
4. EFECTOS SOBRE EL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO SIURANA	58
4.1 Introducción.....	58
4.2 Aproximación al grado de alteración ecológica del ecosistema.....	59
4.3 Análisis de las causas de alteración de la funcionalidad ecológica	64
4.3.1 Alteración de los regímenes de crecidas.....	64
4.3.2 Alteración del régimen de caudales dominantes u ordinarios.....	67
4.3.3 Alteración de los regímenes de sequías.....	69
4.3.4 Otros efectos ecológicos	70
4.4 De la afectación a los valores ambientales.....	71
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES FINALES	77

ANEJOS

Anejo 01 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anejo 02 – DOSIER FOTOGRÁFICO

1. ASPECTOS INTRODUCTORIOS

1.1 Objeto del informe

El presente informe ha sido elaborado por el Departamento de Ecología Fluvial de MN Consultores en Ciencias de la Conservación, a petición del *Consell Comarcal del Priorat*.

Su emisión se enmarca en el proceso de análisis técnico y jurídico que dicha administración ha impulsado a los efectos de dilucidar el estado legal en que se encuentran los aprovechamientos hidrológicos que actualmente se llevan a cabo desde el embalse de Siurana (Comarca del Priorat, Tarragona; cuenca hidrográfica del Ebro), así como para evaluar los efectos que sobre los valores ecológicos y recursos del territorio se derivan de dicho aprovechamiento. En concreto, hemos sido requeridos para aportar una aproximación preliminar de tipo diagnóstico que permita comprender cuáles son los efectos que la regulación y detración de caudales vinculada al sistema Siurana-Riudecanyes genera sobre el ecosistema fluvial y sobre los valores ecológicos y biológicos asociados al mismo. Dicha evaluación ha sido elaborada en los términos y con el alcance expuestos en el apartado 1.2.1.

La finalidad del presente informe es la de exponer las conclusiones a las que hemos llegado a partir de los datos existentes, y gracias al estado del conocimiento científico de que se dispone en el momento actual.

1.2 Enfoque y alcance del informe

1.2.1 Enfoque conceptual

Obtener un análisis preciso del modelo de funcionamiento que ha regido el sistema de derivación y explotación hidrológica Siurana-Riudecanyes es una tarea que entraña una cierta complejidad. Mayor dificultad posee, si cabe, el análisis de todos y cada uno de los efectos que sobre el ecosistema fluvial ha producido la existencia de los aprovechamientos consuntivos vinculados a dicho sistema y las propias estructuras que lo componen (embalses, azud, canal de derivación, estaciones de medida, etc.).

Abordar la comprensión de dichos aspectos admite el desarrollo de estudios específicos de diferente índole (hidrológicos, geomorfológicos, biológicos, etc.) los cuales pueden aportar datos concretos que permitan caracterizar y cuantificar los elementos de análisis estudiados. Sin perjuicio de lo anterior, lo cierto es que una mera aproximación analítica a los estudios y datos existentes a día de hoy resulta suficiente para obtener un diagnóstico razonado y cualitativamente acotado respecto a la naturaleza de los efectos ambientales que se derivan del sistema Siurana-Riudecanyes, e incluso nos ofrecen la posibilidad de comprender la magnitud de los mismos. Dichos datos, contextualizados e interpretados adecuadamente en el corpus de conocimiento que ofrecen a día de hoy las ciencias limnológicas, nos permiten comprender y describir los procesos ecológicos que se ven alterados y las relaciones o cadenas de causalidad que existen entre dichas alteraciones y las modificaciones hidrológicas y morfodinámicas introducidas.

De acuerdo con lo anterior, anticipamos que el presente informe debe de entenderse como una primera aproximación a la problemática ecológica que, si bien es susceptible de ser ampliado a través de estudios específicos (como por ejemplo el desarrollo de modelos matemáticos que cuantifiquen el grado de alteración de las diferentes facetas del régimen hidrológico que poseen trascendencia ambiental), ofrece ya un marco diagnóstico lógico y razonado basado en datos y evidencias suficientemente sólidas.

En otro orden de cosas, subrayamos también, como una cuestión previa que debe de ser tomada en cuenta, que el informe aborda y se centra de manera prioritaria en el análisis de cuál es la alteración del régimen hidrológico natural que generan las detracciones consuntivas que se efectúan desde el pantano de Siurana por parte de la Comunidad de regantes de Riudecanyes, así como de los efectos que sobre el ecosistema tienen dichas alteraciones de caudal. Ahora bien, sin dejar de centrar el análisis en dicha cuestión, introducimos también las reflexiones diagnósticas oportunas referidas a los efectos del funcionamiento del sistema Siurana-Riudecanyes en su conjunto, es decir, considerando también las estructuras (y su efecto ecológico) que se encuentran inexorablemente vinculadas, tanto desde el punto de vista legal como funcional, a la detracción y uso del agua. La gestión de los recursos hídricos que se lleva a cabo es inviable sin dichas estructuras de almacenamiento y transporte, del mismo modo que la existencia de dichos elementos responde y posee sentido únicamente bajo la lógica del trasvase de caudales existe. Es pues evidente, bajo nuestro criterio, que si bien deben de ser analizados separadamente los efectos que generan las estructuras por una lado, y las detracciones por otro, no puede obviarse el efecto ambiental acumulado y sinérgico que se deriva de la lógica y el funcionamiento del sistema en su conjunto, cuestión que es también abordada oportunamente.

1.2.2 Acotación espacial

Los recursos hídricos que son derivados hacia la cuenca hidrográfica de Riudecanyes, así como la realidad física y el funcionamiento de toda la estructura asociada a dicho aprovechamiento, despliegan fuertes efectos ambientales, principalmente sobre el río Siurana. Si bien de una naturaleza y con una magnitud muy diferente, también tienen consecuencias hidrológicas, morfodinámicas y ecológicas sobre los cursos tributarios de dicho eje fluvial, así como sobre el río Ebro. No obstante, dichos efectos poseen una trascendencia cuantitativamente de un rango mucho menor. Por otro lado, también inducen cambios hidrológicos y morfodinámicos sobre la riera de Riudecanyes y su cuenca, y por consiguiente sobre sus ecosistemas.

Pese a todo ello, de acuerdo con el encargo recibido, **el presente informe se centra y acota sus análisis al eje principal del río Siurana y a los ecosistemas vinculados al mismo**. Se procede en él, por lo tanto, a evaluar la incidencia ecológica de la derivación del sistema Siurana-Riudecanyes sobre el ecosistema fluvial del eje principal del río Siurana, y sobre los valores ambientales que de él dependen.

2. EL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO SIURANA: ECOLOGÍA Y VALORES AMBIENTALES

2.1 Aproximación a su estructura y funcionamiento en condiciones naturales

El presente informe se centra en valorar la alteración del régimen natural de caudales a cargo del trasvase Siurana-Riudecanyes.

Gracias al intenso desarrollo que han experimentado en los últimos decenios la limnología y la ecología fluvial, sabemos -y es algo ampliamente aceptado- que el régimen de caudales de un río constituye el elemento vertebrador de todos sus procesos y funciones y de la estructura del ecosistema fluvial que constituye. Del régimen de caudales depende la génesis y el mantenimiento de las formas fluviales y características físicas de sus lechos y riberas, la creación y renovación del complejo mosaico de hábitats que caracteriza a estos ecosistemas, y la modelación en el espacio y en el tiempo de sus condiciones ecológicas, las cuales gobiernan en último término la evolución de las ricas biocenosis fluviales (Poff et al. 1997; Naiman et al., 2002; Arthington, 2002; Nilsson y Svedmark, 2002; Poff, & Zimmerman, 2010)

El régimen natural de caudales es altamente complejo, y sus interacciones con el ecosistema fluvial han de ser evaluadas y contextualizadas a diferentes escalas espaciales y temporales (Bunn y Arthington, 2002). En todo caso, sabemos que el régimen hidrológico superficial es una expresión de diversos factores y procesos, y de las interacciones y sinergias entre estos. Entre aquellos factores que poseen un mayor peso se encuentran algunos parámetros climáticos, la geología de la cuenca, el relieve y ciertas variables morfométricas de esta, y las cubiertas del suelo (Schumm, S., 1977; Baker et al., 2004). De la interacción de todos ellos resulta un régimen de caudales cuyas características modelan el funcionamiento ecológico y la evolución biológica del ecosistema fluvial, un proceso especialmente singular en ecosistemas mediterráneos (Gasith A. & Resh V.H., 1999; Datry, T. et al., 2017).

En el presente capítulo aportamos una descripción breve a las características geográficas y ecológicas de la cuenca hidrográfica del Siurana y del ecosistema fluvial asociado al eje principal del río homónimo. Lo hacemos refiriéndolos principalmente a la trascendencia que poseen cada uno de los elementos analizados sobre el régimen de caudales y, a través de él, sobre el ecosistema resultante. Se trata por lo tanto de una aproximación breve a la estructura y funcionamiento del río Siurana en condiciones naturales, y pretende aportar una argumentación razonada respecto a cuales son los principales valores ambientales a los que ha dado lugar dicho funcionamiento natural a lo largo de los últimos siglos de evolución ecológica.

A. *Contexto climático y biogeográfico*

El río Siurana es uno de los afluentes más importantes del tramo bajo del Ebro por su margen izquierda. Se inscribe en un contexto biogeográfico claramente mediterráneo,

condición que se ve fuertemente subrayada tanto por el marco climático regional como por las condiciones orográficas locales.

Desde el punto de vista climático, **la cuenca se muestra nítidamente mediterránea**, con un período estival sometido a una fuerte sequía. A pesar de ello, **los parámetros climáticos muestran una gran variabilidad** en función de la altitud y de la distancia al mar. La temperatura media (valores del periodo 1961-1990) oscila entre los 10°C en las zonas más elevadas y los 16°C en la desembocadura del Siurana al Ebro. Por otra parte, la precipitación media anual para el mismo período, de unos 700 mm en las cordilleras orientales que separan la cuenca de la depresión litoral, disminuyen hasta valores próximos a los 400 mm en la franja occidental. El **gradiente de precipitación este-oeste**, va acompañado asimismo por un **acusado gradiente de continentalidad** reflejado en un rango de la amplitud térmica anual (diferencia entre las temperaturas medias de julio y enero) desde los 13°C en la franja oriental hasta los 20°C en las zonas deprimidas del oeste de la cuenca. El régimen termopluiométrico determina, invariablemente, un **importante déficit hídrico concentrado en los meses de junio, julio y agosto**, con valores anuales alrededor de los 500 mm, que disminuye en las zonas elevadas, sobretudo en la cordillera Prelitoral, debido a la disminución de la temperatura estival y a la presencia frecuente de nieblas originadas por las brisas marinas. Los valores medios no explican sin embargo la **fuerte variabilidad interanual**, característica también del clima mediterráneo (particularmente en las precipitaciones), como refleja la figura 01.

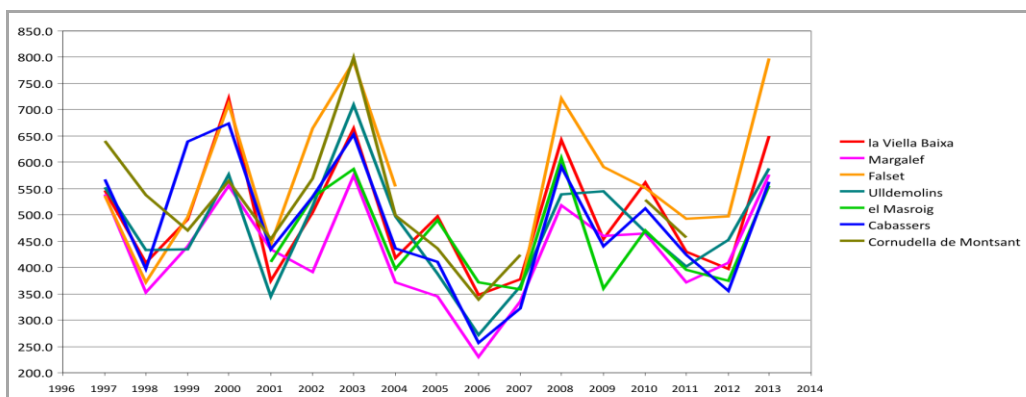


Fig. 01. Precipitación anual período 1997-2014. Elaboración propia a partir de datos del Servei Meteorològic de Catalunya (www.meteo.cat) y del Instituto Meteorológico Nacional (www.aemet.es).

En definitiva, la cuenca se ve sometida a un régimen mediterráneo cuya pluviometría es altamente oscilante a lo largo del año, y entre diferentes años. Las lluvias son además súbitas e impredecibles: su distribución a lo largo del tiempo, pese a estar sometida a una clara estacionalidad, es altamente variable, y no es raro que la precipitación se concentre con intensidad en breves periodos temporales, lo que comporta cambios repentinos en las condiciones hidrológicas. Las condiciones térmicas poseen igualmente ciclos anuales.

Como resultado, el escenario hidrológico de la cuenca es altamente heterogéneo en el espacio y en el tiempo, y somete al ecosistema a condiciones extremas de fuertes crecidas, sequías incisivas y persistentes, y periodos intermedios de una homogeneidad tan

impredecible como frágil, dado que los escenarios ambientales (condiciones ecológicas del medio) pueden cambiar radicalmente, hasta el punto de verse invertidos en tan solo pocas horas.

Dado que la presencia del agua es el principal limitante para el desarrollo de la vida, es fácil comprender que, de acuerdo con el funcionamiento climático fuertemente estacional y a su vez impredecible que hemos esbozado, el ecosistema mediterráneo posee unas dinámicas ecológicas y biológicas únicas que le confieren su propia lógica funcional: En climas templados, el agua se entrega sin limitaciones en el espacio y en el tiempo, permitiendo que la vida medre sin aparentes restricciones, mientras que en ecosistemas áridos el agua es escasa persistentemente, lo que hace que la vida sea igualmente exigua en todo momento. Por el contrario, en el ecosistema mediterráneo el agua se entrega en una abundancia inusitada en determinados periodos, impulsando el desarrollo de la vida biológica y ofreciendo una oportunidad para el desarrollo de ricas biocenosis; sin embargo, en una subsiguiente fase climática y ecológica, las condiciones de aridez ponen a prueba a esas mismas biocenosis, que se encuentran sometidas súbitamente a duras condiciones ambientales. Esa extraña contradicción del ecosistema mediterráneo, es lo que le confiere su propia lógica funcional, es decir, unas dinámicas y procesos ecológicos y biológicos singulares que en último término modelan la evolución de sus hábitats, sus especies y sus paisajes. Esta relación entre clima y comunidades biológicas es especialmente estrecha en los ecosistemas fluviales, en los que la habitabilidad física y ecológica no solamente está condicionada por el escenario climático y el comportamiento hidrológico de las aguas superficiales y subsuperficiales, sino que de hecho son la expresión paisajística y biológica de dicho clima (Avital G. & Vincent H. R., 1999). El funcionamiento de los ecosistemas y las especies presentes es el resultado de una larga evolución y de adaptación al clima mediterráneo (Datry, T. et al., 2017).

En definitiva, **el entorno se ve sometido a ciclos con una fuerte heterogeneidad e impredecibilidad, y a cambios impetuosos, tanto hidrológicos como térmicos. Es la dinámica característicamente mediterránea (Thornes, J.B., 1999), la cual impone una condiciones ambientales cíclicas pero extremas que constituyen una presión evolutiva que acaba definiendo las reglas del juego del ecosistema y moldeando las comunidades biológicas.** Los cambios en las condiciones climáticas y la existencia de un periodo de sequía, son dos de los principales rasgos que hacen del ecosistema mediterráneo un medio ecológico singular y único. Como veremos, **dicha singularidad se encuentra en gran parte relacionada con el complejo y diversificado mosaico espacio temporal de hábitats que dichas condiciones crean incesantemente sobre los lechos fluviales, y que genera la existencia de ricas comunidades biológicas propias de estos ambientes y altamente adaptadas a ellos** (Datry, T. et al., 2017).

Dado que el presente informe aborda las relaciones entre la alteración del régimen hidrológico y las consecuencias de dicha alteración sobre el ecosistema, hemos considerado de la máxima conveniencia introducir y subrayar de antemano la estrecha relación funcional

que, desde el punto de vista ecológico, existe entre el régimen hidrológico y el funcionamiento y estructura del ecosistema fluvial mediterráneo.

B. Marco geológico

A pesar de sus reducidas dimensiones, la cuenca del Siurana exhibe una diversidad geológica y litológica notable (Fig. 02). Las formaciones más antiguas (410 a 290 Ma) corresponden al basamento paleozoico (períodos Devónico y Carbonífero), que aflora en la zona central y baja de la cuenca, donde predominan rocas sedimentarias impermeables, como areniscas, pizarras, filitas y liditas. Estos materiales, afectados por el ciclo orogénico hercínico, forman en la actualidad un relieve muy erosionado e irregular, en el que los canales de escorrentía de cabecera han excavado valles rectilíneos de fuerte pendiente que alimentan los cursos hídricos principales. Estos últimos serpentean adaptándose a la sucesión de colinas. Hay que mencionar del final de este período (transición Carbonífero-Pérmico, 290 a 250 Ma), el afloramiento de los restos erosionados de un gran batolito formado por materiales granitoides que configuran la zona llana más extensa de la cuenca (20 km²). Además, la fuerte presión del batolito sobre las pizarras y areniscas circundantes, originó por una parte la transformación de estos materiales a pizarras moteadas y corneanas y, por otra, generó fracturas por donde circularon fluidos termales que formaron nuevas mineralizaciones metálicas. Las más de 120 especies minerales conocidas fueron explotadas en las minas de Bellmunt del Priorat y del Molar desde la época prerromana hasta la segunda mitad del s. XX.

Todos estos estratos, aunque tan solo afloran en determinados sectores de la cuenca del Siurana, conforman una base litológica que subyace en toda ella, operando como un manto impermeable que favorece la conducción de las aguas precipitadas en toda la cuenca hacia la superficie, donde se incorporan rápidamente a la red hidrológica de drenaje. En ese sentido, el carácter impermeable de estos estratos favorece que la mayor parte del agua precipitada aflore superficialmente, dominando la circulación fluvial frente a la subterránea. Dicho de otro modo, la geología de la cuenca propicia que sus cursos fluviales sean ricos en recursos hídricos en relación a las precipitaciones recibidas. Sin embargo, en contraposición, el hecho de que posea un basamento impermeable, combinado con su reducida superficie y su morfología de tipo radial (posee importantes tributarios), hace que posea una respuesta hidrológica súbita y breve en el tiempo, lo que transmite el carácter mediterráneo del clima al comportamiento hidrológico de la red hidrográfica. **En conclusión, el régimen de precipitaciones (impredecible, súbito, breve e intenso) se ve transmitido en un comportamiento hidrológico igualmente repentino, energético y episódico. Ese carácter impone un funcionamiento singular con innumerables connotaciones ecológicas**, como una fuerte inestabilidad de los hábitats geomorfológicos que configuran los lechos (frente al recurrente e intenso poder transformador de los caudales), que se ven desestructurados y modificados recurrentemente, o una variabilidad elevada y cíclica de la habitabilidad hidromorfológica (características físicas) y química de las masas de agua fluyentes. Esas peculiaridades de las dinámicas hidrológicas gobiernan en

definitiva la ecología del ecosistema fluvial y la de todos los hábitats acuáticos asociados a este.

Por otro lado, el basamento de las cadenas montañosas que rodean la cuenca y que ha sido descrito en los párrafos anteriores, posee en algunos sectores una cobertera mesozoica con representación de los períodos Triásico, Jurásico y Cretácico (250 a 65 Ma), en la que predominan los materiales carbonáticos (calcáreas y dolomías), solubles al agua y permeables a gran escala. Entre ellos se intercalan estratos de menor potencia con materiales silíceos, algunos de los cuales tienen una gran importancia paisajística, como los roquedos rojizos con caprichosas formas de erosión alveolar atribuidos a la facies Buntsandstein. Sin embargo, los relieves de la franja septentrional de la cuenca (Montsant y Serra de la Llena) corresponden una masa ingente de conglomerados calcáreos que constituyen los restos de una gran aluvión fluvial depositado durante el Cenozoico (períodos Eoceno y Oligoceno, 56 a 23 Ma). Estos materiales periféricos generan un relieve de tipo tabular, con la alternancia de riscos verticales, correspondientes a los estratos más duros (calcáreas, dolomías, conglomerados), separados por zonas de relieve más suave donde predominan rocas de menor coherencia (margas, lutitas, arcillas...). En definitiva, el carácter soluble de los carbonatos, favorece una cierta infiltración y circulación subterránea de las aguas precipitadas, las cuales acaban conformando grandes depósitos subterráneos en los que se acumulan importantes masas de agua. Parte de ese agua posee un tiempo de transición subterráneo dilatado, y acaba fluyendo a la superficie de modo paulatino a través de fuentes y surgencias. Por lo tanto, parte del agua precipitada sí que resigue caminos subterráneos indirectos. Significa eso, que si bien una gran parte de las lluvias son conducidas rápida y enérgicamente hacia los colectores fluviales superficiales (red hidrológica) generando un comportamiento hidrológico de contundentes consecuencias físicas, también una proporción de dichas aguas precipitadas se infiltran y resiguen rutas indirectas, aflorando y circulando por los cauces tiempo después, lo que constituye un fenómeno de tamponamiento de la respuesta hidrológica con importantes consecuencias ecológicas, dado que el caudal de algunos tramos de ríos y torrentes llega a mantenerse (aunque escaso) incluso en las épocas de mayor déficit hídrico (estío).

Los materiales litológicos que afloran configurando el relieve de la cuenca se ven transformados a través de diferentes procesos de meteorización y de erosión. El avance de dichos procesos da lugar a materiales cuyo tamaño los hace susceptibles de ser movilizados y transportados, mediante procesos y movimientos de ladera en primer lugar, y a través de las dinámicas fluviales cuando alcanzan la línea de base de cada pequeña cuenca. La mayor parte de estos son transportados a lo largo de la red hidrológica aguas abajo, mientras que unos pocos quedan fosilizados en los fondos de valle constituyendo pequeños anejos o depósitos aluviales, todos ellos recientes desde el punto de vista geológico.

Esos materiales más modernos conforman pues exiguas lenguas sedimentarias que fluyen por el fondo de valle dejando localmente depósitos laterales a modo de terrazas fluviales, todas ellas atribuibles al cuaternario (3 Ma a la actualidad). Debido al relieve accidentado, en la cuenca del Siurana **las zonas sedimentarias** de origen fluvial son escasas y de modesta

extensión y, en muchos de los tramos de sus cursos fluviales, virtualmente inexistentes. Sin embargo, **tienen una gran importancia ecológica y paisajística al ser los sustratos donde se desarrollan los bosques riparios, los ecosistemas más ricos y productivos desde el punto de vista biológico del territorio. Esos depósitos son el sustrato sobre el cual se edifica el ecosistema fluvial. Son la única oportunidad para su existencia.**

C. *Relieve de la cuenca hidrográfica y morfometría fluvial*

La cuenca del río Siurana tiene una superficie de aproximadamente 615 km². Como ya hemos anticipado, la reducida superficie de la cuenca propicia que las precipitaciones tengan una rápida expresión en los caudales líquidos superficiales. El tiempo de concentración de la escorrentía superficial en el eje principal del río Siurana es por lo tanto breve.

Las cuencas tributarias más importantes son, por su margen derecha, los barrancos de l'Argentera, de les Obagues, de la Morera, el río Montsant, el barranco del Bartolí, y el de les Deveies; por su margen izquierda, los ríos de Arbolí y Cortiella, y los barrancos de la Vila, de Marmellans y de l'Ull de l'Asmà (fig. 02 y tabla 01). Cada uno de estos tributarios influye las dinámicas ecológicas del río Siurana en mayor o menor grado (a través de la aportación de caudales líquidos y sólidos) en función (entre otros factores) de la relación entre la superficie de la cuenca drenada por el tributario y la acumulada aguas arriba del eje principal del Siurana en el punto de confluencia (véase segunda columna de datos en la tabla 1), es decir, en relación del peso específico de la aportación. Este aspecto es de la máxima trascendencia, como veremos más adelante, para evaluar el impacto del trasvase Siurana-Riudecanyes sobre el ecosistema fluvial. Por otro lado, cabe destacar en relación a este aspecto, que la morfología de tipo radial de la cuenca del Siurana (un eje principal de entidad similar a la de los tributarios) también induce -ante episodios de fuerte precipitación- respuestas hidrológicas en el eje principal (en este caso el río Siurana) más breves, repentinas e intensas.

El punto más elevado de la cuenca es el Tossal de la Baltasana, en las Montañas de Prades (1201 m), en la cabecera del río Montsant, mientras que el más bajo, en la desembocadura al Ebro, se sitúa a 22 m de altitud. A pesar de poseer unas cotas altitudinales modestas, el relieve es irregular y abrupto, de tal modo que las vertientes que drenan sus aguas al Siurana poseen una pendiente media elevada (32 %), llegando en algunas subcuencas a ser superior al 40 % de media (Morera, Cortiella, Sardana, Montsant) y hasta de más del 47 % (Cortiella). Estas pendientes medias tan pronunciadas, mantienen superficies más inestables y erosionables, formaciones vegetales menos desarrolladas y, por ende, un comportamiento hidrológico muy concentrado en superficie (las precipitación se infiltra en el terreno en menor proporción); por otro lado, facilitan que la respuesta hidrológica sea más rápida, intensa y enérgica, asociada a una mayor capacidad de erosión, movilización y transporte de sedimentos. Estamos en definitiva ante una cuenca en la que los relieves determinan que, al menos en condiciones naturales, que el ecosistema fluvial debiera poseer un comportamiento hidrológico y morfodinámico intenso, concentrado en el tiempo, y rico en caudales sólidos. Propician de igual modo que el proceso de confluencia y

concentración progresiva de caudales a través de la red fluvial tras un episodio de lluvias sea rápido, activando rápidamente las dinámicas fluviales correspondientes.

Una vez los caudales líquidos y sólidos (sedimentos) alcanzan los ejes fluviales principales, las características de la respuesta hidrológica (velocidades, calados, potencia hidráulica, etc.) y el comportamiento de los sedimentos varía en función de diversos parámetros morfométricos, entre los cuales destaca la pendiente longitudinal de dichos colectores o ejes fluviales principales (Kondolf, G.M. y Piégay, H., 2003). Dicha pendiente influye la potencia hidráulica, y a través de ella la capacidad de transporte de sedimentos del curso en cuestión. La cabecera del Siurana posee una pendiente fluvial elevada (3,6%), así como también la tienen algunos de sus principales tributarios (Cortiella, 3,4%). Otros muestran pendientes algo menores, pero igualmente relevantes (Montsant, Ull de l'Asma). (Véase tabla 01). **Por lo tanto, dichos cauces poseen una capacidad de transporte elevada, lo que se ve reflejado en la granulometría de sus sedimentos** (imagen 2 del anejo fotográfico). Las características de los sedimentos que recibe el río Siurana desde sus cabeceras y tributarios influyen las características físicas y ecológicas de sus lechos. Por lo tanto, el cauce del río Siurana, en condiciones naturales, debería poseer importantes proporciones de sedimentos de clases granulométricas elevadas y, específicamente, ser rico en gravas y arenas. Este hecho puede constatarse a día de hoy mediante el estudio de las terrazas fluviales (puntos en que son erosionadas) (véase imagen 3, anejo fotográfico), pero también ofrecen una prueba irrefutable los vuelos del 1946 y 1956. El escenario del ecosistema fluvial que muestran dichas imágenes aéreas se corresponde con el de una época en que la cuenca se hallaba fuertemente deforestada y en la que, por lo tanto, el río era más activo desde el punto de vista morfodinámico (y por lo tanto su funcionamiento ecológico no era el natural); pese a ello, son un indicio revelador de la potencialidad de los procesos hidrológicos y morfodinámicos de la cuenca, así como de la capacidad de transporte y la naturaleza sedimentológica que debería de dominar los lechos de cada tramo del río Siurana (véase imagen del anejo fotográfico, en la que queda reflejada la naturaleza de sus lechos, en el año 1956, a su paso por la localidad de Poboleda).

Los lechos de gravas son un elemento característico en el paisaje fluvial mediterráneo de los tramos medios con pendientes similares a las del Siurana, donde ofrecen el mejor sustrato físico para el desarrollo de comunidades biológicas de todo tipo (invertebrados acuáticos bentónicos, peces, mamíferos acuáticos, etc). Por otro lado, los lechos de gravas potencian la estacionalidad de los caudales superficiales (dado que favorecen el flujo hiporreico), mientras que la diversidad topográfica que generan sus formas (barras de sedimentos, pozas, etc.) generan un rico mosaico de hábitats fluviales superficiales tanto acuáticos como terrestres (imagen 4, Anejo fotográfico). La ecología de ese mosaico ecosistémico generado por los lechos de gravas, impone unas condiciones de habitabilidad muy concretas y que además varían incesantemente en el espacio y en el tiempo. Los rápidos cambios ecológicos que varían el rico mosaico ambiental de los lechos constituyen una de las presiones que con más fuerza impulsan la evolución biológica del ecosistema fluvial mediterráneo y que explican, en gran parte, las singularidades de las comunidades y especies biológicas presentes en él (Takeshi, M. y Arakaki, S., 2012; Datry, T. et al., 2017).

	Morfometría							Cubiertas suelo
	Sup. (ha)	% resp Sup. Acum.	Pend. media (%)	Alt. Mín. (msnm)	Alt. Máx. (msnm)	Long. eje ppal (m)	Pendiente eje fluvial	% Sup forestal
Cabecera hasta presa Siurana [S1]	6.087		36,08	470,04	1019,73	15.435	3,56%	92,02%
Obagues/Arbolí [S2a]	2.766	31,2%	36,10	385,19	470,04	3.190	2,66%	78,48%
Morera y otros [S2b]	5.530	38,4%	41,70	175,97	385,19	20.954	1,00%	77,91%
Cortiella	4.330	23,1%	47,14	175,97	745,35	16.877	3,37%	76,46%
Sardana [S3]	1.983	9,6%	42,52	93,88	175,97	7.827	1,05%	73,64%
Montsant	21.375	50,8%	42,09	93,88	1141,00	71.252	1,47%	79,69%
Cabecera-Presa Margalef [M1]	9.572		40,76	432,61	1141,43	37.242	1,90%	83,43%
Presa Margalef- presa V. baixa [M2]	6.681		42,89	214,88	432,61	22.406	0,97%	76,63%
Presa V. Baixa-Confluencia [M3]	5.121		42,62	93,88	214,88	11.605	1,04%	79,01%
Bartolí [S4]	7.757	15,6%	23,85	33,49	93,88	8.518	0,71%	50,91%
Deveies/Vila/Marmellans [S5]	1.054	2,1%	20,19	20,62	33,49	2.960	0,43%	52,08%
Ull de L'asma (Capçanes)	10.583	17,2%	33,68	33,49	700,03	28.973	2,30%	74,39%
Cabecera-Presa dels Guiamets [CA1]	7.178		37,45	173,46	700,03	20.207	2,61%	84,69%
Presa Guiamets-desembocadura [CA2]	3.406		29,91	33,49	173,46	8.766	1,60%	64,08%
SIURANA	61.464		32,33	20,62	1201,00	58.885	2,00%	76,08%
Cuenca regulada (Siurana/Marg./Guiam.)	29.518		39,29				2,26%	84,19%
Cuenca no regulada	31.947		35,50				1,48%	69,07%

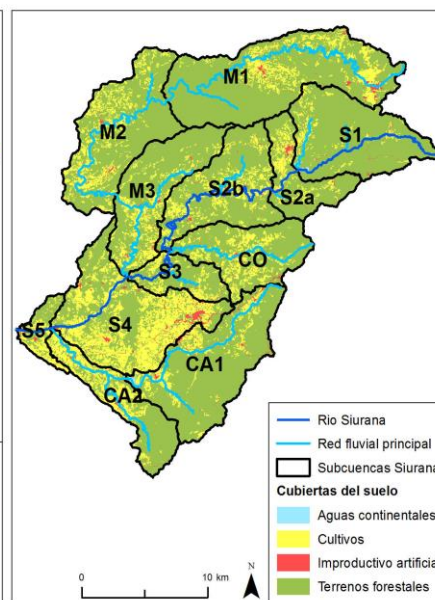
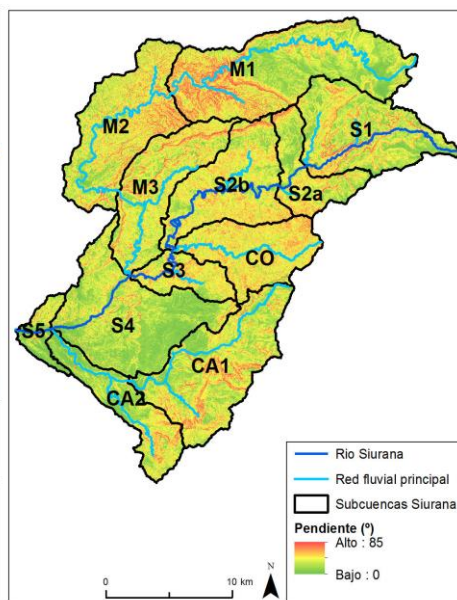
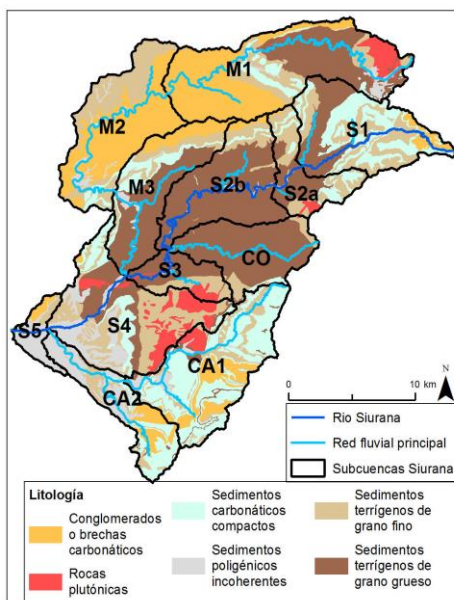


Tabla 01 y Figura 02. Valores de los principales parámetros morfométricos del río Siurana en diversos puntos de su eje fluvial, ordenados en el sentido descendente de las aguas en función de la cuenca acumulada. Para cada punto se reporta la superficie de la subcuenca, el porcentaje que representa respecto al total de la cuenca acumulada (incluyendo su aportación), la pendiente media de sus vertientes drenantes, la altitud máxima y mínima (desembocadura), la longitud de su eje fluvial principal, y la pendiente de su tálveg fluvial. También se aporta la superficie de la cuenca que mantienen superficies forestales (por contraposición a las superficies desnudas, cultivadas u ocupadas por infraestructuras).

Por su parte, el perfil fluvial del eje principal del río Siurana exhibe una evolución longitudinal coherente con aquello que sería esperable, dado que se va atenuando desde su cabecera hasta su desembocadura: 3,6% > 2,7% > 1,0% > 1,1% > 0,7% > 0,4%.

La pendiente del eje principal, tal y como sucedía en los tributarios, determina su capacidad de transporte en cada tramo. Y esa capacidad, como hemos visto, influencia la granulometría de sus lechos (de mayor granulometría en los tramos altos, y menor en los bajos). En todo caso, de acuerdo con las características morfométricas que hemos descrito para las subcuencas aferentes y con la propia pendiente del río Siurana, sabemos sin margen de error que sus lechos deberían de ser ricos en gravas y arenas (independientemente de que su anchura debiera ser en condiciones naturales menor al que existía en los fotografías aéreas de mediados del siglo XX).

Pero además, el perfil longitudinal del Siurana ha condicionado históricamente la tendencia del río a transportar y evacuar el sedimento recibido a través de sus cabeceras, tributarios y vertientes laterales, o bien a depositarlo originando terrazas y otros anejos fluviales. Esa capacidad es diferente para cada subtramo, y ha sido además variable en el tiempo. Los factores que gobiernan y regulan el comportamiento sedimentario del río, más acrecional o deposicional (tendente a sedimentar y generar terrazas), o bien con mayor capacidad de transporte, son de diferente índole (pequeños cambios climáticos, nivel topográfico de la desembocadura, evolución de los contactos litológicos que influyen el eje longitudinal del río, o las variaciones en las cubiertas del suelo). A efectos de simplificar los complejos procesos y cambios que regulan la capacidad de transporte del río, diremos tan solo que todos los factores citados hacen que (1) los depósitos fluviales de fondo de valle sean mayores o menores en cada tramo del río Siurana, (2) y que el lecho del río tienda a encajonarse y a excavar su cajón fluvial en el seno de sus propios sedimentos (incisión fluvial), o bien que tienda a depositar sus acarreos (sedimento) acreciendo y fluyendo en superficie sobre los sedimentos más antiguos. Ambos aspectos son de la mayor trascendencia para comprender las características estructurales y la ecología natural del río Siurana.

Lo que resulta relevante destacar, es que las pendientes del río Siurana -junto con otros factores que obviaremos-, han hecho que su capacidad de transporte sea elevada, y que por lo tanto los depósitos fluviales de fondo de valle sean limitados. No obstante, dichos depósitos, a modo de lechos, terrazas y otros acúmulos fluviales, dibujan una lengua continua de sedimentos a lo largo del río Siurana que es apreciable desde su cabecera hasta su desembocadura. Su potencia en planta (anchura) es variable, tendiendo a ser mayor aguas abajo, en las confluencias con los tributarios, y en determinados tramos (en razón de la orografía). Cabe recordar que **dichos depósitos, gracias a su permeabilidad, constituyen la base física sobre la que se edifica el ecosistema fluvial**. Los aluviones fluviales de fondo de valle dibujan a grandes rasgos el ámbito espacial que potencialmente puede poseer el ecosistema fluvial del río Siurana. Aportan una base estructural que es permeable a la influencia hídrica de las aguas fluyentes (transmisividad lateral), pero ofrecen también acúmulos de materiales finos decantados durante los procesos de desbordamiento. Todo

ello es lo que posibilita el desarrollo de los bosques riparios. Sobre estos depósitos divagan además los lechos activos que sostienen las ricas comunidades acuáticas y semiacuáticas, y ofrecen un diversificado elenco de biotopos generados gracias a las características de dichos sedimentos y a las dinámicas fluviales que los influyen, como guijarrales y barras de sedimentos, playas de diferente granulometría, taludes y escarpes, etc.

Las características granulométricas y la potencia y morfología de los depósitos fluviales del Siurana otorgan a este una potencialidad destacable para mantener bosques de ribera estructuralmente muy considerables y continuos a lo largo de todo su eje.

Las pendientes del río Siurana, y la relación topográfica de este con el río Ebro, han hecho que la mayor parte de los sedimentos fluviales cuaternarios se encuentren potencialmente (en régimen natural) al alcance de la acción hidráulica superficial del río Siurana. Las observaciones en campo nos permiten saber que, a lo largo de los últimos siglos, la mayor parte de los sedimentos fluviales de fondo de valle se han encontrado sometidos a las dinámicas hidrológicas subsuperficiales, y a la acción hidráulica y morfodinámica superficial. Dichas dinámicas (que emanan del régimen de caudales de crecida característicos del río Siurana) son la fuerza creadora y renovadora de las formas fluviales sobre las que se sustenta el ecosistema fluvial y toda su biodiversidad. Su acción despliega innumerables efectos que modelan en el espacio y en el tiempo el mosaico de hábitats que estructura el ecosistema fluvial, y condicionan la ecología de cada uno de estos.

Todos los datos morfométricos, tanto de los cursos tributarios como del eje del río Siurana, y tanto los referidos a las cuencas drenantes como los de los ejes fluviales y de sus depósitos, nos permiten afirmar que los procesos fluviales (la incisión o acreción de lechos, la movilidad lateral del cauce, o los procesos de desbordamiento lateral), han tenido lugar y han influenciado durante los últimos siglos los depósitos fluviales que son susceptibles de desarrollar ecosistemas fluviales. Por consiguiente en ellos se ha podido desarrollar dicho ecosistema sin limitación alguna (al menos potencialmente) hasta la segunda mitad del siglo XX, momento en que entran en funcionamiento los diversos embalses que regulan la cuenca y el régimen hidrológico y sedimentológico se ve cercenado.

D. Usos del suelo y vegetación

Las cubiertas del suelo es otro de los factores que influyen significativamente las dinámicas fluviales, dado que afectan el comportamiento superficial del agua precipitada: la vegetación forestal atenúa la acción meteórica del agua, favorece la infiltración y reduce la erosión superficial, de tal modo que la respuesta hidrológica es menor y los caudales sólidos se ven reducidos.

En Europa, las fluctuaciones climáticas iniciadas con la irrupción de la Pequeña Edad del Hielo (Lamb, 1995; Man 2002) se vieron acompañadas de una desestabilización generalizada de las vertientes, fruto de las perturbaciones en las cubiertas del suelo derivadas de un extensivo pero intenso modelo de aprovechamiento silvícola y agropastoral (Thornes, J.B., 1999). Todo ello marcó un periodo, entre el s. XVI y la segunda mitad del s. XIX, en el que

tuvo lugar una fuerte inyección de sedimentos en los sistemas fluviales, con la consecuente acreción y reactivación del dinamismo de sus lechos, lo que afectó intensamente a cursos de montaña como el Siurana. Dicho proceso se encuentra bien documentado tanto a escala global (Goudie, A., 1986), como en los sistemas fluviales que drenan relieves montañosos de la orogenia alpina en contextos mediterráneos (e.g.: Bravard, 1989, en los Alpes, y García-Ruiz y Valero-Garcés, 1998; García-Ruiz, 2010; García-Ruiz y López-Bermúdez, 2009, en los Pirineos ibéricos). Las imágenes aéreas de la primera mitad del siglo XX (como la que adjuntamos en el dossier fotográfico) constituyen una imagen que puede considerarse representativa de los efectos de dicho ciclo (en la fase final del mismo) sobre los cauces del Siurana. Se constata una denudación intensa de las vertientes y una patente acreción de los lechos, que circulaban y serpenteaban superficialmente sobre los depósitos de épocas anteriores. Ese escenario se alejaba significativamente del funcionamiento natural esperable: la movilización de sedimentos tenía una causa en gran parte antrópica, la respuesta hidrológica estaba intensificada, los bosques de ribera eran prácticamente inexistentes y gran parte del flujo en periodos de aguas bajas era subsuperficial (hiporreico).

Sin embargo, ya desde el inicio del s. XX (Lapparent, 1907) ha venido siendo profusamente documentado un nuevo periodo, especialmente activo hoy día, en el que se constata una inversión súbita de dichas dinámicas. Sería consecuencia de una atenuación de la intensidad hidrodinámica relacionada con la propia inversión de las tendencias climáticas, y con una reducción en la respuesta hidráulica y en la carga sólida aferente como consecuencia del abandono agroganadero contemporáneo y la naturalización de las cubiertas del suelo (García-Ruiz y Lana-Renault, 2011; García-Ruiz y Lasanta, 1990). Este nuevo ciclo se caracteriza por la incisión y el estrechamiento generalizado de los cauces, que se han visto encajonados en el seno de los grandes depósitos aluviales que llenaron masivamente los cauces durante el periodo anterior, y que ahora pasan a conformar terrazas fluviales laterales aptas para el desarrollo de bosques riparios.

Este periodo también se ha manifestado con contundencia en la cuenca del río Siurana. Esta incluye 31 núcleos urbanos, pero todos ellos de pequeño tamaño, por lo que su población total es de tan solo 10.000 habitantes. De hecho, las cubiertas del suelo predominantes en la cuenca a día de hoy son predominantemente forestales (76% de la superficie; Tabla 01 y Figura 02). Los cultivos prácticamente desaparecen en las zonas más elevadas y forman un mosaico agroforestal con fragmentos de vegetación natural en los valles y las laderas hasta altitudes de 700 m, cuya distribución está mayormente dirigida por las características geomorfológicas. La formaciones forestales más abundantes son, en el piso basal, los bosques aciculifolios mediterráneos (sobre todo de *Pinus halepensis*) y en menor medida esclerófilos (de *Quercus ilex subsp. ilex* y *subsp. ballota*), así como los matorrales de romero (*Rosmarinus officinalis*) y de jaras (*Cistus sp. pl.*). Por encima de los 700 m predominan los bosques submediterráneos de robles (*Quercus faginea*, y *Q. humilis* como más frecuentes), de pinos montanos (*Pinus nigra subsp. salzmannii* y *P. sylvestris*) y las formaciones mixtas entre ambos. Entre las formaciones arbustivas, también muy extendidas en el piso montano, abundan los matorrales con *Juniperus phoenicea*, *Buxus sempervirens* y

Amelanchier ovalis. La vegetación natural presenta un elevado grado de adaptaciones xeromórficas como respuesta a la sequía estival. Los cultivos predominantes en la cuenca también reflejan el carácter mediterráneo: viñedos y almendros se distribuyen de forma más o menos regular por todo el territorio, mientras que los avellanos se concentran en la franja oriental y los olivos en la occidental. Los cultivos de cereales se restringen a las escasas localidades con condiciones topográficas adecuadas y, por tanto, son mucho más escasos. En definitiva, la cuenca se ha visto intensamente revegetada, y los cultivos que persisten ocupan las vertientes de menor pendiente, lo que disminuye su vulnerabilidad ante la erosión. En ese sentido, la cuenca del Siurana ha experimentado a lo largo de los últimos decenios una naturalización de sus cubiertas, la cual ha promovido a su vez una dinámica fluvial también más natural (más próxima al que sería esperable en condiciones de ausencia de influencia humana). Sin duda este hecho ha conducido a una reducción de la anchura de los cauces, a un encajonamiento relativo de los mismos, aun tránsito menor de sedimentos y a una mejor definición de las dominios riparios (Kondolf, G. M. et al., 2002; Bravard, J.-P. et al., 1997). Sin embargo, como veremos más adelante, **ese cambio en las cubiertas del suelo no explica los contundentes indicios de empobrecimiento funcional y estructural que pueden observarse en algunos tramos, como son la incisión, la fosilización de las formas fluviales, la invasión de los lechos a cargo de la vegetación forestal, la ausencia de sedimentos en tránsito, o la colmatación por finos de los lechos fluviales.**

E. *Aproximación al régimen hidrológico natural*

Como será explicado más adelante (véase apartado 4.1), la trascendencia ecológica del régimen hidrológico es definitiva. Los patrones del funcionamiento hidrológico es el factor que con más fuerza determina las características ecológicas del ecosistema fluvial, estructurando los hábitats acuáticos y riparios y regulando el funcionamiento del conjunto del sistema. Por ello, cualquier perturbación significativa sobre su régimen natural de caudales puede introducir alteraciones que desnaturalicen su estructura y funcionamiento.

Por otra parte, la riqueza del régimen hidrológico viene determinada por la diversidad y matices que le confieren, tanto los diferentes fenómenos o patrones de funcionamiento dominante, esto es, las dinámicas hidrológicas dominantes (el régimen habitual del río, definido por sus caudales más típicos), como por sus patrones extremos (régimen de avenidas y de sequías). Cada uno de estos tres regímenes (dominante, crecidas y sequías) admiten una gran variabilidad de situaciones respecto al modo como se expresan, por lo que deben ser estudiados respecto a sus diferentes facetas: magnitud, recurrencia (o frecuencia), duración, estacionalidad y tasas de cambio.

Para evaluar el impacto de cualquier aprovechamiento hidrológico resulta extraordinariamente útil poder conocer el régimen de caudales en condiciones naturales (es decir, en ausencia de alteraciones), dado que es el escenario a considerar como referencia.

La caracterización del régimen hidrológico natural de un curso fluvial exige tener a disposición largas series de medidas a intervalos como mínimo diarios, lo cual no ocurre en la cuenca del Siurana, ni en su curso bajo o en los tributarios. Por otro lado, aunque desde

1971 existen datos casi continuos de los caudales de desembalse del pantano de Siurana, estos no reflejan el régimen hidrológico natural.

Sin embargo, los hidrólogos disponen de herramientas para modelizar el régimen de caudales, siendo los más conocidos los modelos de precipitación-escorrentía, donde se tienen en cuenta datos meteorológicos, orográficos, geológicos y de usos del suelo. En la cuenca del Siurana la *Agència Catalana de l'Aigua (ACA)* aplicó el modelo Sacramento a la entrada del embalse para el período hidrológico 1940-41 a 1999-2001 (periodo para el cual se disponía de datos meteorológicos a través de los cuales calibrar el modelo), a partir de datos meteorológicos de dicho periodo (*Agència Catalana de l'Aigua, 2008*).

Los resultados revelan que la aportación anual media en este punto, que concentra la precipitación de una cuenca de 60,87 km², es de 8,9 hm³. En comparación, la cuenca completa del Siurana, con sus 614,64 km² aporta 84,5 hm³ anuales.

La **variabilidad intraanual** del régimen hidrológico es acusada y marca ciclos bien definidos, como corresponde a un río mediterráneo. Esas fases hidrológicas intraanuales son una expresión de la variabilidad climática que ha estado descrita en los apartados anteriores, y marcan definitivamente la lógica y funcionamiento del ecosistema.

Según datos de la CHE (*Confederación Hidrográfica del Ebro, 1996*), a nivel del embalse, el mes de mayor aportación en el período 1940-41 a 1985-86 fue el de abril, con de 1,2 hm³, mientras que el mínimo se dio en agosto, con una aportación media de 0,3 hm³.

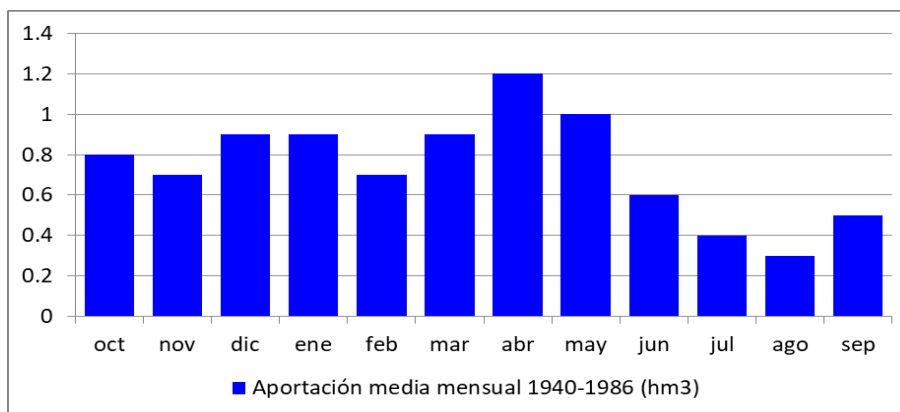


Fig. 03. Aportación media mensual de la Cuenca del Siurana a nivel del embalse de Siurana en el período 1940-41 a 1985-86. Elaboración propia a partir de los datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro (<http://www.chebro.es>).

Estos valores medios esconden una todavía más acusada **variabilidad interanual**: de acuerdo con el ya referido estudio del ACA, la aportación anual máxima entre 1940 y 2002 fue de 41,7 hm³ (1971-72), mientras que la mínima se produjo en el período 1949-50 con 0,9 hm³. Si bien el valor medio de la aportación anual es de 8,9 hm³, el coeficiente de variación a lo largo de este periodo de 62 años es del 92,4% y el valor de la aportación mediana desciende a 5,6 hm³. Ello indica que hay pocos años con aportaciones muy elevadas, mientras que muchos de los períodos tienen aportaciones por debajo de la media. A partir de estos datos, los años hidrológicos se clasifican en tres tipos definidos por los percentiles

25 y 75 de los valores de la aportación anual. Se consideran años secos aquellos que presentan una aportación inferior a 3,8 hm³, años medios cuando la aportación está entre 3,8 y 9,6 hm³ y años húmedos cuando la aportación es superior a 9,6 hm³. El gráfico siguiente (Figura 04) refleja esta fuerte variabilidad. A pesar de ser datos estimados, el gráfico revela las tendencias de períodos secos y húmedos con un ciclo aproximado de 5 años. Destacan las fuertes sequías de 1946-1950 y 1978-81, así como los períodos húmedos de 1959-63, 1968-72 y 1994-97.

En todo caso, la gráfica refleja bien la variabilidad climática propia del ecosistema mediterráneo, que acaba imponiendo unas condiciones ecológicas igualmente cambiantes a las cuales deben de estar adaptadas las comunidades biológicas. Esa variabilidad, como resulta lógico, posee sus consecuencias ecológicas, y estas, a su vez, son el motor evolutivo que impulsa la diversificación y selección biológica en este tipo de ecosistemas. La naturalidad, por lo tanto, en el ecosistema fluvial mediterráneo, ha de ser entendida y medida en gran parte en términos de “conservación de su variabilidad hidrológica”. En un río, diversidad hidráulica es sinónimo de biodiversidad (Martínez y Fernández Yuste, 2006). La diversidad ecológica de hábitats y la riqueza biológica es creada por el abanico de caudales, y es la diversidad intra e interanual del régimen hidrológico el motor de la dinamización y mantenimiento de dicha riqueza. La heterogeneidad que posee el régimen de caudales del río Siurana queda bien reflejada y resulta más intuitiva en el gráfico de los caudales medios diarios (Figura 05).

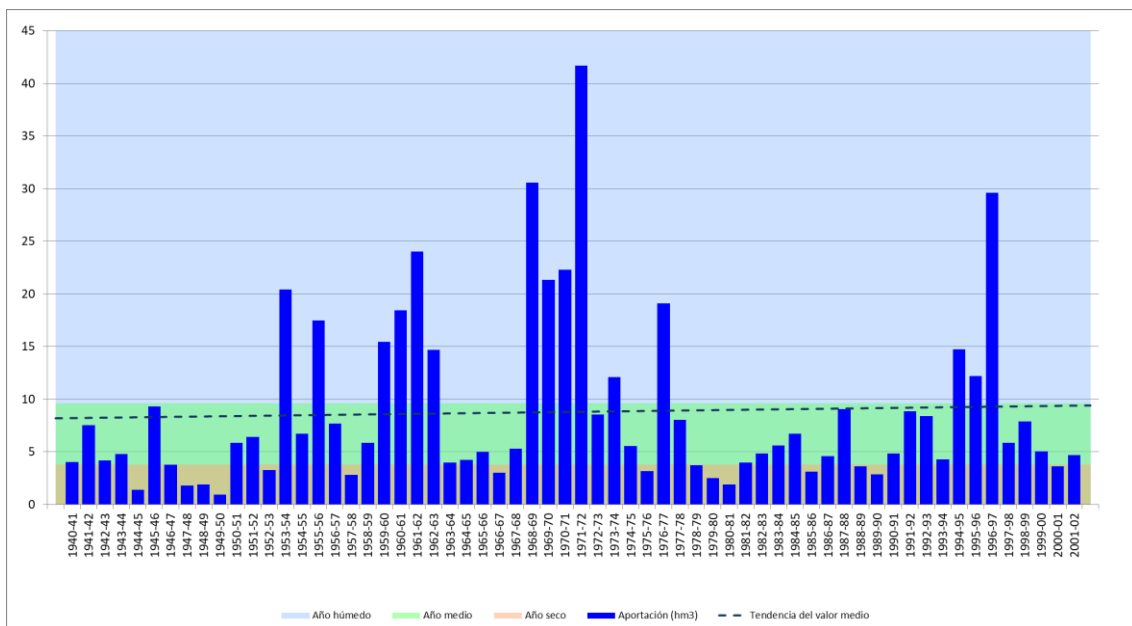


Fig. 04. Aportación media mensual de la Cuenca del Siurana a nivel del embalse de Siurana en el período 1940-41 a 1985-86. Elaboración propia a partir de los datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro (<http://www.chebro.es>).

El análisis de la serie diaria (fig. 05) revela que el número anual de días con aportación nula tiene un valor medio inferior a 1, mientras que el caudal medio instantáneo es de 0,279 m³/s, si bien, como ocurría con las aportaciones anuales la mediana de los caudales medios diarios

clasificados, se sitúa muy por debajo de este valor ($0,10 \text{ m}^3/\text{s}$). Es probable que los días en que el lecho quedaría seco en superficie (aunque mantuviese un flujo hiporreico) fuese mayor en condiciones naturales, es decir, que parece factible que el modelo estuviese sobreestimando los caudales mínimos. Pero lo que es cierto (y eso es algo que queda reflejado en este modelo teórico, pero también en los datos de medidas reales de que se dispone y en las observaciones de campo), es que el régimen hidrológico del río Siurana se encuentra tamponado (amortiguado debido al carácter carbonático de las coberteras mesozoicas que posee su cuenca, tal y como hemos descrito en el apartado referido a la geología). Por ello, pese a la marcada estacionalidad del régimen y a las condiciones o fases de estiaje que son características de este, sus cauces acostumbran a mantener un caudal mínimo también durante los meses hidrológicamente más secos, lo cual posee unas consecuencias ecológicas de elevada trascendencia (como veremos en el capítulo cuarto de este informe).

Otro aspecto que nos permite explorar la serie de caudales restituidos a régimen natural mediante el modelo sacramento, es el régimen de crecidas del río. En ella destacan picos excepcionales muy elevados para la cabecera estudiada (punto en el que se ubica la presa). Se trata de episodios que pueden ser considerados de carácter histórico, y que serían capaces de reorganizar los lechos y márgenes y de influenciar el espacio fluvial en su conjunto. Los caudales de avenida son los responsables de la estructuración geomorfológica y biológica del ecosistema fluvial, y las funciones ecológicas de dichos caudales son innumerables. Los más importantes se habrían dado el 19/10/1969 con $41,48 \text{ m}^3/\text{s}$, el 10/10/1994 con $40,99 \text{ m}^3/\text{s}$, el 06/01/1997 con $40,51 \text{ m}^3/\text{s}$ y el 21/03/1974 con $38,19 \text{ m}^3/\text{s}$. Hay que tener en mente que estos valores no son máximos instantáneos, sino medias diarias, por lo que los caudales punta que se produjeron en cada episodio de crecida (valor máximo del hidrograma de cada episodio) fueron sin duda más elevados.

Para valorar la recurrencia de las avenidas algo menores pero de una cierta consideración, se ha realizado el análisis de los episodios con caudales medios diarios superiores a $3 \text{ m}^3/\text{s}$, un valor 30 veces superior al valor de la mediana ($0,1 \text{ m}^3/\text{s}$) –hay que evitar confundir el número de episodios con el número de días, este último mucho mayor. Estas pequeñas avenidas que se reproducen con una mayor frecuencia, si bien no poseen la capacidad transformadora y reorganizadora de los episodios históricos más extremos, sí reorganizan y renuevan los lechos y márgenes fluviales, pueden comportar desbordamientos laterales (y desplegar los efectos ecológicos propios de estos) e influyen profundamente en la conectividad longitudinal, vertical y lateral del ecosistema. Sus efectos ecológicos son también numerosos y se encuentran ampliamente estudiados.

Pero la significancia ambiental de los caudales de avenida no reside únicamente en su magnitud (valores instantáneos), sino también en su duración (tiempo en que actúan), recurrencia (frecuencia), estacionalidad (momento fenológico en que se producen), y en las tasas de crecimiento y defluencia (pendientes del hidrograma).

El análisis de estos aspectos desborda el alcance de este informe, dado que requeriría en parte trabajos de modelización y análisis hidrológico. No obstante, si podemos decir que a

lo largo de la serie analizada de 62 años han habido 48 situaciones de este tipo, siendo su distribución absolutamente caótica: el valor máximo anual es de 6 y se dio en los años 1969 y 1972. Destacan los períodos 1953-57 (8 episodios), 1969-72 (16 episodios) y 1996-97 (7 episodios): estos 11 años (18% del período estudiado) concentran dos terceras partes de estas avenidas de consideración. En cambio, han existido largos períodos sin avenidas de esta magnitud o superiores, destacando 1944-52 (9 años) y 1983-90 (8 años).

Los meses con mayor número de avenidas $>3 \text{ m}^3/\text{s}$ son enero (8 episodios), mayo (7 episodios), octubre (6 episodios), diciembre (6 episodios) y marzo (6 episodios). En los meses de febrero, julio y agosto no se produjo ninguna avenida de esta magnitud en la serie estudiada de 62 años.

En idéntico sentido, una aproximación más detallada al ritmo de períodos secos y húmedos exige un análisis más detallado de la distribución de los períodos de sequía y de aquellos con caudal elevado, lo cual puede realizarse mediante la curva de caudales clasificados (fig 06).

Por otro lado, la gráfica de caudales clasificados ofrece una imagen alternativa pero reveladora de la variabilidad hidráulica que caracteriza el régimen del Río Siurana (Figura 06). En ella puede constatarse como sobre el ecosistema actúa un amplio abanico de caudales que se manifiestan en episodios repentinos, impredecibles y con un dilatado rango de magnitud (crecidas), o en otros cíclicos y persistentes (estiajes).

Considerando los días de caudal de sequía como aquellos situados por encima del percentil 90 ($\leq 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$) y los días de caudal abundante como aquellos situados por debajo del percentil 10 ($\geq 0,59 \text{ m}^3/\text{s}$) de la curva de caudales clasificados, destacan, como períodos secos, 1945 (247 días), 1948-50 (611 días), 1980-81 (255 días) y 1989-90 (248 días): estos 8 años (13% de la serie temporal) concentran el 60,9% de los días de caudal de sequía. La distribución mensual de los días con caudal de sequía es muy significativa: agosto es el mes con un valor más elevado (7,2 días/año), seguido de septiembre (5,9 días/año), julio (4,7 días/año) y octubre (4,4 días/año). El mes con menos días de caudal de sequía fue febrero (1,1 días/año). La magnitud, frecuencia, persistencia (duración) y estacionalidad de las crecidas posee múltiples efectos ecológicos sobre el medio, imprimiendo unas reglas ecológicas que, como veremos, caracterizan como ninguna otra el ecosistema fluvial mediterráneo.

Los días de caudal abundante exhiben una distribución más suave, pero también destacan períodos donde se concentran, en particular 1960-63 (392 días), 1969-72 (606 días) y 1996-97 (140 días): estos 10 años (16% de la serie) concentran un 50,4% de los días húmedos de la serie. La distribución mensual de los días con caudal abundante es complementaria a la de días con caudal seco: encabeza la lista el mes de mayo (5,6 días/año), seguido de enero (4,9 días/año), diciembre (4,6 días/año), y marzo (4,3 días/año). El mes con menos días de caudal elevado fue agosto (0,3 días/año), seguido muy de cerca por julio (0,4 días/año). La representación gráfica de estos períodos de caudal de sequía y de caudal abundante se ilustra en la Figura 06.

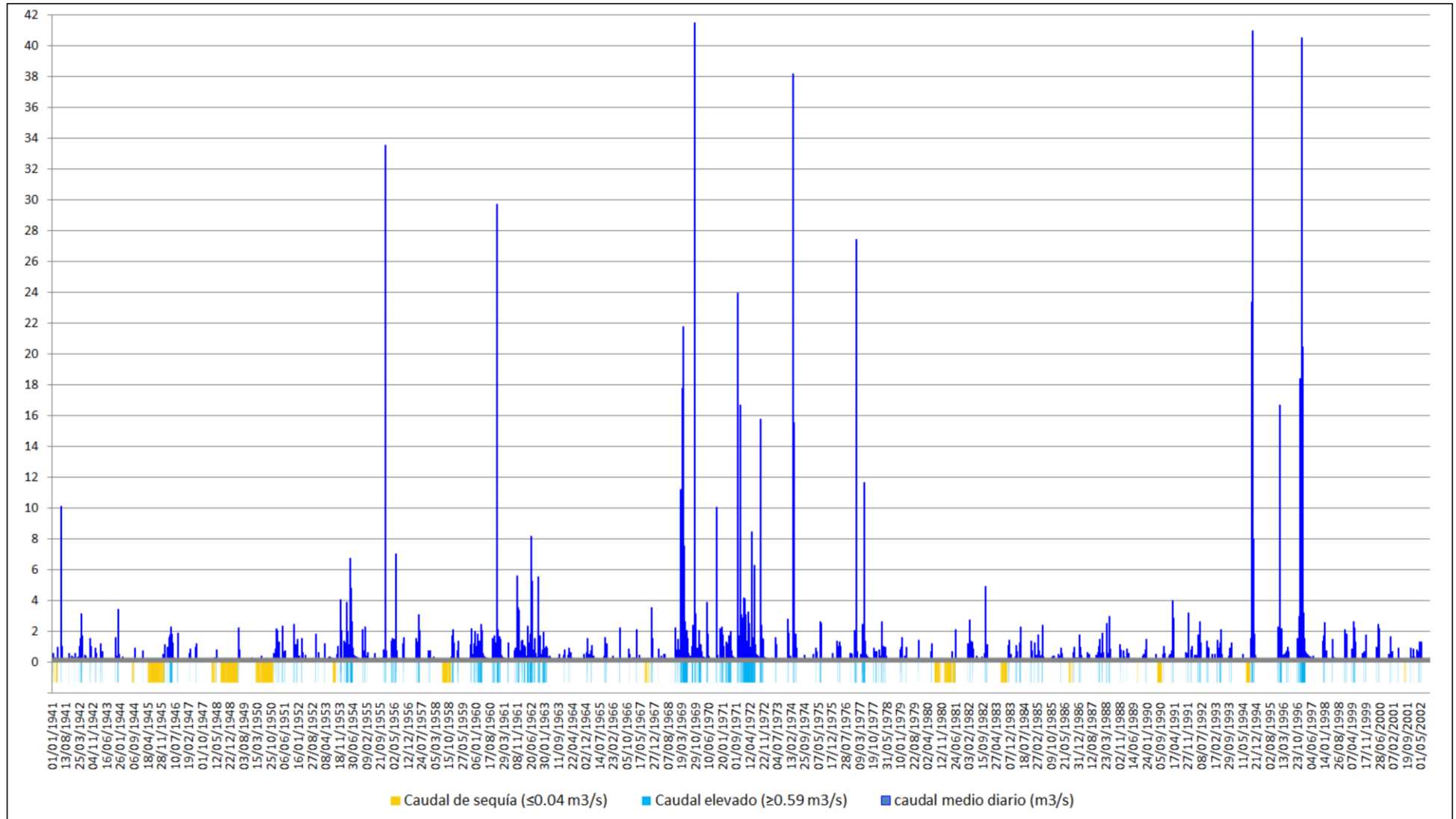


Fig. 05. Caudal medio diario (m³/s) en régimen natural de la cuenca del Siurana a nivel del embalse de Siurana en el período 1940-41 a 2001-2002. Elaboración propia a partir de los datos de la Agència Catalana de l'Aigua (<http://aca.gencat.cat/ca/inici>). Resaltan los períodos con caudales inferiores al percentil 90 (caudales de sequía) y superiores al percentil 10 (caudales elevados) en la curva de caudales clasificados (ver más abajo)

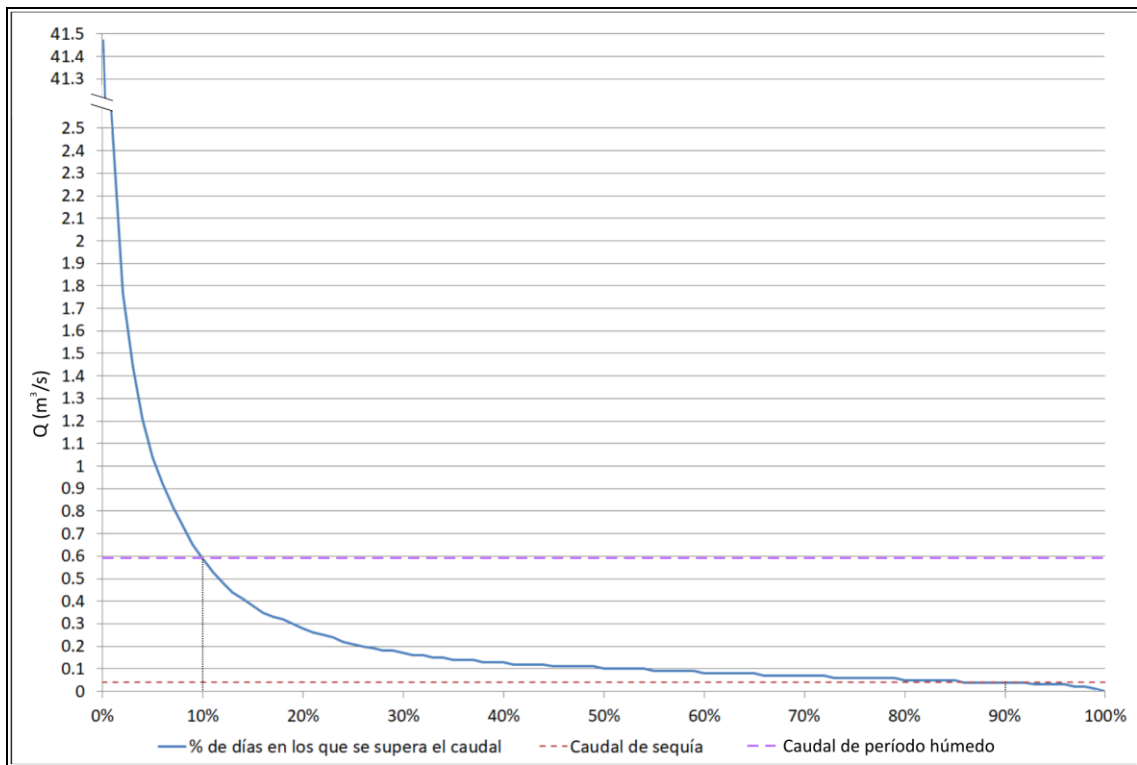


Fig. 06. Curva de caudales clasificados en régimen natural de la cuenca del Siurana a nivel del embalse de Siurana en el período 1940-41 a 2001-2002. Elaboración propia a partir de los datos de la *Agència Catalana de l'Aigua* (<http://aca.gencat.cat/ca/inici>). Se indican los valores de caudal de sequía ($\leq 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$) y de caudal elevado ($\geq 0,59 \text{ m}^3/\text{s}$). Los porcentajes (abscisas), en relación a cada valor del eje ordenadas, representan el número de días al año que circula un caudal de una magnitud igual o inferior a dicho valor.

Por último, cabe destacar que partir de 2008 se sensorizaron las dos principales aportaciones al embalse de Siurana (río Siurana y Barranco de l'Argentera) con sendos cabalímetros, que han funcionado de forma discontinua hasta la actualidad. La combinación de los datos de ambos corregida con la superficie de la cuenca receptora no medida (pequeños valles que desembocan directamente en el vaso del embalse), nos permite valorar una serie de 5,7 años repartida entre los períodos 08/01/2008-28/2/2012 y 01/01/2017-22/07/2018 (Agència Catalana de l'Aigua, 2018b). Los valores medidos (después de la oportuna corrección) son claramente inferiores a los de la serie estimada mediante los modelos teóricos (sacramento). El promedio del caudal instantáneo es de 128 L/s, y la mediana de 62 L/s. No hubo en este período ningún día con aportación nula, aunque el mínimo se situó en unos escasos 2 L/s. A grandes números, la aportación anual media del período fue de 4,03 hm³, algo menor que la mitad del valor estimado para el período 1940-2002 mediante el modelo Sacramento. Ello puede ser debido, por una parte, a la sobreestimación de la escorrentía por parte del modelo, pero también a la fuerte variabilidad interanual mencionada. Probablemente ambos fenómenos influyan en la discrepancia.

F. *Régimen morfodinámico y geomorfología fluvial*

Las características físicas y el comportamiento fluvial que hemos ido esbozando a través del análisis de cada uno de los elementos que entran en juego, permiten comprender fácilmente que el río Siurana se ha encontrado sometido a intensos procesos morfodinámicos que se han erigido como el motor que ha hecho posible la construcción y el moldeado físico del ecosistema fluvial, y que además regula, junto con los procesos hidrológicos, los cambios en su estructura biótica.

Como hemos visto, la actividad morfodinámica y la capacidad transformadora de ésta puede considerarse elevada si atendemos al reducido tamaño superficial de la cuenca del río Siurana. Aunque las connotaciones físicas, químicas y ecológicas del régimen morfodinámico son múltiples, ricas y complejas, sí debe destacarse el hecho de que la actividad morfogeneradora más relevante se encuentra impulsada por los característicos escenarios torrenciales propios del clima mediterráneo, así como por el relieve y morfometría de la cuenca.

Como resultado han acontecido durante largos periodos procesos de erosión, movilización, transporte y sedimentación, que han construido un sistema deposicional de formas fluviales a lo largo del eje del río Siurana, desde su cabecera hasta su desembocadura. Los pulsos y ciclos climáticos por un lado, y las oscilaciones en el nivel del río Ebro y en las cubiertas del suelo por otro, han marcado fases alternas a lo largo del tiempo con mayor o menor respuesta hidrológica y, en consecuencia, mayor actividad morfodinámica.

Esa alternancia ha conducido a cambios en el trazado y perfil longitudinal del río y, en consecuencia, en el cajón fluvial y en la relación topográfica entre lecho y riberas. Gracias a dichos procesos (entre otros), los acúmulos de origen aluvial y fluvial sobre los que descansa actualmente el ecosistema del río Siurana, se encuentran conformados por una alternancia de estratos litológicos de granulometría gruesa (guijarros, gravas y arenas,), depositados por los lechos que han circulado a diferentes alturas, y por otros estratos de finos (dominados por limos y arcillas), fruto de la decantación relacionada con procesos de desbordamiento lateral sobre las márgenes fluviales que operaban como riberas en diferentes momentos.

Es así como se construyó la base física del espacio fluvial y ripario del río Siurana. Se trata de una base o zócalo sedimentario con unas dimensiones espaciales variables a lo largo del eje longitudinal del río, pero que son de una entidad considerable en todo su trazado. Han dado lugar a una alternancia interesante de tipologías fluviales, y que crean un corredor geomorfológico continuo. Por otro lado, las características litológicas y topográficas de las formas fluviales a que han dado lugar los procesos descritos, ofrecen unas condiciones edafológicas e hidrológicas óptimas para el desarrollo del ecosistema ripario: la permeabilidad de los sedimentos permite la existencia de un acuífero aluvial; por otro lado la presencia de estratos intercalados de finos ofrece una buena potencialidad para el desarrollo del bosques de ribera, mientras la proximidad topográfica entre lecho y riberas favorece la accesibilidad de la vegetación riparia al aluvial y hace posible los procesos de

desbordamiento lateral (de los que depende importantes procesos, como la formación de los suelos riparios, la dispersión de propágulos, etc.).

Por si eso fuese poco, y como resulta obvio, los comportamientos morfodinámicos extremales (relacionados con las grandes crecidas), son también la base para la remodelación y rejuvenecimiento morfológico y, por ende, ecológico, del espacio fluvial.

Apuntamos por último, que los procesos morfodinámicos relacionados con los patrones hidrológicos dominantes (caudales habituales) y su variabilidad en el tiempo, introducen cambios constantes en las características físicas de los lechos (en su granulometría y formas) (Kondolf, G.M. y Piégay, H., 2003), creando así un rico mosaico de hábitats cambiante en el espacio y en el tiempo que es la base del paradigma ecológico del ecosistema fluvial mediterráneo.

Los intensos y recurrentes procesos morfodinámicos definen la anchura y características físicas de los lechos (Kondolf, G.M. y Piégay, H., 2003). A través de su estudio sabemos que el río Siurana tiene una capacidad elevada para el transporte de sedimentos, pero que esta es variable a lo largo de su recorrido (en función la orografía de cada tramo), lo que acaba generando una alternancia de tramos de tendencia más deposicional (con amplios lechos y con terrazas marginales), y otros más incisivos. Por otro lado, el material transportado por el río es rico en guijarros, gravas y arenas, sedimentos que tienden a depositarse de manera prioritaria. Como resultado, el cauce del río Siurana poseía antaño lechos deposicionales, dominados en muchos tramos por grandes aluviones, altamente característicos de los paisajes fluviales mediterráneos más dinámicos. Sin entrar en mayores detalles, diremos que esos lechos son un verdadero ecosistema en sí mismo. La interacción entre una topografía superficial extremadamente heterogénea (implícita al modo en que se transportan y depositan dichos sedimentos) y un régimen de caudales cambiante e igualmente diverso, hace que este tipo de lechos conformen ricos mosaicos ecológicos en superficie: hábitats acuáticos, semiacuáticos y terrestres se reordenan permanentemente en el espacio y en el tiempo ofreciendo innumerables oportunidades y condiciones ecológicas a las comunidades biológicas, pero obligan a estas a adaptarse a los continuos cambios en las condiciones físicas, hidrológicas y químicas. Son gobernados en definitiva por una ecología singular, que posee su propia lógica y funcionamiento, y dan lugar a comunidades biológicas altamente adaptadas y exclusivas de estos ambientes (Datry, T. et al., 2017).

En síntesis, la totalidad de la variabilidad en el comportamiento hidrológico de caudales acaba impulsando procesos morfodinámicos ricos y complejos (Kondolf, G.M. y Piégay, H., 2003; Steiger, J. et al. 2005), sin los cuales las formas fluviales no solamente no se renovarían, quedando fosilizadas y perdiendo las oportunidades ecológicas que ofrecen; de hecho, sin ellas no hubiera existido nunca una base física para el desarrollo del ecosistema fluvial del río Siurana.

En definitiva, aportamos esta breve introducción a los procesos morfodinámicos, a los efectos de razonar y subrayar la relación e íntima dependencia que existe (y se encuentra

bien estudiada) entre la naturalidad del régimen de caudales, su transmisión en la respuesta morfodinámica del sistema fluvial, y la responsabilidad de ésta en la construcción, renovación del ecosistema (Morisawa, M. 1985; Kondolf, G.M. y Piégay, H., 2003; Steiger, J. et al. 2005), y en su regulación ecológica (Tokeshi, M. y Arakaki, S., 2012; Ward, J. V. et al, 2001; McCoy E.D. y Bell S.S., 1991).

2.2 Valores ecológicos: el ecosistema fluvial y su biodiversidad

Hasta la construcción y entrada en funcionamiento, entre los años 70 y 90, de los embalses de regulación que hoy día controlan el régimen hidrológico de la cuenca y permiten la explotación de una buena parte de sus recursos hídricos, el río Siurana había mantenido una situación de naturalidad excepcionalmente elevada.

Eso sucedía en un momento en que el resto de ríos del territorio catalán se encontraban en un estado ecológico muy deficiente. Eran muy pocos los espacios fluviales catalanes que no habían sido desestructurados y ocupados y que mantenían una mínima integridad física, y menos aun los que habían conseguido mantenerse al margen del profundo proceso de contaminación química que se había tenido lugar, y que venía provocado con el súbito desarrollo tecnológico acontecido durante el siglo XX y por el crecimiento socioeconómico y el aumento demográfico de dicha época.

Por si eso fuese poco, los intensos cambios territoriales conllevaron un nuevo modelo de aprovechamiento hidrológico que exigía dotaciones mucho más elevadas y que impulsó un intenso proceso de construcción de embalses y de regulación de cuencas. Por la propia lógica funcional del modelo de regulación hidrológica creado durante el siglo XX en Cataluña, y dado que la dotación de recursos tenía por objeto nutrir las grandes áreas de desarrollo económico y demográfico (frente litoral y grandes depresiones), los primeros y más importantes embalses fueron construidos en los tramos medios de los grandes ejes fluviales, y principalmente en aquellos que aportaban unos mayores recursos hídricos. Si bien la construcción de pantanos continuó hasta los años 2000, lo cierto es que desde principios del s. XX y hasta los años 70 fue cuando tuvo lugar la creación de su mayor parte.

El esquema geográfico mencionado permitió salvaguardar algunas representaciones notables de ecosistemas fluviales de las cabeceras pirenaicas y prepirenaicas de las alteraciones físicas y funcionales que conllevan los embalses y de su regulación de caudales líquidos y sólidos: pero además, fueron zonas con balances demográficos negativos y en las que la vehiculación de contaminantes químicos a los cauces era de unas dimensiones mucho menores. Por contra, las grandes cuencas de influencia mediterránea, que de por si poseen menores recursos y requerían de una mayor regulación, se encontraban sometidas a una transformación territorial mucho mayor, y muchos de sus principales ejes fueron ya regulados a lo largo del siglo XX. El exiguo caudal que se dejaba en sus cauces hacia que la dilución química fuese menor y, en consecuencia, se agravase su impacto.

En ese escenario, el río Siurana constituyó hasta los años 70 una afortunada excepción. Sus cuencas no habían sido reguladas y formaban parte de un territorio que había sufrido una despoblación importante. Por ello, las dinámicas fluviales solo habían experimentado una

cierta presión antrópica a través de la modificación secular de las cubiertas del suelo (deforestación), pero estas experimentaban ya un proceso de renaturalización como consecuencia de la crisis en que se había sumido el modelo social y económico rural de las tierras que drenan la cuenca. Por otro lado, la baja densidad y el propio modelo de desarrollo tampoco había propiciado una transformación física del espacio fluvial mediante usos contundentes y difícilmente reversibles, lo que permitió también un notable desarrollo de los bosques de ribera. Algo que se constata en el estudio de las fotografías aéreas de la cuenca. El régimen hidrológico era próximo al natural, de tal modo que su capacidad para diluir y exportar los exiguos contaminantes que alcanzaban los cursos fluviales del Siurana no se había visto comprometida (la población de toda la cuenca era de poco más de 10.000 habitantes en los años 70). Por lo tanto, ambos, hábitats riparios y hábitats acuáticos, mantenían una elevadísima naturalidad y conformaban uno de los ultimísimos ecosistemas fluviales mediterráneos bien conservados de Cataluña.

Precisamente este aspecto, **el carácter mediterráneo, era uno de los elementos que más subraya el valor estratégico** que aportaba la conservación del río Siurana. Como ya hemos introducido a través del apartado 2.1, los ecosistemas fluviales sometidos a la regulación del clima mediterráneo y que mantienen un funcionamiento marcado por procesos hidrológicos y morfodinámicos fuertemente influenciados por dicho clima, poseen un funcionamiento ecológico singular. Sus paisajes y sus comunidades biológicas se encuentran adaptadas a dicho funcionamiento, y son la expresión evolutiva de los procesos característicos y exclusivos del ecosistema fluvial mediterráneo. Por otro lado, es sabido que los hábitats acuáticos contienen la mayor parte de la riqueza biológica continental (en gran parte aún desconocida) y sabemos también que los ecosistemas fluviales mediterráneos se encuentran entre los más alterados y amenazados del planeta (Sala, O. E., et al., 2000).

Otro de los hechos que debe ser destacado, es que **el río Siurana mantuvo esa naturalidad en toda su cuenca y en la totalidad de sus ejes fluviales, algo realmente excepcional** y que no ocurre en otros cursos que han llegado hasta nuestros días bien preservados físicamente (que no han estado transformados u ocupados) pero no a nivel funcional. Y es que el río Siurana conservó, hasta los años 70, la integridad de todos los niveles de organización que presiden y gobiernan la singular lógica estructural y funcional del ecosistema fluvial: la cuenca y subcuencas como unidades de organización e integración ciclos de materia y energía, la estructura en red del ecosistema que guía sus dinámicas y procesos, y el continuo fluvial como elemento que garantiza la unidad funcional. Este hecho es realmente singular entre los ecosistemas fluviales mediterráneos de estas dimensiones a escala de Cataluña, y constituía un escenario de naturalidad merecedor de protección.

Por otro lado, el desnivel orográfico y el tamaño de la cuenca del río Siurana (de más de 600 km²), aunque discretos, son ya considerables, lo que permite la presencia de apreciables **niveles de diversidad en el ecosistema fluvial**. Desde sus cabeceras y hasta su desembocadura, el paisaje fluvial experimenta una transición apreciable. Se inicia en una densa red hídrica en cuyos ejes dominan los procesos y el **funcionamiento de tipo**

torrencial, propio de las cabeceras de montaña de tipo incisivo, de aguas más rápidas, frías y pobres en nutrientes, con formaciones de ribera más inestables y de menor entidad, y con cuerpos de agua enérgicos y de bajo tiempo de transición que constituyen en sí mismos un hábitat específico de gran interés (imagen 5, anejo fotográfico). Pueden mantener comunidades con participación de elementos biológicos de adscripción o tendencia psicrófila y oligotrófica, escasas y locales dentro de las cuencas mediterráneas. No suelen presentar los típicos bosques riparios, sino que la vegetación higrófila aparece en forma de juncales y saucedas arbustivas que de forma fragmentaria ocupan los espacios que acumulan algo de suelo. En el caso del eje principal del Siurana, esta tipología básicamente erosiva es la predominante, desde su nacimiento hasta la entrada al embalse homónimo.

La confluencia de las redes de cabecera, y su integración en ejes fluviales de mayor cuenca drenante acumulada y menor pendiente longitudinal, da lugar a un **sistema característicamente de tipo fluvial**. Es el dominio de las terrazas fluviales y de los bosques riparios bien desarrollados, así como de los cursos de aguas corrientes con mayor constancia hídrica, si bien en este caso se encuentran sometidos a un ciclo de estiaje de manera natural (bajos caudales). Ostentan ambientes acuáticos cuyo cuerpo de agua incrementa progresivamente su temperatura (si bien con un tamponamiento térmico notable como efecto de los bosques de ribera) y posee una presencia de nutrientes también mayor que la de los cursos de cabecera, si bien aún es discreta gracias a sus pendientes (el tiempo de transición del agua es todavía moderado). Es el ecosistema biológicamente más productivo de toda la cuenca y el territorio potencial del bosque ripario, que en la cuenca del Siurana se manifiesta en forma de alamedas, choperas, fresnedas, saucedas, alisedas y, muy frecuentemente, como formaciones mixtas. En el eje del Siurana, esta tipología fluvial se desarrolla de forma predominante entre la presa del embalse de Siurana y la entrada en la cubeta tectónica de Móra, aguas abajo del puente de la carretera T-734. Sin embargo, a lo largo de estos casi 40 km el desarrollo de terrazas fluviales así como la presencia y desarrollo de formaciones forestales riparias muestra fuertes variaciones dirigidas sobre todo por la orografía circundante. Por ejemplo, entre la confluencia del río de Arbolí y Poboleda, la anchura del valle ha permitido la formación de amplias terrazas fluviales, la mayor parte de la superficie de las cuales está dedicada a la agricultura, pero que todavía sustentan un bosque de ribera relativamente amplio y productivo (imagen 6, anejo fotográfico). En cambio, al cruzar los relieves de pizarras y areniscas paleozoicas, las terrazas son mucho más estrechas y las zonas deposicionales se ven interrumpidas por cortos tramos incisivos, donde el río erosiona el lecho. Un buen ejemplo de estos paisajes fluviales angostos entre relieves abruptos, que aumentan la diversidad ecológica del tramo, se observa entre Gratallops y la desembocadura del río Montsant (imagen 7, anejo fotográfico).

El tramo final del río, si bien constituía el sector que recibía de manera natural mayores aportes hídricos, también era el punto al que llegaban más cantidad de sedimentos, y en el que la pendiente fluvial desciende súbita y considerablemente. Este último factor, pero también la influencia del río Ebro (que históricamente había generado una sedimentación remontante por sobreelevación), lo convertía en un **curso de tipo aluvial**, es decir, neta y

masivamente deposicional. El espacio fluvial, presidido por formaciones altamente representativas del paisaje vegetal ripario mediterráneo, adquiere cada vez una mayor dimensión en planta. Los lechos son progresivamente mayores en potencia y anchura (más de 300 m en algunos puntos), y gran parte del flujo en ellos es subsuperficial. Poseen un hábitat hiporreico masivo y de gran interés ecológico, y sus comunidades biológicas naturales son netamente mediterráneas, diversificadas (poseen especies terrestres, semiacuáticas y acuáticas) y especializadas. Los tamarizales de *Tamarix africana* son las formaciones forestales más representativas de esta tipología fluvial: los tamarices soportan las condiciones de salinidad elevada en el suelo y de descenso del freático aluvial provocados por la sequía estival y compiten con clara ventaja. Representan esta tipología los últimos 5,5 km del río Siurana, hasta su desembocadura al Ebro (imagen 8, anejo fotográfico).

Existen muchos otros niveles de diversificación que enriquecen el ecosistema del río Siurana (cuya descripción no puede ser abordada por cuestiones de economía documental y de claridad sintética). No obstante, hemos querido resaltar la existencia de las subtipologías ecosistémicas descritas en los párrafos anteriores, dado que cada una de estas posee su propias dinámicas y una ecología que le es característica, lo que a su vez las hace sostenedoras de comunidades biológicas diferentes, y eso es algo que parece fácil de comprender por la trascendencia -de escala paisajística- que poseen esos niveles de diversidad ecológica y biológica (véase dossier fotográfico).

Por último, debe destacarse un último aspecto funcional que hace del ecosistema del río Siurana un elemento de primer orden del patrimonio ecológico territorial: como ha sido razonado en las páginas precedentes, las características climáticas, geológicas y geográficas (superficies, relieve, pendientes fluviales, etc.) de la cuenca han propiciado un sistema fluvial altamente dinámico. Estamos ante un río que de manera natural poseería una respuesta hidrológica y una acción morfodinámica intensa, e impulsada por un régimen de caudales igualmente energético, rico y heterogéneo. Dicha dinámica dio lugar a la formación de un paisaje geomorfológico contundente, en el que además de grandes terrazas fluviales que posibilitan la existencia de amplios dominios forestales de ribera, **destaca la presencia de lechos estructuralmente heterogéneos, muy dinámicos, y ricos en granulometrías elevadas (guijarros, gravas y arenas).**

Ese dinamismo era de tipo estructural (sus formas en superficie cambian en respuesta a los procesos morfogeneradores) pero también hidrológico, y es que también la acción de todo el rico abanico de caudales modificaban en superficie las condiciones hidrológicas de los lechos de gravas y arenas. El resultado era un mosaico de ambientes acuáticos, semiacuáticos y terrestres, que gracias a la diversidad del régimen de caudales se modificaba incesantemente en el espacio y en el tiempo ofreciendo un sin fin de ambientes ecológicos y moldeando evolutivamente las comunidades biológicas. La interacción entre las formas de lecho (substrato físico) creadas por el rango de caudales elevados (morfogeneradores) y los caudales de baja intensidad que circulaban por ellos el resto del tiempo, era uno de los procesos de mayor valor ecológico del río Siurana. **Los**

lechos y los caudales que impulsan las ricas dinámicas que subyacen en su construcción y renovación, así como en el mantenimiento del mosaico ecológico espacio-temporal, era sin duda un valor excepcional de este río. La riqueza ecológica y biológica que generan estos procesos se encuentra profusamente expuesta en la literatura científica (una síntesis de referencia puede consultarse en Datry, T. et al. 2017). Sin embargo, **las ricas comunidades biológicas que dependen de los lechos fluviales y de su ecología se encuentran prácticamente inexploradas.**

En definitiva, **el río Siurana poseía hasta la construcción de los embalses de la cuenca (años 70-90), un ecosistema fluvial que podemos describir como excepcional. Una prueba de ello es la permanencia en su cuenca de algunos elementos de nuestra fauna que mantuvieron en ella sus últimas poblaciones.**

El conjunto de la cuenca mostraba un excelente estado de conservación, considerándose los tramos de cabecera como unas de las biocenosis mejor estructuradas del conjunto del país y en concreto, respecto a la fauna mantenían las últimas comunidades mediterráneas intactas.

Considerando los vertebrados como indicadores del estado de conservación, los sistemas fluviales del Siurana albergaban la totalidad de las especies piscícolas (ciprínidos) que correspondían a este ámbito biogeográfico, además de mamíferos semiacuáticos como la nutria (*Lutra lutra*), el turón (*Mustela lutreola*) o la rata de agua (*Arvicola sapidus*). En el caso de los invertebrados, el cangrejo de río autóctono (*Austropotamobius pallipes*) ocupaba la mayor parte de la cuenca.

Actualmente la cuenca, aunque fuertemente alterada y amenazada por la explotación de sus recursos hidrológicos a través del trasvase, aún mantiene poblaciones relictas de algunas de las especies de mayor interés de conservación. Entre los elementos de interés comunitario (ver 2.3), como el cangrejo de río, sus escasas localidades en zonas con aguas permanentes, presentan un valor ecológico incuestionable, ya que son un reservorio genético para la recuperación y recolonización del resto de la cuenca. Otras especies como la nutria parecen recuperar de forma muy lenta algunos de los cursos fluviales de donde desapareció, especialmente donde el agua se mantiene durante más tiempo, pero su presencia es errática y laxa, adaptada posiblemente a las irregulares condiciones ecológicas que no permiten el desarrollo de una población local estable y bien estructurada. Los quirópteros son muy sensibles a las regulaciones de caudal y la pérdida de hábitat acuático del que dependen para alimentarse (láminas de agua). No obstante, el murciélago ratonero patudo (*Myotis capaccinii*), considerada una especie en peligro de extinción, aún mantiene una localidad refugio en el río Montsant, a partir de la cual podría recolonizar otros tramos y aumentar su presencia en la cuenca del río Siurana para el caso de que éste mejorase su estado ecológico.

Uno de los valores estratégicos por los que se ha incluido el río Siurana en la red Natura 2000 (ver 2.3) son los hábitats asociados al ecosistema fluvial: de hecho, 10 de los 15 hábitats de interés comunitario (HIC) identificados en la ZEC son típicamente fluviales, y

entre ellos hay dos de interés prioritario. Las alisedas (código 91Eo*) tienen un gran valor natural, puesto que además de tratarse de un HIC de interés prioritario constituyen un bosque relictual en el entorno biogeográfico regional. A pesar de ello, hasta hace pocos años su relevancia no ha sido puesta de manifiesto por algunos autores (Lara et al., 2007; Pascual, 2007). Si bien el aliso prospera a lo largo de muchos kilómetros aguas debajo de del desagüe del río de Arbolí, forma alisedas sobretodo hasta el núcleo de Poboleda. Se trata de bosques riparios típicamente eurosiberianos que constituyen una auténtica rareza biogeográfica en una cuenca de características nítidamente mediterráneas. Las alisedas continentales más próximas de los afluentes pirenaicos del Ebro se encuentran a 50 km, en el Segre y la Noguera Ribagorçana, mientras que las alisedas submediterráneas más cercanas del norte de Cataluña distan 100 km. En estos bosques prosperan especies vegetales únicas en la cuenca, y en su seno se refugian poblaciones todavía importantes de cangrejo ibérico.

Como queda expuesto en el capítulo cuarto de este informe, la entrada en funcionamiento de los embalses de Siurana, Margalef y Els Guiamets han constituido la principal agresión sobre el ecosistema fluvial que ha recibido jamás el río Siurana. Han alterado gravemente los procesos y dinámicas que hasta dicho momento habían guiado su génesis y evolución geomorfológica, ecológica y biológica.

Pese a ello, la inercia ecológica del río ha permitido mantener relictualmente algunos de sus valores (como por ejemplo sus bosques de alisos o el cangrejo de río ibérico) y la integridad física de su espacio fluvial (no ha sido invadido en exceso por usos del suelo antrópicos) hace que su paisaje siga siendo a día de hoy uno de las representaciones mejor conservadas a nivel estructural de los bosques mediterráneos del sur de Cataluña.

Todo ello, junto con las cuencas que no han sido reguladas, ha facilitado que el río Siurana mantenga una resiliencia ecológica suficiente para que su ecosistema pueda recuperar su esplendor ecológico y alcanzar de nuevo un estado próximo al natural. No sabemos, no obstante, el precio que se ha pagado por la manifiesta afectación funcional que ha sufrido el ecosistema como consecuencia del trasvase, especialmente en cuanto a la pérdida de biodiversidad y a la simplificación de las ricas comunidades que dependen de los lechos fluviales y de su dinamismo ecológico.

La integridad del paisaje del río Siurana, algunos de los hábitats y especies que aún conserva, y la resiliencia ecológica que hemos mencionado, son algunos de los elementos que han motivado su protección jurídica.

2.3 La estrategia actual de conservación de los valores ecológicos del río Siurana

Introducción

Los valores ecológicos del río Siurana que han sido descritos, unidos al hecho de que su espacio fluvial aún mantenga una integridad física considerable, han hecho que dicho río pueda ser considerado uno de las representaciones más genuinas y de mayor interés ecológico del ecosistema fluvial mediterráneo de Catalunya. Pese a la erosión que como veremos están experimentando sus valores ecológicos en respuesta a algunas de las presiones que recibe, sigue siendo un elemento del patrimonio natural que es y debe de ser objeto prioritario de conservación.

Su valor y singularidad es reconocido ya por “*El pla de distribució en zones del territori (Regional Planning). Estudi preliminar i solucions provisionals. Estudis fets segons Decret del Govern de la Generalitat de Catalunya*”, encargado en 1932 por acuerdo de gobierno de la Generalitat de Catalunya, recientemente restaurada con el advenimiento de la 2ª República, a los hermanos Santiago y Nicolau M. Rubió i Tudurí. Este documento, conocido simplemente como “*Regional Planning*”, constituyó la primera propuesta de planificación territorial de Cataluña. Uno de sus principales objetivos era el reconocimiento de las zonas aptas para ocio popular, habitación familiar, parques nacionales, escuelas-jardín y balnearios con el fin de que fueran protegidos frente a los planes de desarrollo económico. En él se identifican 18 “parques y bosques reservados”, y 24 “ríos pintorescos reservados”, entre los cuales figuraba el Siurana, incluyendo su tributario Montsant (fig. 07). Como resulta notorio, ya en el *Regional Planning*, que es considerado un documento que aportó una visión pionera para la época, el río Siurana fue señalado como uno de los paisajes fluviales de la vertiente mediterránea catalana más excelsos y dignos de ser preservados.

Posteriores estudios y planes de protección territorial no tuvieron en cuenta los ríos como objetivo específico de conservación. Por ejemplo, el *Llibre Blanc de la Gestió de la Natura als Països Catalans (Institució Catalana d’Història Natural)*, publicado en 1976, solo catalogaba un espacio fluvial entre 52 zonas de interés. De un corte parecido fue la selección de 58 espacios incluidos en el Inventario Abierto de Espacios Naturales de Protección Especial, elaborado por ICONA en 1978, o la de cerca de un centenar de espacios naturales recogida en la *Llista d’espais d’especial interès natural* elaborada por la Comisión de Urbanismo de Cataluña (1981). Incluso el *Pla d’Espais d’Interès Natural de Catalunya (PEIN)*, aprobado por el Decreto 328/1992, de 14 de diciembre, dejó un gran vacío en torno a la protección de los ecosistemas fluviales.

No fue hasta la entrada en vigor de las normativas europeas de protección del medio ambiente, las cuales concretaban los valores naturales que debían de ser preservados y las obligaciones específicas que recaían sobre los estados miembros, que el río Siurana vio reconocido su singularidad ecológica y biológica. Hoy su ecosistema fluvial goza de una estricta protección, habiendo sido incluido, tanto en la *Red Natura 2000*, como en el *Pla d’Espais d’Interès Natural* de Cataluña (PEIN). Además sus valores naturales funcionales

como ecosistema deben de ser restaurados y preservados en cumplimiento a la Directiva Marco del Agua (*Directiva 2000/60/CE* del 23 de octubre de 2000).

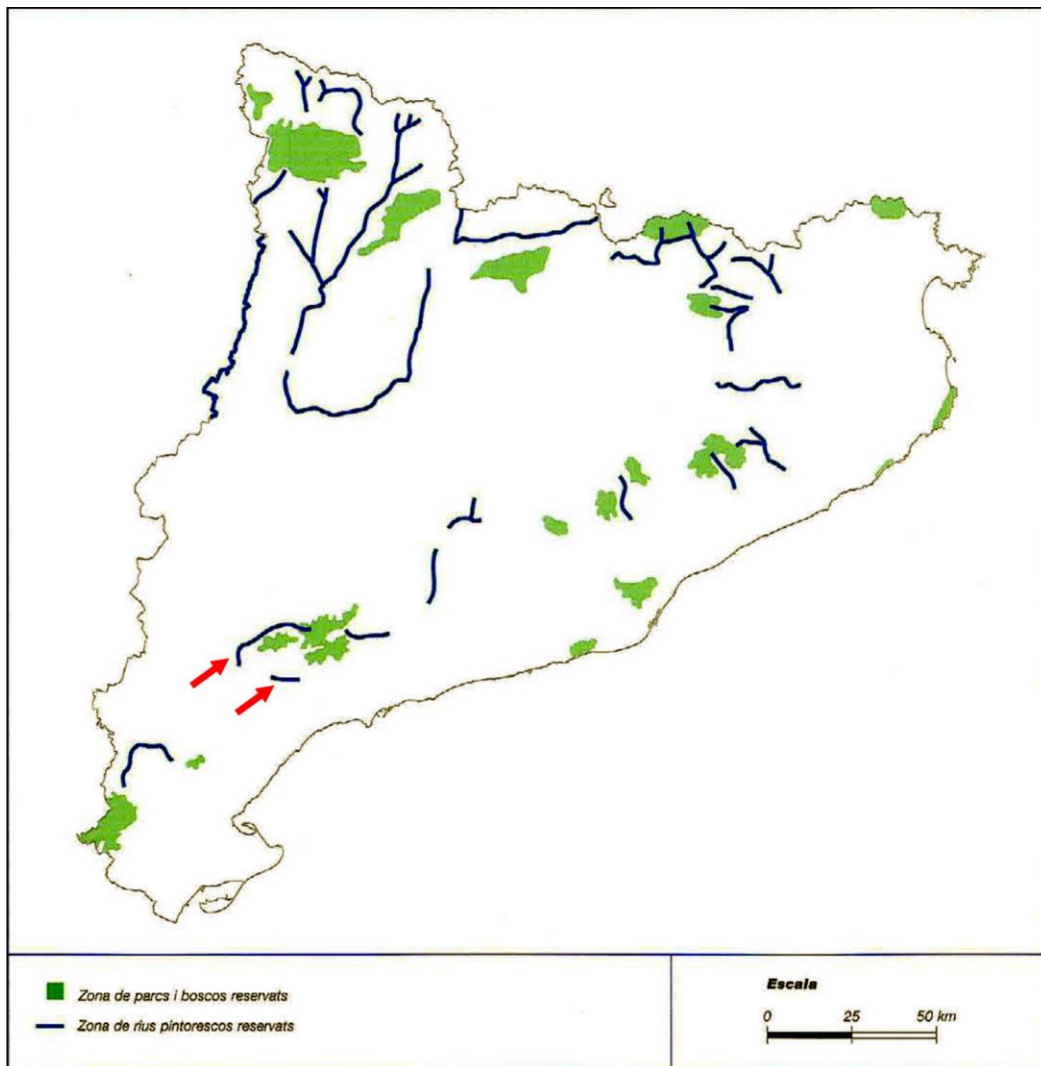


Fig. 07. Mapa de los espacios naturales de interés incluidos en el Regional Planning (1932). Las flechas señalan los ríos Montsant y Siurana (Departament de Medi Ambient, 1996). Se trata de una versión simplificada del mapa original, que puede descargarse de <http://cartotecadigital.icc.cat/cdm/ref/collection/catalunya/id/1112>.

Los indudables valores ecológicos del río Siurana, además de haberle merecido su inclusión en sendas redes de espacios naturales (PEIN y Natura 2000), han hecho que también otros instrumentos de planificación, como el *Plan Territorial Parcial del Camp de Tarragona* o los *Catálogos de Paisaje del Camp de Tarragona* reconozcan la extraordinaria importancia de su patrimonio natural y paisajístico.

En conclusión, **los notables valores ecológicos del río Siurana le han valido su inclusión en la red Catalana (PEIN) y europea (RN 2000) de espacios naturales. Su protección y designación como espacios integrantes de dichas redes viene motivado principalmente**

por el hecho de constituir un ecosistema fluvial de tipo mediterráneo de referencia, así como por albergar hábitats y especies de adscripción fluvial de singular interés biológico:

El Río Siurana y la Directiva Hábitats

La actual estrategia europea de conservación de la naturaleza ha sido edificada bajo la lógica y al amparo del mandato de la **Directiva Aves** (Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres) y de la **Directiva Hábitats** (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres). Ambas han sido traspuestas al ordenamiento jurídico español quedando integradas en la Ley 42/2007, de Patrimonio Natural y Biodiversidad.

De acuerdo con el artículo segundo de la Directiva Hábitats, esta “tiene por objeto contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres en el territorio europeo de los Estados miembros” y “las medidas que se adopten en su virtud tendrán como finalidad el mantenimiento o el restablecimiento, en un estado de conservación favorable¹, de los hábitats naturales y de las especies silvestres de la fauna y de la flora de interés comunitario.

A tal fin, ordena (Artículo 3) crear “una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación, denominada «Natura 2000». Dicha red, compuesta por los lugares que alberguen tipos de hábitats naturales que figuran en el Anexo I y de hábitats de especies que figuran en el Anexo II, deberá garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable¹, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural. La red Natura 2000 incluirá asimismo las zonas de protección especiales designadas por los Estados miembros con arreglo a las disposiciones de la Directiva 79/409/CEE.”

La Directiva traslada a cada Estado miembro la responsabilidad de designar lugares y zonas especiales de conservación (LIC y ZEC) para la constitución de Natura 2000, lo cual debía de hacerse en función de la representación que tengan en su territorio los tipos de hábitats naturales y los hábitats de especies de interés comunitario (de conformidad con el art. 4).

Además, establece, que en el marco de sus políticas nacionales de ordenación del territorio y de desarrollo y, especialmente, para mejorar la coherencia ecológica de la red Natura 2000, se esforzarán por fomentar la gestión de los elementos del paisaje que revistan primordial importancia para la fauna y la flora silvestres, como “*aquellos elementos que, por su estructura lineal y continua (como los ríos con sus correspondientes riberas [...]), resultan*

¹ Definiciones. Artículo 1.

El «estado de conservación» de un hábitat natural se considerará «favorable» cuando: [...] la estructura y las funciones específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible [...]

esenciales para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres. (artículo 10).

La trasposición normativa y el despliegue a que ha dado lugar la Directiva Hábitats en Catalunya, condujo al desarrollo de una propuesta de espacios a integrar en la Red Natura 2000 en Cataluña, que finalmente fue aprobada por el gobierno catalán el 5 de septiembre de 2006 (Acord GOV 112/2006, modificado posteriormente por otros acuerdos de gobierno).

La propuesta delimitó finalmente 115 espacios protegidos, declarados como zonas de especial conservación (ZEC), entre los cuales diversos ríos. **El río Siurana fue incluido en su totalidad en la red Natura 2000, si bien repartido en tres espacios diferentes.** La cabecera del río hasta el embalse de Siurana se sitúa en la ZEC ES5140008 - Muntanyes de Prades, mientras que el resto del curso fluvial hasta su desembocadura al Ebro se incluye en la ZEC ES5140015 - Riu Siurana i planes del Priorat, excepto un pequeño tramo de 4 km que cruza la ZEC ES5140017 - Serra de Montsant-Pas de l'Ase (fig. 08).

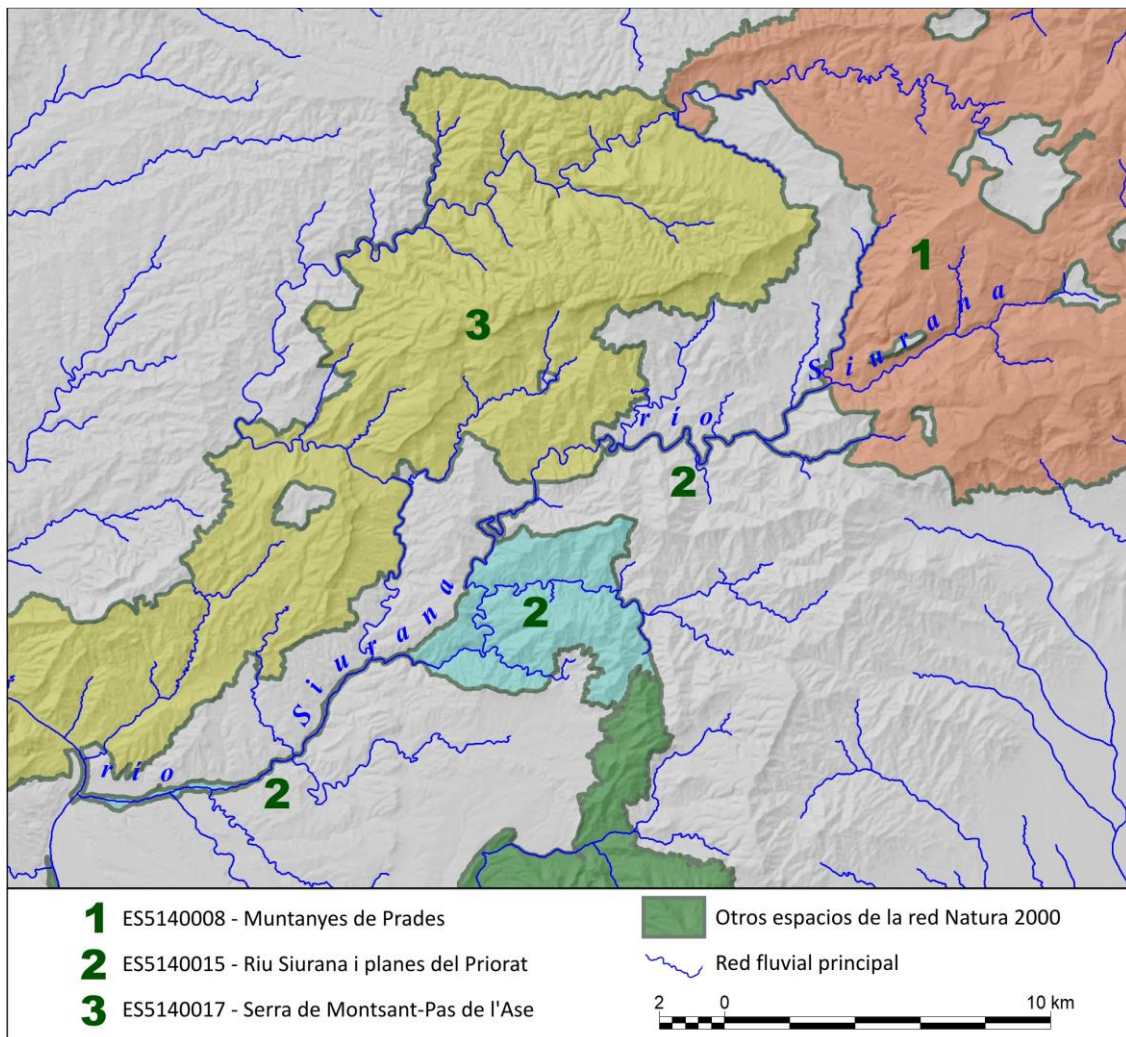


Fig.08. Mapa de la red Natura 2000 en la Cuenca del Siurana. Se numera e identifica las 3 zonas de especial conservación (ZEC) que incluyen el río Siurana.

Cada una de las ZEC dispone de una ficha oficial en la cual figuran los hábitats y especies a proteger en su ámbito. Entre los hábitats y especies objetivo de conservación cabe destacar aquellos considerador de “Interés prioritario”², así como los considerados “elementos clave” en el espacio considerado.

En el caso de la ZEC ES5140015 - Riu Siurana i planes del Priorat, que incluye la mayor parte del río Siurana, los elementos de conservación que motivaron la declaración del espacio (y que inspiran y obligan a las administraciones públicas a llevar a cabo una gestión orientada a la recuperación y preservación de los mismos) son los especificados en las tablas siguientes:

Código	Hábitat	Presencia en el espacio	Extensión (ha)	Elemento clave
3170*	Estanques temporales mediterráneos	segura	0.20	
3250	Ríos mediterráneos de caudal permanente con <i>Glaucium flavum</i>	segura	15.93	
3260	Ríos de pisos de planicie a montano con vegetación de <i>Ranuncion fluitantis</i> y de <i>Callitricho-Batrachion</i>	segura	9.45	
3270	Ríos de orillas fangosas con vegetación de <i>Chenopodion rubri</i> p.p. y de <i>Bidention</i> p.p.	segura	15.89	Sí
3280	Ríos mediterráneos de caudal permanente del <i>Paspalo-Agrostidion</i> con cortinas vegetales ribereñas de <i>Salix</i> y <i>Populus alba</i>	segura	8.11	
3290	Ríos mediterráneos de caudal intermitente del <i>Paspalo-Agrostidion</i>	segura	16.78	
5330	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos	segura	33.20	
6220*	Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de <i>Thero-Brachypodietea</i>	segura	33.99	
6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del <i>Molinion-Holoschoenion</i>	segura	2.64	
8220	Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica	segura	6.52	
91E0*	Bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i>, <i>Alnion incanae</i>, <i>Salicion albae</i>)	segura	8.06	
92A0	Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>	segura	60.74	
92D0	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (<i>Nerio-Tamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i>)	segura	49.00	Sí
9340	Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	segura	550.45	Sí
9540	Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos	segura	353.23	Sí

Tabla 02. Lista de los hábitats para cuya protección ha sido designada la ZEC ES5140015 - Riu Siurana i planes del Priorat. Los asteriscos indican que el hábitat es de “interés prioritario”. En la última columna se indica si el hábitat en cuestión es considerado “Clave” en la estrategia de conservación de este espacio Natura 2000 (ZEC). Los hábitats resaltados en negrita están directamente vinculados al ecosistemas y espacio fluvial del río Siurana.

² Definiciones. Artículo 1:

«TIPOS DE HÁBITATS NATURALES PRIORITARIOS»: tipos de hábitats naturales amenazados de desaparición presentes en el territorio contemplado en el artículo 2 cuya conservación supone una especial responsabilidad para la Comunidad habida cuenta de la importancia de la proporción de su área de distribución natural incluida en el territorio contemplado en el artículo 2. Estos tipos de hábitats naturales prioritarios se señalan con un asterisco (*) en el Anexo I;

«ESPECIES PRIORITARIAS»: las que se contemplan en el inciso i) de la letra g) y cuya conservación supone una especial responsabilidad para la Comunidad habida cuenta de la importancia de la proporción de su área de distribución natural incluida en el territorio contemplado en el artículo 2. Estas especies prioritarias se señalan con un asterisco (*) en el Anexo II;

Código	Especie	Presencia en el espacio	Superficie/Longitud en el espacio (ha)	Elemento clave
A229	Alcedo atthis	segura		
A255	<i>Anthus campestris</i>	segura		
1092	Austropotamobius pallipes	segura	12,4 km	Sí
A215	<i>Bubo bubo</i>	segura		
A243	<i>Calandrella brachydactyla</i>	segura		
A080	<i>Circaetus gallicus</i>	segura		
A379	<i>Emberiza hortulana</i>	segura		
A103	<i>Falco peregrinus</i>	segura		
A245	<i>Galerida theklae</i>	segura		
A093	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	segura		
A092	Hieraaetus pennatus	segura		
A246	<i>Lullula arborea</i>	segura		
1355	Lutra lutra	segura	11,2 km	Sí
1221	Mauremys leprosa	segura	3 n° UTM10	
1321	<i>Myotis emarginatus</i>	segura	2196,6 ha	
A279	<i>Oenanthe leucura</i>	segura		
1304	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	segura	2879,2 ha	
1303	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	segura	2200,6 ha	
A302	<i>Sylvia undata</i>	segura		
1041	Oxygastra curtisii	probable	2 n° UTM10	
1044	Coenagrion mercuriale	probable	1 n° UTM10	
1065	<i>Euphydryas aurinia</i>	probable	1 n° UTM10	
1088	<i>Cerambyx cerdo</i>	probable	1 n° UTM10	
1305	<i>Rhinolophus euryale</i>	probable	8,4 ha	
1310	<i>Miniopterus schreibersii</i>	probable	2 n° UTM10	Sí
1316	Myotis capaccinii	probable	183,3 ha	Sí
1324	<i>Myotis myotis</i>	probable	2789,7 ha	

Tabla 03. Lista de la especies incluidas en la ficha de la ZEC ES5140015 - Riu Siurana i planes del Priorat. Las especies resaltadas en negrita están directamente vinculadas al espacio fluvial del río Siurana.

Las listas reflejan la existencia de 9 hábitats y 8 especies de “interés comunitario” vinculadas al ecosistema del río Siurana. Dos de los hábitats (3170* y 91E0*) son de “interés comunitario prioritario” y dos más (3270 y 92D0) constituyen elementos clave del espacio. Entre las especies fuertemente ligadas al espacio fluvial, 3 de ellas son también elementos clave del espacio: el cangrejo de río ibérico (*Austropotamobius pallipes*), la nutria ibérica (*Lutra lutra*) y el murciélago ratonero patudo (*Myotis capaccinii*).

Tal y como ha sido anticipado, las administraciones deberán garantizar el estado de conservación favorable de los hábitats y especies, para lo cual deberán de ser redactados planes específicos de gestión de cada espacio natura 2000. En todo caso, el Acord de Govern 112/2006 por el que se aprueba la red Natura 2000 en Cataluña incluye, en su anejo 8, el documento de Directrices para la gestión de los espacios natura designados:

11.5.1 Directrius generals pels espais de muntanya interior

8- Directrius per a l'ús de l'aigua i les infraestructures hidràuliques

[...] Les condicions que han de regir aquesta activitat seran les següents:

- Les infraestructures hidràuliques han d'evitar causar perjudici a la integritat dels espais de la xarxa Natura 2000 tenint en compte els hàbitats i espècies que són objectius de conservació de cada espai. [...]

- S'identificaran els trams dels cursos fluvials que presenten discontinuïtats en l'hàbitat fluvial (preses, rescloses, assuts, etc.) i es proposaran les mesures correctores oportunes que garanteixin la continuïtat (escales de peixos, etc.) i la millora de l'hàbitat fluvial, d'acord amb el Pla Hidrològic de Catalunya i els Plans sectorials i zonals de cabals de manteniment. [...]

- Les autoritats competents hauran de vetllar per tal que les extraccions preexistents, en el marc de la legislació sectorial que les regula, puguin garantir les següents condicions: que no s'excedeixi [...] la permanència de cabals superficials aigües avall de l'extracció o la permanència del règim hídric natural de les zones humides existents en l'àmbit del Pla [...]

Por otro lado, la gestión de los elementos protegidos está definida en el anexo 6 del Acuerdo GOV/150/2014, que además de relacionar unas directrices de carácter general incluyen fichas específicas para cada espacio. La correspondiente a la ZEC ES5140015 - Riu Siurana i planes del Priorat expresa los siguientes objetivos generales:

Objetivo marco: Mantener en un estado de conservación favorable los hábitats y las poblaciones de las especies presentes en el espacio.

Objetivos de conservación: Alcanzar los objetivos de conservación, principal y secundarios, definidas a las fichas correspondientes a los elementos considerados como Elementos Clave.

Por otra parte, se relaciona una serie de medidas de conservación, entre las cuales cabe destacar las siguientes en relación al río Siurana:

Gestión preventiva

Evaluación y control de las actuaciones que produzcan drenajes, captaciones o que puedan impedir la llegada de agua tanto superficial como freática (92Do, Austropotamobius pallipes, Myotis capaccinii).

Depuración de los efluentes agroganaderos, urbanos e industriales que se vierten en el hábitat para de reducir el aporte de materia orgánica y controlar el exceso de nutrientes (92Do).

Mantenimiento del caudal ecológico de los ríos definido en el Plan sectorial correspondiente, en especial en los tramos regulados, evitando la sustracción de agua en períodos que no se mantenga este caudal (92Do, Austropotamobius pallipes, Lutra lutra, Myotis capaccinii).

Regulación de los dragados, canalizaciones o implantación de actividades extractivas que puedan modificar el cauce y el caudal del río donde se encuentre presente el hábitat (3270).

Redacción de planes

Redacción de un plan de ordenación de las actividades y usos recreativos fluviales en los tramos con presencia del hábitat (3270).

Recuperación de especies amenazadas - refuerzos poblacionales

Fomento de la recuperación de poblaciones extintas, mediante translocaciones /reintroducción previo estudio detallado en zonas donde no haya especies alóctonas competidoras (Austropotamobius pallipes)

Recuperación de especies amenazadas - eliminación de riesgos

Corrección de puntos negros de atropello de la especie (*Lutra lutra*)

Control de especies exóticas

Control y erradicación puntual de poblaciones de cangrejos de río exóticos en zonas con presencia de cangrejo autóctono y en zonas cercanas (*Austropotamobius pallipes*)

Gestión o restauración de ecosistemas / hábitats

Mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuados (3270, 92Do, *Austropotamobius pallipes*)

Restauración de áreas degradadas

Restauración de los lugares más degradados del tipo de hábitat en base a una identificación y valoración del estado de conservación (92Do).

Regulación del uso público

Evaluación de las repercusiones y ordenación, en su caso, de las actividades y usos recreativos en los tramos de río relevantes para la especie (*Lutra lutra*)

Ordenación y/o restricción de acceso a los sitios de interés para la especie (cuevas de cría y de invernada) (*Miniopterus schreibersii*, *Myotis capaccinii*)

Aprovechamiento sostenible forestal

Fomento de la gestión forestal dirigida al mantenimiento de la madurez y naturalidad de los bosques de ribera y aumentar su extensión (*Lutra lutra*, *Myotis capaccinii*)

El “Pla d’Espais d’Interès Natural” (PEIN) de Cataluña

Tal y como hemos anticipado, durante la elaboración del *Pla d’Espais d’Interès Natural de Catalunya* (PEIN), aprobado por el Decreto 328/1992, de 14 de diciembre, se desatendió manifiestamente la singular importancia biológica y ecológica de los espacios fluviales del territorio catalán. Pese a ello, esa deficiencia fue corregida a través de la “Llei 12/2006, del 27 de juliol, de la Generalitat de Catalunya” la cual tenía por objeto, entre otros, la modificación de la *Llei 12/1985, d’espais naturals*.

A través de dicha modificación, recogida en su capítulo segundo, se añadía una apartado en el artículo 16 de la Ley 12/1985 por el cual “La declaración como zona especial de conservación (ZEC) o como zona de protección especial para las aves (ZEPA) implica la inclusión automática en el *Pla d’espais d’interès natural*”.

La modificación de la ley de espacios naturales comportó la inclusión del río Siurana en el *Pla d’Espais d’Interès Natural*, al cual pertenece desde julio de 2006.

Por otro lado, en 2011 se completó la redacción del Plan Especial del espacio natural de Montsant (MN Consultores en Ciencias de la Conservación, 2011). Una de las propuestas que incluye dicho plan (*Informe sobre la proposta d’inclusió d’una part de l’ENP Riu Siurana - Planes del Priorat a l’ENP Serra de Montsant*), plantea la reasignación del tramo del río

Siurana entre la desembocadura del río de Arbolí y la entrada en el ENP Serra de Montsant a este último espacio por razones de coherencia geográfica y por sus elevados valores naturales, que se beneficiarían de la gestión directa desde la unidad de gestión de Montsant, puesto que este último posee la categoría de espacio natural de protección especial. Aunque el Plan Especial se encuentra todavía pendiente de tramitación, la propuesta pone de relieve los importantes valores naturales del río Siurana y plantea la necesidad de que sean gestionados de manera directa y específica dotándolos de una mayor protección. Además, establece una delimitación a una escala más detallada que abarca la totalidad del espacio fluvial en dicho sector (Figura 09).



Fig. 09. Mapa de la red Natura 2000 en la Cuenca del Siurana. Se numera e identifica las ZEC que incluyen el río Siurana.

Directiva Marco del Agua

Como hemos visto, la protección que confiere la Directiva Hábitats al río Siurana, si bien es concreta en la protección física y funcional del espacio natural 2000 al cual pertenece, lo cierto es que se basa finalísticamente en la preservación de hábitats y especies, es decir, en elementos concretos de la biodiversidad.

En dicho sentido, la Directiva Marco del Agua (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) refuerza la protección funcional del ecosistema, dado que no apela a la conservación de elementos precisos que forman parte constitutiva del ecosistema, sino que exige la conservación de la integridad de dicho ecosistema en su conjunto, también, y sobre todo, desde el punto de vista de su funcionamiento ecológico. Así, su artículo cuarto, establece los objetivos ambientales para las aguas superficiales como sigue:

- a) para las aguas superficiales :

- i) los Estados miembros habrán de aplicar las medidas necesarias para prevenir el deterioro del estado de todas las masas de agua superficial, [...]
- ii) los Estados miembros habrán de proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua superficial, [...]

Esta obligación se ha materializado en otras exigencias de mayor concreción, relacionadas con la identificación y tramificación de los ríos al efecto de determinar unidades de gestión, y con su caracterización y seguimiento ecológico. Dicho seguimiento ello deberá de permitir poder monitorizar el estado ecológico³ en que se encuentra cada río y comprobar la eficiencia de las medidas de gestión implementadas que, de acuerdo con el mandato de la directiva, buscan la recuperación del ecosistema. En aplicación de dichos procesos de planificación, gestión y seguimiento de los ecosistemas fluviales, en el eje principal del río Siurana se han definido las unidades de gestión (masas de agua) siguientes:

Código	Nombre	Observaciones
ES091MSPF171	Río Siurana desde la Presa de Siurana hasta el río Cortiella y el trasvase de Ruidecañas	Pese a su denominación, incluye también las cabeceras del Siurana aguas arriba del pantano.
ES091MSPF173	Río Siurana desde el río Cortiella y el trasvase de Ruidecañas hasta el río Montsant.	
ES091MSPF174	Río Siurana desde el río Montsant hasta el río Asmat.	
ES091MSPF174	Río Siurana desde el río Asmat hasta su desembocadura en el río Ebro.	

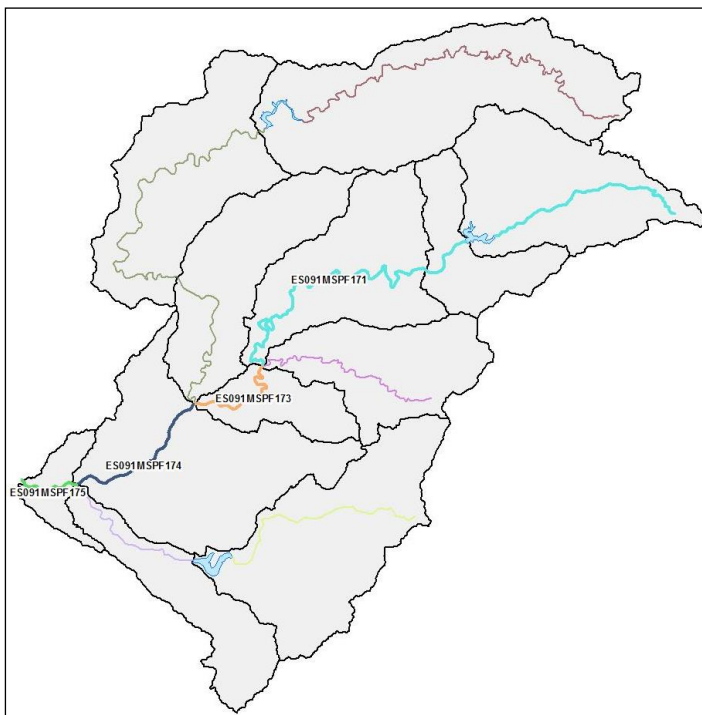


Tabla 04 y Figura 10. Unidades de gestión o masas de agua que han sido definidas por la Confederación hidrográfica del Ebro en aplicación de la Directiva Marco del Agua (4 para el eje principal del río Siurana).

³ Artículo 2. Definición:

"estado ecológico": una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales, que se clasifica con arreglo al anexo V

De acuerdo con el mandato de la DMA, la integridad ecológica de las masas de agua del río Siurana debería de alcanzarse en unos plazos determinados, de acuerdo con el plan hidrológico de la cuenca. El mandato es incuestionable, pero exige afrontar un reto de difícil resolución: determinar satisfactoriamente el estado ecológico en que se encuentra cada masa de agua, e identificar las causas que subyacen en él. Para masas de agua cuyas presiones e impactos son principalmente de tipo hidrogeomorfológico (físico y morfofuncional), como por ejemplo aquellas afectadas por fuertes regulaciones hidrológicas, dicho desafío técnico se encuentra muy lejos de ser resultado. En los ríos de la cuenca del Ebro tan solo ha sido aplicado el índice QBR (Índice de Calidad del bosque de ribera) (Munné et al., 2003), una sencilla metodología que tan solo permite constatar impactos relacionados principalmente con la destrucción directa del bosque de ribera y que, en consecuencia, a nuestro criterio no aporta un diagnóstico real del estado hidromorfológico del río y de la trascendencia de dicho estado sobre la funcionalidad ecológica del mismo. Aunque nuevos protocolos están ya siendo desarrollados y serán de aplicación los próximos años, tampoco parece probable que aporten una solución definitiva (MN Consultores en Ciencias de la Conservación, 2016).

A día de hoy, la Confederación Hidrográfica del Ebro ha clasificado como “Alta”, tanto la presión por *alteración de caudales naturales*, como la presión por *alteración morfológica* aguas abajo del embalse de Siurana. No obstante, el efecto real de dicha presión sobre el ecosistema no se ha visto aun reflejada en la determinación del *estado ecológico* dado que, como hemos anticipado, este no integra una evaluación real del estado hidrogeomorfológico del río.

En síntesis, consideramos que la correcta evaluación del estado ecológico en que se encuentra el río Siurana no ha sido llevada a cabo satisfactoriamente a día de hoy. En todo su ecosistema fluvial caso deberá de poseer un estado ecológico satisfactorio, en términos de naturalidad y funcionalidad, en el futuro.

3. ANÁLISIS DE LA EXPLOTACIÓN HIDROLÓGICA DEL TRASVASE

3.1 Antecedentes y descripción del sistema de trasvase

En el apartado anterior hemos esbozado las principales características que explican cuál serían las dinámicas y la estructura del ecosistema fluvial del río Siurana en unas condiciones próximas a las naturales o, dicho de otro modo, en ausencia de las principales influencias que a día de hoy modifican su funcionamiento y ecología, y que no son otras que la presencia de los embalses de Siurana, Margalef, la Vilella Baixa y Els Guiamets, y los usos consuntivos que se efectúan a partir de los mismos.

Dado que en adelante (capítulo cuarto) procedemos a analizar los efectos concretos que el trasvase de Siurana-Riudecanyes ha provocado sobre el ecosistema fluvial, introducimos aquí una caracterización de las estructuras, del funcionamiento y del modelo de gestión y explotación de recursos hidrológicos del mismo.

Dicho trasvase Siurana-Riudecanyes tiene una larga historia que, brevemente, puede ser resumida en los hitos siguientes (véase Figura 11A):

- 1897: el ayuntamiento de Reus, ante la dificultad para el abastecimiento urbano, encarga un estudio para captar agua en diferentes localizaciones, entre ellas el río Siurana. Ya se contemplaba en este documento el transporte del agua del Siurana hasta la riera de Riudecanyes mediante un canal.
- 1901: el ayuntamiento de Reus impulsa la constitución de la *Comisión de Pantanos*.
- 1903: se proyecta la construcción del embalse de Riudecanyes.
- 1918: entra en servicio el embalse de Riudecanyes, con una capacidad de 2,9 hm³.
- 1919: se proyecta el canal para transportar las aguas del río Siurana al embalse de Riudecanyes.
- 1930: se aprueba el proyecto de construcción del canal de trasvase Siurana-Riudecanyes
- 1950: entra en servicio el canal de trasvase Siurana-Riudecanyes derivando las aguas del río Siurana a partir del azud de la Venda del Pubill.
- 1968: para garantizar el suministro al embalse de Riudecanyes también en años secos, se inician las obras del embalse de Siurana.
- 1972: el embalse de Siurana empieza a funcionar a pleno rendimiento.
- 1991: se realizan las obras de recrecimiento del embalse de Riudecanyes, pasando a una capacidad de 5,3 hm³.

El sistema Siurana-Riudecanyes, pues, se compone de cuatro elementos clave: los embalses de Siurana y Riudecanyes, el canal de trasvase y el azud al inicio de este último (Figura 11A).

El embalse de Siurana tiene una capacidad útil estimada de entre 12,22 (ACA, 2018a) y 12,43 hm³ (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2018) y está provisto de una presa de gravedad de 62 m de altura desde la cimentación, ocupando una superficie de unas 80 ha. La aportación media anual de la cuenca que lo alimenta, de acuerdo con los resultados de los modelos teóricos de precipitación-escorrentía, es de 8,9 hm³, lo que resulta en una **tasa de regulación de 1,4**. Probablemente, **esta tasa tenga un valor real mayor**, habida cuenta de la sobreestimación de las escorrentías que parece proporcionar el modelo hidrológico citado (modelo Sacramento). Es por ello que desde su puesta en marcha (1971) hasta hoy, solamente ha superado los 12 hm³ en 13 ocasiones, de forma puntual. A lo largo de estos 47 años, el volumen almacenado medio ha sido de 6,75 hm³. **La superficie drenante que vierte al vaso del embalse de Siurana y que por lo tanto queda regulada por dicho pantano es de 60 km², lo que representa en torno al 10% de la cuenca total del río.**

El embalse de Siurana puede considerarse **impermeable al flujo de caudales sólidos** que transitan mediante transporte de fondo (arrastre, saltación) y la mayor parte de los finos transportados en suspensión (que quedan atrapados en el fondo del pantano por decantación).

Por su parte, el embalse de Riudecanyes fue recrecido en 1991, con lo que pasó de una capacidad útil de 2,9 a 5,3 hm³. La cuenca receptora es de 28,6 km² (un 0,40 % de la cuenca total de la riera de Riudecanyes) y la aportación media anual en régimen natural, de 3,4 hm³. Posee una presa de arco-gravedad de 51 m de altura y su vaso ocupa una superficie de 30 ha. Se dispone de medidas de almacenaje desde 1978. A lo largo de los últimos 40 años, el volumen medio almacenado ha sido de 2,08 hm³.

El canal de trasvase es una construcción subterránea con una sección de 1,1 m de anchura por 1,8 m de altura, **capaz de transportar caudales de hasta 4 m³/s**. Tiene una longitud de 9,8 km y desagua en el barranco dels Masos, en el término municipal de Duesaigües, curso que alimenta el embalse de Riudecanyes.

Se desconoce la fecha de construcción de azud que deriva las aguas hacia el canal (azud de la venta del Pubill), pero la fotografía aérea revela que ya estaba construido en 1946. Está formado por una presa de unos 5 m de altura y 100 m de longitud de coronación. A pesar de su modesto tamaño resulta una efectiva trampa de sedimentos por lo que tiende rápidamente a la colmatación. En el momento de redactar el presente informe se desconoce la gestión de los sedimentos que se lleva a cabo, si bien hemos podido constatar a través de las imágenes aéreas que ha sido vaciada en diversas ocasiones.

La concesión del uso del agua del Siurana **fue otorgada** por el Ministro de Fomento a favor de la Comunidad de Regantes del Pantano de Riudecanyes el año 1930, **con un caudal de 2000 l/s, que resulta derivable únicamente después de liberar 200 l/s aguas abajo**. El caudal de concesión fue **posteriormente aumentado a 4000 l/s** por una Orden Ministerial de 1935.

Si bien antes de la entrada del sistemas SAIH se disponía de la medición de tan solo algunos datos (medias diarias de niveles de pantano, salidas de compuertas, y caudales derivados desde el azud), hoy día el sistema se encuentra sensorizado en su globalidad y reporta lecturas prácticamente en continuo (Figura 11B):

- (1) el embalse de Siurana dispone de dos caudalímetros en la cola del pantano para el aforo de las afluencias superficiales, datos limnimétricos del nivel de la lámina de agua (volumen de reserva), medición de los caudales liberados a través de la obertura de compuertas, estación de aforo de las pérdidas en la base de la presa, y datos de caudales derivados directamente desde el embalse a cargo del TOPOGRAPO (abastecimiento urbano) y el riego local. Estas dos últimas detracciones son medidas por separado.
- (2) El azud de la Venta del Pubill posee lectura y almacenamiento de datos limnimétricos (niveles de la lámina de agua), y de los caudalímetros de la derivación y del canal de desagüe.
- (3) Aguas debajo del azud se dispone de una estación de aforo de los caudales que circulan por el cauce del río Siurana la cual es titularidad de la Agencia Catalana del Agua (código EA041b).
- (4) El pantano de Riudecanyes también se encuentra sensorizado, tanto en su entrada, a través de la estación de aforo con código EA014 (debe tenerse en cuenta que esta estación también afora las aguas fluyentes que provienen de la cabecera del barranco dels Massos y que también son almacenadas en el pantano), como mediante limnógrafos (niveles y reserva estimada) y en su salida hacia la riera de Riudecanyes.

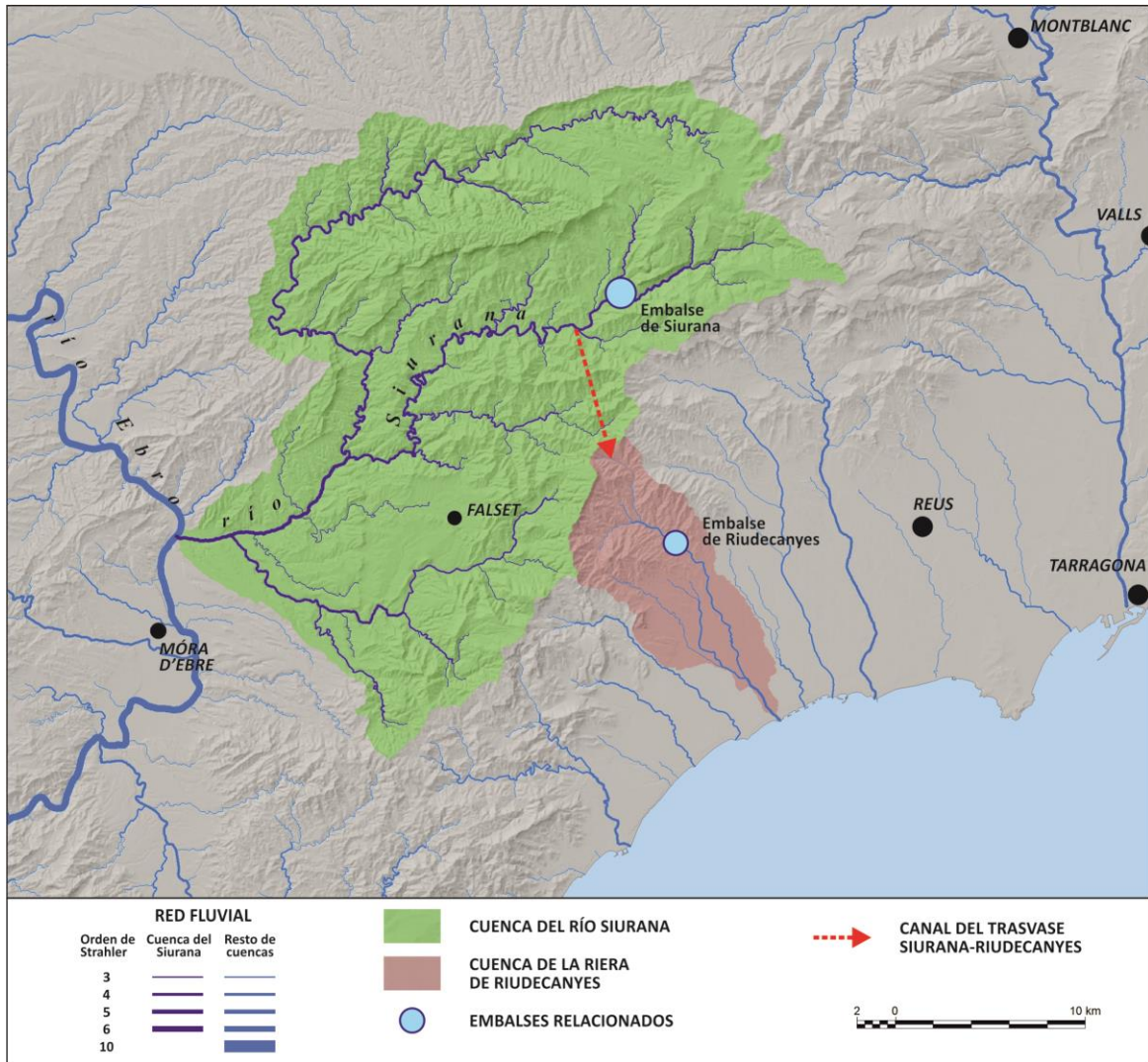


Figura 11A. Mapa de situación que esquematiza geográficamente el trasvase entre la cuenca del río Siurana (Cuenca hidrográfica del Ebro) y la Riera de Riudecanyes (Cuenca Interna de Cataluña). (Fuente: Elaboración propia).

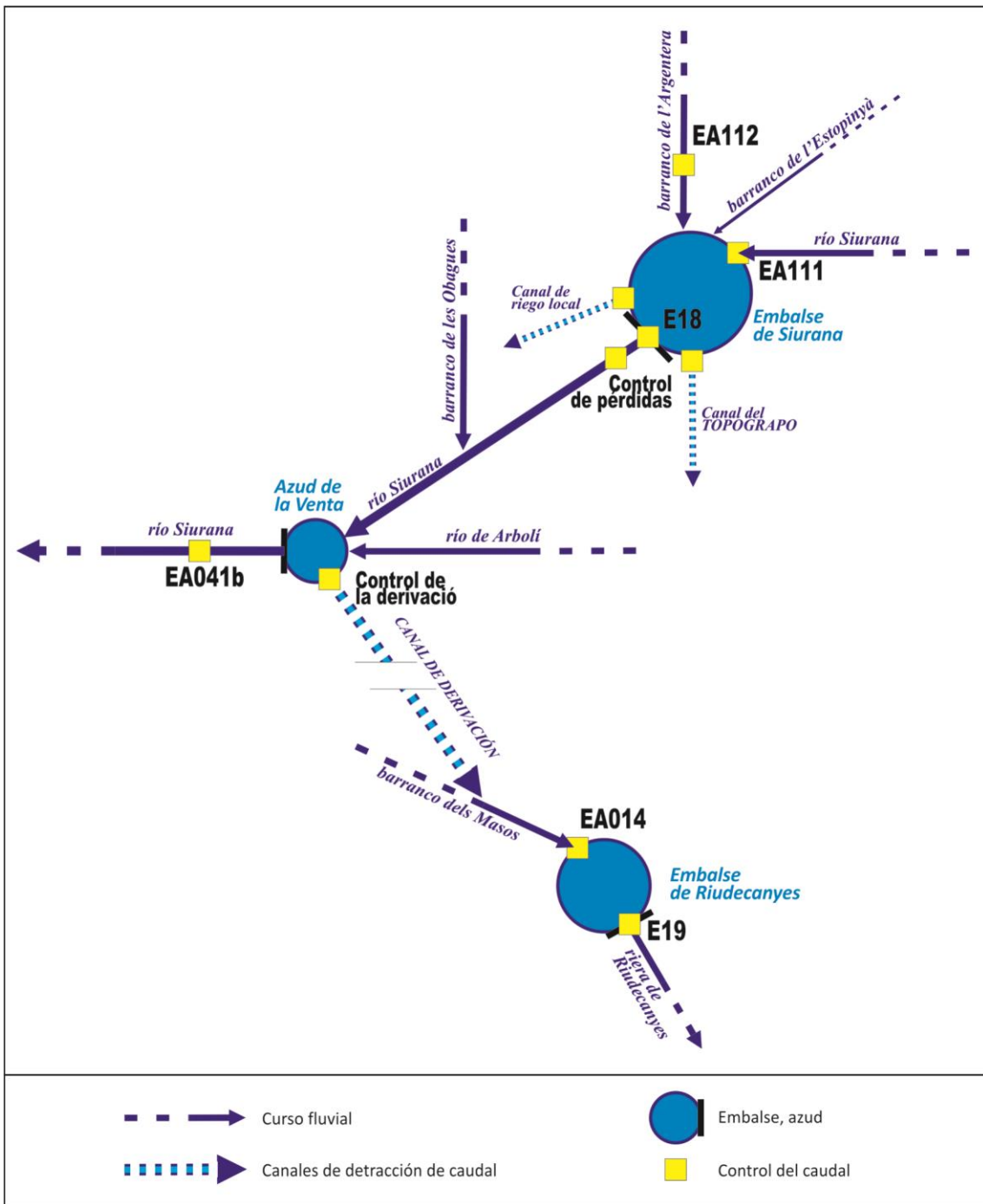


Fig. 11B. Esquema de funcionamiento y sensorización sistema de trasvase Siurana-Riudecanyes. Solamente los datos de los caudalímetros codificados están disponibles en internet. (Fuente: Elaboración propia).

3.2 Análisis de la alteración del régimen natural de caudales

El funcionamiento del sistema es simple y la magnitud y esquema general de las detracciones hidrológicas es conocido. El embalse de Siurana constituye el principal reservorio, y su función consiste en almacenar el agua a trasvasar al embalse de Riudecanyes. De acuerdo con las necesidades de la Comunidad de Regantes, se producen desembalses episódicos desde el embalse de Siurana. El agua así liberada desde el pantano circula por el lecho del río Siurana hasta el azud de la Venta del Pubill, desde donde es derivada la mayor parte del caudal al embalse de Riudecanyes a través del canal de trasvase.

En consecuencia con este sistema funcionamiento, a los efectos de evaluar el impacto ecológico del trasvase debe de diferenciarse dos subtramos, el que va desde la infraestructura de regulación (embalse) hasta la de derivación (azud de la venta del Pubill), y el de aguas abajo del dicho azud. En los apartados subsiguientes se expone sintéticamente el régimen hidrológico que impera en ambos subtramos como consecuencia del trasvase.

3.2.1 Régimen de caudales entre el embalse de Siurana y el azud de derivación

En el momento en que es emitido el presente informe no se ha podido tener acceso a todos los datos hidrológicos acumulados desde la entrada en funcionamiento de cada uno de los sensores del sistema. Tan solo hemos dispuesto de algunas series accesibles 'on line' a través de la página web de la Agencia Catalana del Agua (ACA). Para un análisis en detalle del modelo de gestión del trasvase y para poder disponer de una mejor comprensión de los efectos ambientales del mismo, será necesario procesar, corregir y analizar la totalidad de las series históricas de todos los sensores, que deberán de ser aportadas por la ACA.

Pese a lo anterior, hemos podido analizar la pequeña serie en continuo de la que se dispone para el período 2008-2012, y 2017/2018 (véase Figura 12).

Aunque el período disponible sea corto (aproximadamente 5 años y medio: 8/1/2008-28/2/2012 y 1/1/2017-22/7/2018), es útil analizar las entradas y salidas del embalse de Siurana y del azud de derivación a partir de los valores ofrecidos por los caudalímetros.

El régimen hidrológico que se libera desde el pantano y que se encuentra grafiado en la figura 12 con un trazado rojo, es el que -a grandes rasgos- circula por superficie hasta la venta del Pubill, enclave en el que se produce la derivación de caudal del trasvase. De hecho, dicha figura representa también los caudales diarios medios de entrada al embalse (suma de las medidas de las estaciones EA111 y EA112, corregida con las aportaciones de la fracción no medida de la cuenca afluyente al vaso del embalse, un 17%), además de los caudales diarios medios de todas las salidas (cuyos valores integran la suma de los caudales que se entregan al TOPOGRAPO y a los regantes locales, y los caudales que continúan por el río Siurana).

Por una parte, es destacable el hecho de que el caudal diario medio de las entradas al embalse ($0,129 \text{ m}^3/\text{s}$) sea netamente superior al de las *salidas totales* ($0,093 \text{ m}^3/\text{s}$)⁴, lo cual puede estar reflejando las **pérdidas por evaporación, infiltración al subsuelo y filtración a través de la presa**. No obstante, también podría ser posible que durante el periodo temporal que cubre la serie hubiese habido una tendencia a dejar almacenado parte del caudal.

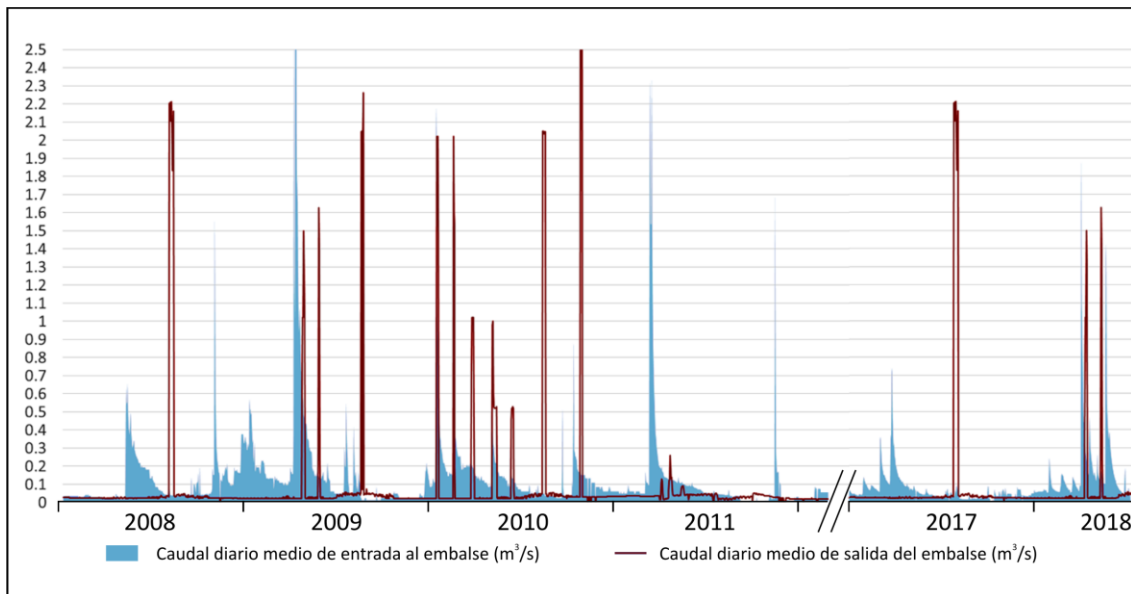


Fig. 12. Caudales medios diarios de entrada (en azul) y de salida del embalse de Siurana (línea roja), en los períodos reflejados. La gráfica contrapone por lo tanto el régimen hidrológico natural del río Siurana en el embalse, respecto al régimen de caudales de salida aguas abajo (que resulta del modelo de gestión del embalse).

En todo caso, lo más destacable es **que el ritmo de los caudales de salida que circulan a través del cauce⁵ en nada se parece al de las entradas. El régimen natural de caudales se encuentra totalmente transmutado en este tramo:**

Las **ENTRADAS (régimen natural real) dibujan hidrogramas con una patente variabilidad interanual**, característica del régimen pluviométrico mediterráneo. Intraanualmente están marcadas por la presencia de ciclos constantes (en respuestas a las estaciones climáticas), pero son no obstante heterogéneas y cambiantes a lo largo del tiempo; oscilan pues permanentemente, y en ocasiones de modo repentino en respuesta a episodios pluviométricos más o menos intensos y súbitos que se presentan con cierta recurrencia. La magnitud de dichas avenidas de alta frecuencia es también variable, pero estas se expresan siempre con tasas de crecidas rápidas (fieles a la respuesta hidrológica que habíamos

⁴ Las *salidas totales* incluyen la estimación del agua que sale por las compuertas de fondo, más las derivaciones que se efectúan directamente desde el embalse (TOPOGRAPO y cultivos locales).

⁵ Las salidas a través del cauce son en general constantes y parecen encontrarse relacionadas con pérdidas por fallos en el cierre de las compuertas de desagüe.

previsto para la cuenca) y de defluencia progresiva (lenta). Su diversidad y riqueza es patente (área azul Figura 12).

Por contraposición, las **SALIDAS (régimen alterado) poseen un patrón de gestión bimodal** (línea roja Figura 12): únicamente se mantienen unos **caudales de base extremadamente reducidos y monótonos** en cuanto a su magnitud (constantes), y unos **caudales de desembalse**, que se expresan como pulsos o picos de liberación súbita de caudal. Estos últimos poseen una cierta recurrencia y una magnitud también similar (siempre por debajo de los 2,5 m³)

Los primeros, los **caudales de base** que son liberados, claramente constantes u homogéneos, se corresponden a grandes rasgos con las pérdidas que poseen las compuertas de salida (por un cierre deficiente), que se estiman en menos de 20 l/s, y pequeños consumos del TOPOGRAPO o regantes locales (que serían muy menores). **Son prácticamente constantes a lo largo de toda la serie (no poseen ninguna diversidad intranual o interanual)** (Figura 12).

De hecho, aunque no sucede en el caso de las entradas, las salidas sí que han sido medidas para un periodo mucho más largo del que ofrece la Figura 12. Dicho aforo (estación E18, Figura 11B) ha dado lugar a una serie que va desde 1971 a 2018 (17.312 días, 47,4 años). Las estadísticas básicas de la serie quedan reflejadas en la Tabla 05. En ella ofrecemos un análisis disgregado para los dos tipos de patrones de funcionamiento en que consiste el patrón bimodal: *caudales de base* (que hemos considerado iguales o menores a 50 l/s, y *caudales de desembalse* de caudal (de más de 50 l/s).

Los datos aportados por la *Tabla 05* nos revelan, que **los caudales de base, además de ser prácticamente constantes y por lo tanto poseer un rango de diversidad intra o interanual pobrísimo** (tal y como nos muestra la figura 12), **son también muy pobres en magnitud (media de 10,6 L/s; mediana 0,0 L/s)**. Dicho de otro modo, a efectos ecológicos son **próximos a nulos**.

Podemos decir, en definitiva, que **desde el embalse no se implementa ningún régimen de caudales ecológicos**, y que las exiguas salidas que se constatan fuera de los periodos de desembalse se corresponden con los reducidos aprovechamientos locales (TOPOGRAPO, regantes) o con pequeñas pérdidas de las compuertas de fondo. En definitiva, **el régimen hidrológico natural se encuentra prácticamente anulado aguas abajo del embalse**.

Por lo tanto, fuera de los periodos que hemos descrito como “de caudal de base”, se diferencian únicamente unos desembalses que son inducidos desde las compuertas de fondo y que deben asimilarse a la entrega de caudal al trasvase Siurana-Riudecanyes. La obertura de compuertas obedece a consignas que determinan la liberación de caudales, y que parecen ser repentinas. Los hidrogramas asociados a dichas entregas de caudal podrán ser trazados cuando se disponga de datos minutales, lo que permitirá conocer con mayor precisión las tasas de crecida y de deflación (tasas de cambio) e interpretar sus efectos ecológicos. En todo caso, el análisis de las medias diarias ya permite apreciar que los picos de liberación de caudal parecen conllevar, como se ha dicho, un hidrograma de ciclo súbito

con tasas de deflación muy contundentes, que no se corresponden con las que se producirían de modo natural, lo cual posee unas consecuencias nefastas para las comunidades biológicas.

Caudales basales (≤ 50 l/s)	Media (l/s)	10.6	79.26%
	Mediana (l/s)	0.0	
	N días	13722	
	N años	37.57	
Caudales desembalse (> 50 l/s)	Media (l/s)	1040.2	20.73%
	Mediana (l/s)	703.9	
	N días	3588	
	N años	9.82	
Total caudales serie	Media (l/s)	224.0	100.00%
	Mediana (l/s)	10.4	
	N días	17312	
	N años	47.40	

Tabla 05. Estadísticas básicas (promedios, medianas, número de días y su proporción en años) de los caudales medios diarios de salida del pantano para el periodo 1971-2018

Dichas crecidas son **picos de desembalse de distribución aleatoria que, como advertíamos, a diferencia de las avenidas naturales, tienen un descenso igualmente abrupto**. Además, **las crecidas inducidas se producen en algunos casos desplazadas desde el punto de vista fenológico** (tienen lugar en épocas en que de manera natural no se producirían), lo que posee unas consecuencias ecológicas y biológicas profundamente negativas (como hemos visto en el apartado referido al análisis del régimen natural del río Siurana, las pequeñas crecidas de una cierta recurrencia nunca se producen durante los meses de julio y agosto).

En conclusión, la simple observación de la Figura 12 nos ofrece una imagen de síntesis muy significativa del grado en que **el rico abanico de caudales que de manera natural posee el río Siurana (azul) se ve simplificado en dicho patrón hidráulico bimodal**.

EN RESUMEN, entre el embalse (estructura de regulación) y el azud de la Venta del Pubill (estructura de derivación) circula un régimen de caudales profundamente alterado, resultado de un modelo de gestión que transforma el rico y diverso régimen natural que entra por la cola de pantano, en un régimen simplificado del tipo siguiente:

- 1) Se impone un patrón de *caudales de base* de muy baja magnitud (próximos a nulos), y monótono a lo largo del tiempo (sin variabilidad internaual, ni ni intraanual). Ese patrón se mantienen durante el 79,3 % del tiempo.
- 2) El patrón de *caudales de base*, solo se interrumpe puntualmente para dar lugar a *caudales de desembalse* que sirven para entregar las aguas al azud de derivación del trasvase. Dichos desembalses crean pulsos súbitos, cuya magnitud también es monótona (siempre en torno a los 2 m³) y no aporta ninguna variabilidad intraanual, no respetan las frecuencias ni las tasas de cambio naturales (tasas de crecida y

deflación), y se producen frecuentemente en asincronía con las crecidas naturales (en meses en que de manera natural no se producirían).

- 3) Por efecto del pantano este subtramo no posee prácticamente caudales sólidos asociados al caudal líquido, lo cual transmuta físicamente el hábitat fluvial del cauce.

3.2.2 Régimen de caudales aguas abajo del azud de la Venta del Pubill

El régimen de caudales que resulta de integrar los efectos de la regulación (embalse) y de la detracción hidrológica (derivación hacia el trasvase), es el que posee una mayor trascendencia, dado que sus consecuencias se difunden sin límite aguas abajo afectando el ecosistema del río Siurana hasta su desembocadura en el río Ebro. Ese régimen, es el que podemos encontrar aguas abajo del azud de la venta del Pubill, punto a partir del cual ya se integran las dos consecuencias del trasvase desde Siurana a Riudencanyes: la modulación del pantano (que como hemos visto en el apartado anterior transforma los ricos patrones naturales en patrones extremadamente simples) y la detracción del azud (que cercena posteriormente los recursos hidrológicos trayéndolos del ecosistema).

Por otro lado, cabe advertir que existen dos pequeñas detracciones consuntivas que se producen desde hace algunos años desde el embalse: el denominado “TOPOGRAPO” (de apoyo al abastecimiento de boca) y el riego local. Sin embargo, estas no se encuentran vinculadas ni requieren de la existencia del embalse (la construcción de la presa y la gestión de ésta obedece y se encuentra orientada exclusivamente a dar servicio al trasvase), y además ambos aprovechamientos pueden ser considerados cuantitativamente menospreciados a los efectos que nos interesan. Por lo tanto, todos los efectos ecológicos del sistema en su conjunto embalse-azud-derivación son atribuibles íntegramente, tanto desde el punto de vista funcional como ecológico, al trasvase autorizado.

Pese a lo anterior, **posee un interés indudable diferenciar los efectos que se derivan de la existencia y del modelo de gestión del embalse, de los que tienen relación con la detracción y derivación de caudal desde el azud de la venta del Pubill. Es algo que intentamos hacer en los párrafos subsiguientes**, si bien advertimos que dicha diferenciación no resulta sencilla ni puede siempre establecerse con criterios nítidos: tanto las pautas que marcan las políticas de almacenaje como las consignas que ordenan la liberación de caudales obedecen única e invariablemente al objetivo de satisfacer y optimizar los requerimientos de caudal del trasvase.

La serie más larga de la que disponemos de datos de aforo de entradas al pantano (Figura 11B: EA 11 y EA112) y de mediciones aguas abajo del azud (Figura 11B: EA 041b) para poder confrontarlas y evaluar así el grado de alteración del régimen de caudales, es la que se muestra representada en la Figura 13, de poco más de 1,5 años (desde el 01/01/2017 hasta el 22/07/2018).

Para poder conocer cuál sería el *régimen natural* que existiría en el azud de la Venta del Pubill en ausencia de trasvase, hemos construido la serie de *caudales medios diarios* del periodo mencionado tomando la del régimen de salidas del embalse (consideramos pues

cuantitativamente menospreciable las detracciones del TOPOGRAFO y del riego local) y añadiéndole una estimación de las aportaciones del barranco de les Obagues y del río de Arbolí, dos subcuencas de cierta consideración que desembocan al Siurana entre la salida de la presa y el azud de derivación. Por lo tanto, podemos considerar la serie obtenida (serie azul de la Figura 13) como el régimen natural que tendría en río Siurana a la altura del azud en ausencia de trasvase.

Por otro lado, la estación de aforo existente aguas abajo del azud (EA 041b) ha reportado para el periodo analizado los *caudales medios diarios* que se ven grafiados mediante una línea roja en la Figura 13. Ese es pues el caudal real que la comunidad de regantes de Riudecanyes ha dejado circulando aguas abajo del azud durante el periodo analizado y, por lo tanto, los recursos de los que ha dispuesto el ecosistema del río Siurana en el tramo inmediatamente inferior.

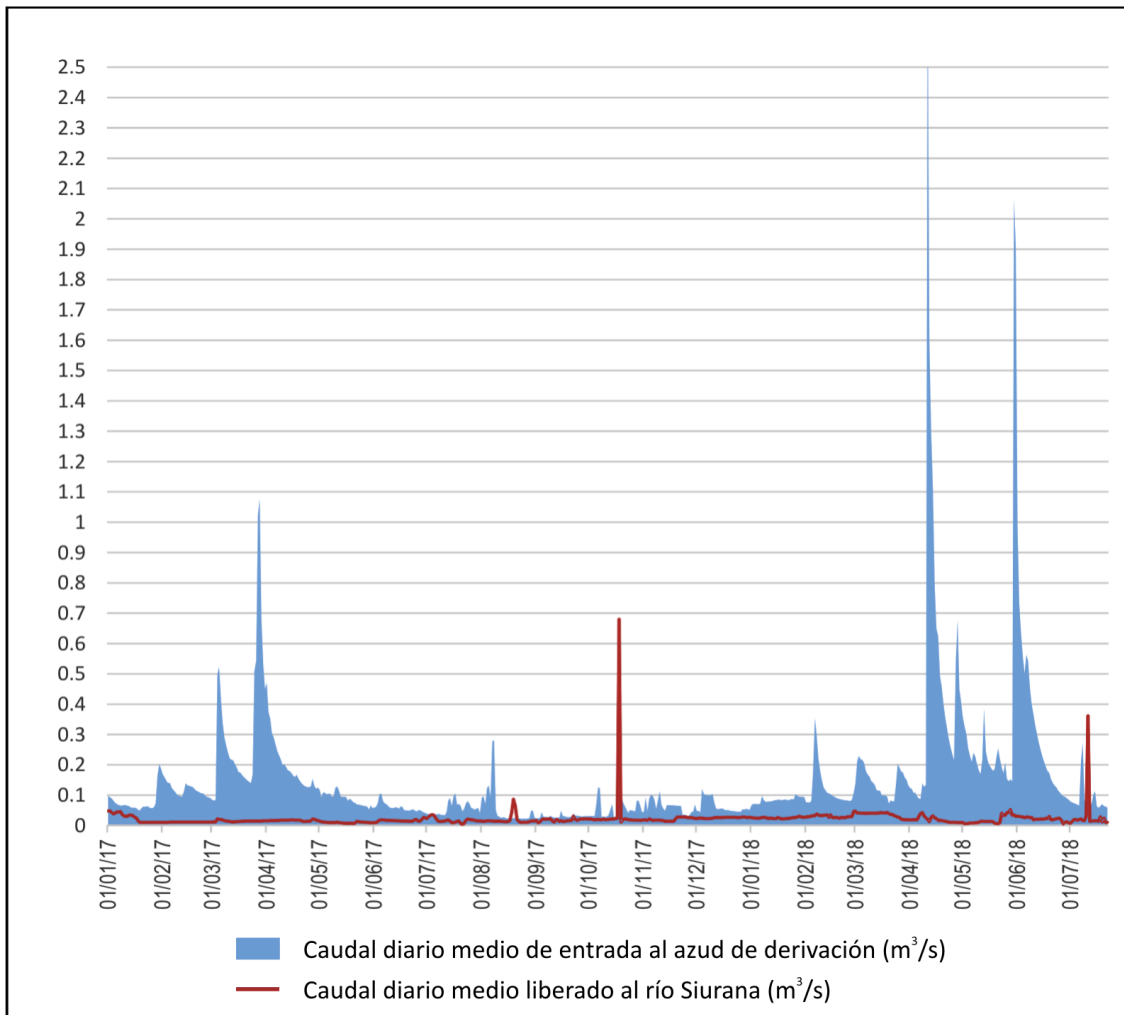


Fig. 13. Gráfica que confronta el régimen de caudales naturales que hubieran llegado al azud de la venta del Pubill en ausencia de embalse durante el último año y medio (medias diarias expresadas en m³/s), respecto al régimen de caudales que realmente han circulado como consecuencia de la detracción desde dicho azud.

La comparación de dicho *régimen natural* de caudales (los que pasarían en ausencia de trasvase) con respecto al *régimen alterado* (los que realmente han estado pasando durante el periodo estudiado) pone de manifiesto que **el trasvase Siurana-Riudecanyes comporta la aniquilación de todos los comportamientos, patrones y matices del régimen hidrológico natural del río Siurana.**

Para empezar, existe una diferencia radical respecto a lo que sucedía en el tramo anterior (véase apartado 3.2.1) en el cual, aunque con un patrón diferente (totalmente transfigurado y simplificado), prácticamente todos los caudales que entraban en el embalse eran liberados aguas abajo. Sin embargo, en el azud de la Venta del Pubill, la mayor de los caudales que llegan son derivados y detraídos del ecosistema fluvial. De hecho, durante este período, **el caudal que hubiese circulado de no haber existido la derivación hacia Riudecanyes (es decir, en régimen natural) habría tenido un valor medio a su paso por el azud de 0,145 m³/s, mientras que el valor medio del caudal que realmente se ha dejado pasar aguas abajo es de 0,027 m³/s. Por lo tanto, el 81,4% de los recursos hidrológicos de los que debería de haber dispuesto en régimen natural el ecosistema (y las comunidades locales) han sido derivados a través del canal de trasvase que conduce las aguas a Riudecanyes.**

Por lo tanto, de acuerdo con los aforos reales aportados por la Agencia Catalana del Agua (tanto de medida del *régimen natural* como de medida del *régimen alterado*), podemos concluir que el azud del trasvase deriva la mayor parte de los recursos hídricos del río Siurana en este punto y que, **la magnitud de la detracción (de más del 80 %) imposibilita de facto dotar al río de un régimen de caudales ambientales que pueda ni tan solo garantizar una funcionalidad ecológica mínima (que no óptima).**

Sin necesidad de desarrollar análisis de mayor complejidad, la gráfica aportada (Figura 13) es en sí misma suficiente para comprender que los recursos que no son derivados (18% de los naturales) son manifiestamente insuficientes para mantener el ecosistema en un estado de conservación mínimamente favorable, y que las consecuencias dicho empobrecimiento ecológico (tal y como sabemos gracias al conocimiento científico actual) pueden estar implicando una simplificación funcional del ecosistema y un empobrecimiento irreversible de su biodiversidad. La lógica en la que se basa dicha afirmación es sencilla, y es la siguiente:

Como puede constatarse en la gráfica aportada (Figura 13), el modelo bimodal simple que impone el pantano y que hemos descrito en el apartado anterior (3.2.1), se ve todavía más simplificado por el efecto del azud que desvía las aguas hacia el canal de trasvase, dado que es aquí donde se produce realmente la detracción. Y es que, dicha detracción, al ser de más del 80 % de los recursos, comporta inevitablemente la derivación tanto de las puntas de entrega de aguas (*caudales de desembalse*)⁶, como de parte de los *caudales de base* que

⁶ Tal y como puede verse en la Figura 13, el azud deriva los caudales de desembalse (que quedan reflejados en la Figura 12) y, por lo tanto, lamina también el efecto de las pequeñas crecidas que estos generan. No obstante, se

llegan desde el pantano (ver 3.2.1). Como resultado, **el caudal residual que se mantiene aguas abajo crea un régimen de base prácticamente monótono e invariable (constante), de una magnitud ínfima, y en el que además han desaparecido también las pequeñas avenidas de desembalse de aproximadamente 2 m³/s.**

De hecho, las estadísticas que se obtienen a partir de los datos de la gráfica, nos dicen que **la media de los caudales diarios para este periodo (897 días, 2,46 años) es de 27 L/s, y que la mediana (valor central) fue de tan solo 20 l/s.** Dicho caudal, 20 litros por segundo, es la mitad del *percentil 90* (40 L/s), es decir, el caudal que hemos considerado como umbral a partir del cual el sistema natural entra en situación o fase de sequía (véase apartado 2.1.E). Es por lo tanto fácil de comprender, que aunque el caudal residual (20 L/s) fuese aceptado, aunque solo sea a efectos dialécticos, como un caudal de mantenimiento válido para evitar el colapso del ecosistema durante las sequías estivales, faltarían recursos para recrear el resto del abanico de dinámicas y procesos hidrológicos que se producirían a lo largo de las otras fases hidrológicas del año, las cuales requieren de unos volúmenes muy superiores (véase la Figura 06 de caudales clasificados). Tal y como veremos más adelante, todos y cada uno de dichos procesos hidrológicos (que con el caudal dejado por el trasvase no podrían mantenerse) tienen su significancia ambiental y desarrollan múltiples funciones en la definición y mantenimiento del ecosistema, el cual, sin ellos, no puede continuar siendo el mismo. Dicho de otro modo, **dado que el caudal dejado de manera permanente (20 L/s) no constituye ni tan solo un caudal de mantenimiento válido para apuntalar o evitar el colapso de los hábitats acuáticos en periodos de sequía, menos aún puede ser considerado un régimen válido para el resto de fases hidrológicas (los periodos más húmedos de manera natural o las crecidas).**

Otra de las conclusiones a las que hemos llegado a partir del análisis de las series disponibles, es que **los efectos ecológicos de la detracción de caudal líquido llevada a cabo por la comunidad de regantes, son ecológicamente nefastos e insostenibles para el ecosistema con independencia de la existencia del pantano y de cuál sea el modelo de gestión del mismo.** Esta afirmación la basamos en el hecho de que, por las propias características técnicas del azud y el canal de derivación, dicho sistema tiene capacidad para derivar la totalidad del caudal que circularía -en condiciones naturales- por el río Siurana en un año hidrológico típico. La derivación de prácticamente el 100 % de los caudales puede hacerse efectiva desde el azud sin necesidad de la participación del pantano. Eso significa, que el hidrograma de caudales naturales que hemos presentado para el azud (área azul de la Figura 13), de haber existido, hubiera sido neutralizado y absorbido por el trasvase del mismo modo a como absorbe actualmente los *caudales de desembalse*, los cuales poseen una magnitud similar a las máximas avenidas ordinarias naturales. De hecho, podemos asegurar, que la existencia del pantano sirve tan solo para almacenar las grandes crecidas

constata la existencia de dos picos de aumento de caudal (en octubre de 2017 y julio de 2018), si bien de poca magnitud. Estos podrían corresponderse son tareas de mantenimiento de la presa.

históricas -y para servir las después de manera progresiva al azud-, pero no es el causante de la detracción de todos los recursos hídricos en un año hidrológico típico.

Por supuesto, más allá de que sea la detracción efectuada por la Comunidad de regantes desde el azud lo que realmente aniquila el régimen natural de caudales del río Siurana, condenando así a su ecosistema al empobrecimiento ecológico y biológico, lo cierto es que debe de ser tenido en cuenta el efecto del conjunto del sistema de derivación. Dicho de otro modo, la detracción del caudal es la determinante de la supresión de los caudales líquidos, pero las estructuras de derivación interceptan y fosilizan los caudales sólidos, lo cual tiene una trascendencia no menos importante en los procesos morfodinámicos.

Como conclusión final podemos decir que **la totalidad de la variabilidad o heterogeneidad del régimen de caudales que de manera natural posee el río Siurana se ve laminado y simplificado al extremo por la mera detracción que se efectúa desde el azud de la venta del Pubill. Por lo tanto, el efecto del trasvase a partir de este punto (venta del Pubill) no es atribuible al embalse, sino a la intensidad de la derivación.** De hecho, el modelo simple bimodal que se deja circular entre la presa y el azud, se ve aún más simplificado aguas abajo de ésta, en donde circula de manera prácticamente invariable un exiguo caudal cuya *mediana* es de 20 l/s.

En definitiva, los procesos hidrodinámicos y morfodinámicos que, como hemos relatado al largo del informe, constituyen el motor ecológico que impulsa y gobierna de manera natural el ecosistema, se encuentran en este punto drásticamente neutralizados.

Las consecuencias ecológicas que entraña, tanto la detracción desde la venta del Pubill de más del 80 % de los recursos naturales del Siurana, como la imposición de un régimen hidrológico simplificado a partir del resto del volumen no derivado, es analizado en el capítulo subsiguiente.

4. EFECTOS SOBRE EL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO SIURANA

4.1 Introducción

Como ha sido anticipado, la trascendencia ecológica del régimen hidrológico es definitiva. La interacción entre los caudales líquidos y sólidos que afluyen dentro del espacio fluvial y su geología, determina las dinámicas fluviales resultantes y, éstas, a su vez, su estructura geomorfológica y ecosistémica y el funcionamiento ecológico del tramo (Morisawa, 1985). Estas dinámicas crean, moldean, mantienen y renuevan la totalidad de los hábitats del sistema fluvial.

Por ello, los patrones del funcionamiento hidrológico de un ecosistema fluvial es el factor que con más fuerza determina sus características ecológicas, estructurando los hábitats acuáticos y riparios y regulando el funcionamiento del conjunto del sistema (Poff et al., 1997; Bunn y Arthington, 2002 ; Nilsson y Svedmark, 2002; Nilsson C., y Svedmark M., 2002). Las perturbaciones significativas sobre su régimen natural de caudales puede introducir alteraciones definitivas desnaturalizando su estructura y funcionamiento.

Los estudios orientados a identificar cuáles son los elementos y características del régimen de caudales que con más intensidad determinan el estado y funcionamiento ecológico de los ríos han convergido en un consenso científico suficientemente amplio al respecto (Martínez y Fernández Yuste, 2006). La riqueza del régimen hidrológico viene determinada por los matices que poseen los diferentes fenómenos o patrones de *funcionamiento dominante*, esto es, las dinámicas hidrológicas ordinarias (el régimen habitual del río, definido por los caudales dominantes o de base), así como por sus *patrones extremos*, tanto en *avenidas* como de *sequías*). Por otro lado, cada uno de estos tres regímenes (dominante, crecidas y sequías) admiten una gran variabilidad de situaciones respecto al modo como se presentan y expresan, por lo que deben ser estudiados respecto a sus diferentes facetas: su magnitud, recurrencia (o frecuencia), duración, estacionalidad y tasas de cambio.

Los tres tipos de regímenes descritos (que pueden subdividirse en otros), junto con los 5 aspectos o características de su funcionamiento que han sido apuntadas, admiten un sinfín de situaciones, teniendo cada una de ellas unas consecuencias y significancia ecológica diferente. Por lo tanto, el patrón hidrológico de cada río es diferente y posee su propio carácter y matices, motivo por el cual la ecología de cada ecosistema fluvial es también única (Thornes, J.B., 1999). Por otro lado, una mayor diversidad en los elementos que caracterizan el régimen hidrológico conlleva una mayor diversidad de los hábitats y, por tanto, en contraposición, una simplificación de los patrones hidrológicos, empobrece igualmente la estructura ecosistémica (Tokeshi, M. y Arakaki, S., 2012).

Los efectos ecológicos que sobre el medio despliegan cada tipo de régimen hidrológico y las matizaciones que introducen los diferentes aspectos del mismo (magnitud, frecuencia, etc.) son complejos y han sido ampliamente descritos en la bibliografía existente (Williams, G.P. y Wolman, M.G., 1984; Bunn S.E. y Arthington A. (2002); Poff, N. L., y Zimmerman, J. K. H., 2010; Martínez y Fernández Yuste, 2006).

4.2 Aproximación al grado de alteración ecológica del ecosistema.

Para evaluar el impacto de cualquier aprovechamiento hidrológico resulta extraordinariamente útil poder conocer el régimen de caudales en condiciones naturales (es decir, en ausencia de alteraciones), dado que es el escenario a considerar como referencia.

En el caso del río Siurana poseemos algunas aproximaciones teóricas, para el punto en el que se encuentra el embalse, y una serie obtenida mediante aforos (es decir, medidas reales de los caudales) tanto para el punto del río en el que se encuentra el pantano, como para el tramo de aguas abajo del azud de derivación del trasvase. Estas nos ofrecen una buena síntesis de las principales características de su régimen natural (régimen hidrológico en ausencia del embalse), en ambos puntos del río. Dichas aproximaciones teóricas y reales al régimen natural de caudales han sido expuestas en el apartado 2.1.E.

Por otro lado, es necesario caracterizar también el *régimen real* (alterado) que circula por los cauces, de tal modo que, contraponiendo éste con el régimen natural, poder analizar cómo el primero se aleja del segundo. Poseemos también algunas series de medidas reales de los caudales que circulan actualmente aguas abajo del embalse (Figura 12) y aguas abajo del azud de derivación del trasvase (Figura 13). Un breve análisis cuantitativo y cualitativo a dicho régimen de caudales puede encontrarse en el apartado 3.2.

La confrontación de ambos regímenes (*natural* versus *real*) arroja conclusiones contundentes: **toda la diversidad que el régimen natural de caudales posee, se ve completamente laminada y neutralizada por la gestión de las reservas y la derivación de caudales a través del trasvase.** Solo un 18,6% de los recursos hidrológicos del río Siurana son detraídos y, por lo tanto, circulan aguas abajo. Por si eso fuese poco, la circulación de ese reducido caudal (18%) es monótona y prácticamente constante en el tiempo (véase Figura 13). Por ello, en coherencia con la teoría ecológica que ha sido descrita en el apartado anterior (4.1), resulta inevitable aceptar que los ricos efectos ecológicos vinculados a cada elemento o matiz del rango natural de caudales ha sido sencillamente aniquilado. La simplificación del régimen hidrológico implica una simplificación homóloga en la riqueza ecológica y biológica del ecosistema.

Por otro lado, cabe recordar un hecho de la máxima relevancia ambiental: el embalse de Siurana es una barrera prácticamente absoluta al flujo de caudal sólido (sedimentos). La disponibilidad de sedimentos es clave en el ecosistema, dado que es el elemento físico a partir del cual se edifica uno de los más importantes valores ecológicos del río Siurana: sus lechos de gravas y arenas (véase apartado 2.1.f y 2.2). Por otro lado, cabe decir que los efectos ecológicos del régimen hidrológico (hidrodinámica) se encuentran íntimamente relacionados con su capacidad de erosión, transporte y sedimentación, y con innumerables efectos y procesos que resultan de la interacción entre agua y sedimentos (morfodinámica).

En la intensa y diversificada acción morfodinámica del río Siurana (resultado de la interacción entre caudales líquidos y sólidos) reside su capacidad para construir y renovar el paisaje fluvial desde el punto de vista físico y biológico, y para regularlo y renovarlo ecológicamente.

Por lo tanto, llegados a este punto, creemos que la mera existencia de la presa y del trasvase (que comporta una supresión prácticamente absoluta del régimen de caudales sólidos⁷, una detracción del 81,4 % del caudal líquido, y una total laminación del resto de caudales no derivados), supone sencillamente una neutralización prácticamente total de la hidrodinámica y la morfodinámica del río Siurana aguas abajo de dicho tramo. De hecho, como hemos anunciado en el apartado 3.2.2, dada la capacidad de transporte del canal de derivación, la mera detracción hidrológica que efectúa la comunidad de regantes de Riudecanyes generaría por sí sola similares efectos sobre el régimen hidrológico a la que provoca actualmente con la participación del efecto regulador del embalse.

Los efectos ecológicos (véase apartado 4.3) son sencillamente aniquiladores de cualquier proceso o dinámica natural. Y por otro lado, como resulta lógico, se proyectan aguas abajo. No obstante, es importante comprender que, gracias a las aportaciones de agua y sedimento de los tributarios, los impactos a los que nos referimos se ven progresivamente atenuados. Sin embargo, aunque atenuados, persisten sus efectos, motivo por el cual decimos que la “supresión total” de los procesos naturales aguas abajo del punto en el que se produce el trasvase, se convierte progresivamente en una “simplificación” de dichas dinámicas, y por lo tanto, del ecosistema y de su biodiversidad. En definitiva, y dado que los aportes hídricos y sedimentarios son principalmente función de la cuenca drenante, podemos calcular, de un modo simple pero visual y conceptualmente aceptable, la severidad del efecto aguas abajo del punto de derivación. La imagen Figura 14 recoge dicho cálculo, en el que la severidad del impacto del embalse de Siurana se haya representada en una gradación de falso color que es función del porcentaje en que las dinámicas naturales se encuentran neutralizadas o simplificadas (máxima severidad en rojo=100%; mínima intensada en azul=0%).

Si contextualizamos debidamente el modo en que el trasvase Siurana-Riudecanyes neutraliza y simplifica los procesos hidro y morfodinámicos (Figura 14), respecto a las funciones e importancia que poseen dichos procesos en la construcción y mantenimiento del ecosistema y de su biodiversidad (sintetizados en el apartado 4.1), parece que el debate planteado (en torno a sí el impacto ecológico posee alguna trascendencia relevante) no merecería mayor análisis.

Como puede verse, las detracción de caudales líquidos para derivarlos hacia Riudecanyes empobrecen y simplifican el régimen hidrológico natural al extremo, mientras que las estructuras necesarias para hacer efectiva la derivación (embalse y azud) aniquilan sencillamente el régimen de caudales sólidos. Por lo tanto, la totalidad de procesos hidro y morfodinámicos se neutralizan entre el pantano y el azud de derivación, y el ecosistema fluvial queda funcional y estructuralmente simplificado y empobrecido.

⁷ Consideramos que el transporte de fondo por arrastre y saltación (atribuible al sedimento de mayor granulometría, como las arenas, gravas, guijarros y bloques o bolos) se encuentra interrumpido totalmente. En cuanto al transporte de sedimentos en suspensión (material fino), consideramos que se decanta quedando atrapado en la cubeta del pantano, si bien una muy pequeña fracción puede sobrepasarlo en grandes avenidas que desborden la presa, o en algunas liberaciones de caudal en crecida (turbidez) por las compuertas de fondo.

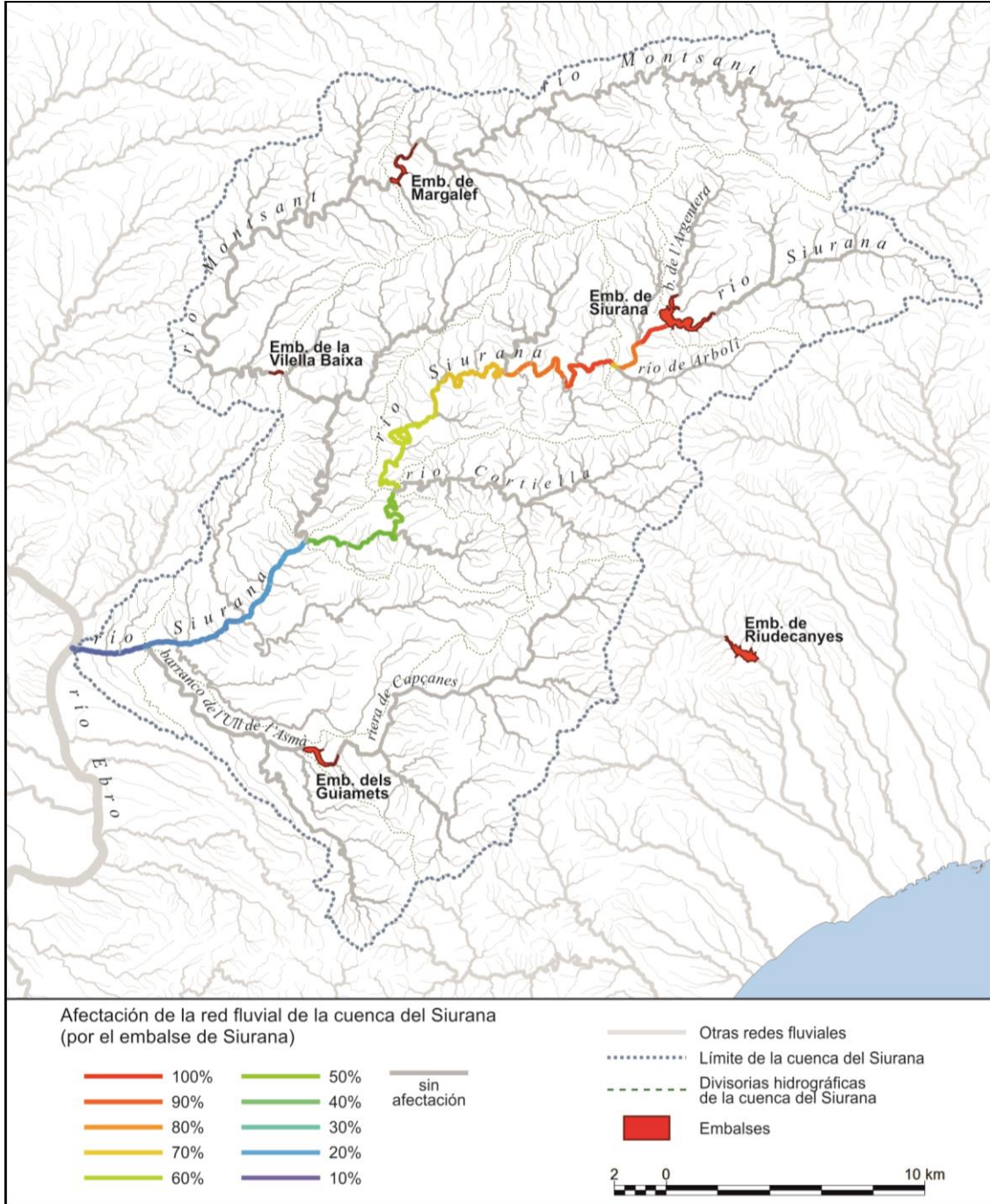


Figura 14. Porcentaje de afectación (neutralización) de los procesos hidromorfodinámicos a partir del embalse de Siurana y del azud de la venta del Pubill, considerando únicamente el efecto del trasvase de Siurana a través de ambas infraestructuras (no se considera por lo tanto el impacto de las presas de Margalef, La Villa Baixa y els Guiamets).

La persistencia del impacto es todavía del 50 % en la confluencia del río Siurana con el río Montsant (Figura 14). Por lo tanto podemos decir, que las tres Zonas de Especial Conservación con las que participa el río Siurana en la red Natura 2000 se encuentran gravemente alteradas desde el punto de vista ecológico: Muntanyes de Prades (ES5140008-), Riu Siurana i planes del Priorat (ZEC ES5140015), y Serra de Montsant-Pas de l'Ase ZEC ES5140017 (véase también la Figura 08).

Semejante grado de alteración ecológica de las dinámicas naturales que conducen la ecología del ecosistema, imposibilidad *de facto* el cumplimiento de los objetivos de conservación de los *espacios natura 2000* (ZECs) en los términos de naturalidad e integridad funcional que inspiran e impone la Directiva Hábitats (Véase apartado 2.3 y 4.4)

Llegado este punto, apelamos y nos remitimos al conocimiento científico existente, el cual ofrece una sólida comprensión del modo en que la alteración de los caudales líquidos y sólidos afectan estructural y funcionalmente el ecosistema (Williams y Wolman, 1984; Bravard et al., 1997; Palmer et al. 2010; Poff y Zimmerman 2010).

En base a dicho conocimiento, que ha sido expuesto y referenciado a lo largo del informe, y atendiendo a la total supresión de los caudales sólidos y la extrema simplificación de los caudales líquidos que ha quedado demostrada (apartado 3.2), hemos de concluir que el ecosistema fluvial de las tres ZECs se encuentra gravemente simplificado, y que dicha simplificación no permite la contribución al buen estado de conservación de los hábitats y especies que motivaron su declaración (véase tablas 02 y 03), tal y como veremos en adelante.

Por si eso fuese poco, los efectos del trasvase Siurana-Riudecanyes se suman al de otros embalses que, de manera acumulada y sinérgica, comprometen el futuro del ecosistema fluvial del río Siurana. Actualmente, una buena parte de la cuenca del Siurana (48%) se encuentra regulada por cuatro embalses con índices de regulación (cociente entre la capacidad del embalse y la aportación media anual) muy dispares. El río Montsant está regulado por los embalses de Margalef (tasa de regulación 0,508) y de la Vilella Baixa (tasa de regulación (tasa de regulación 0,007); el Siurana, por el embalse homónimo (tasa de regulación 3,159); y el barranco de l'Ull de l'Asmà por el embalse dels Guiamets (tasa de regulación 1,512).

Dicho efecto acumulado (que no sinérgico) ha sido plasmado en la Figura 15. En este sentido, debemos de advertir que los efectos combinados de este tipo de presiones deben de ser tenidos en cuenta en la gestión de la Red Natura 2000, tal y como prevé la propia Directiva Hábitats.

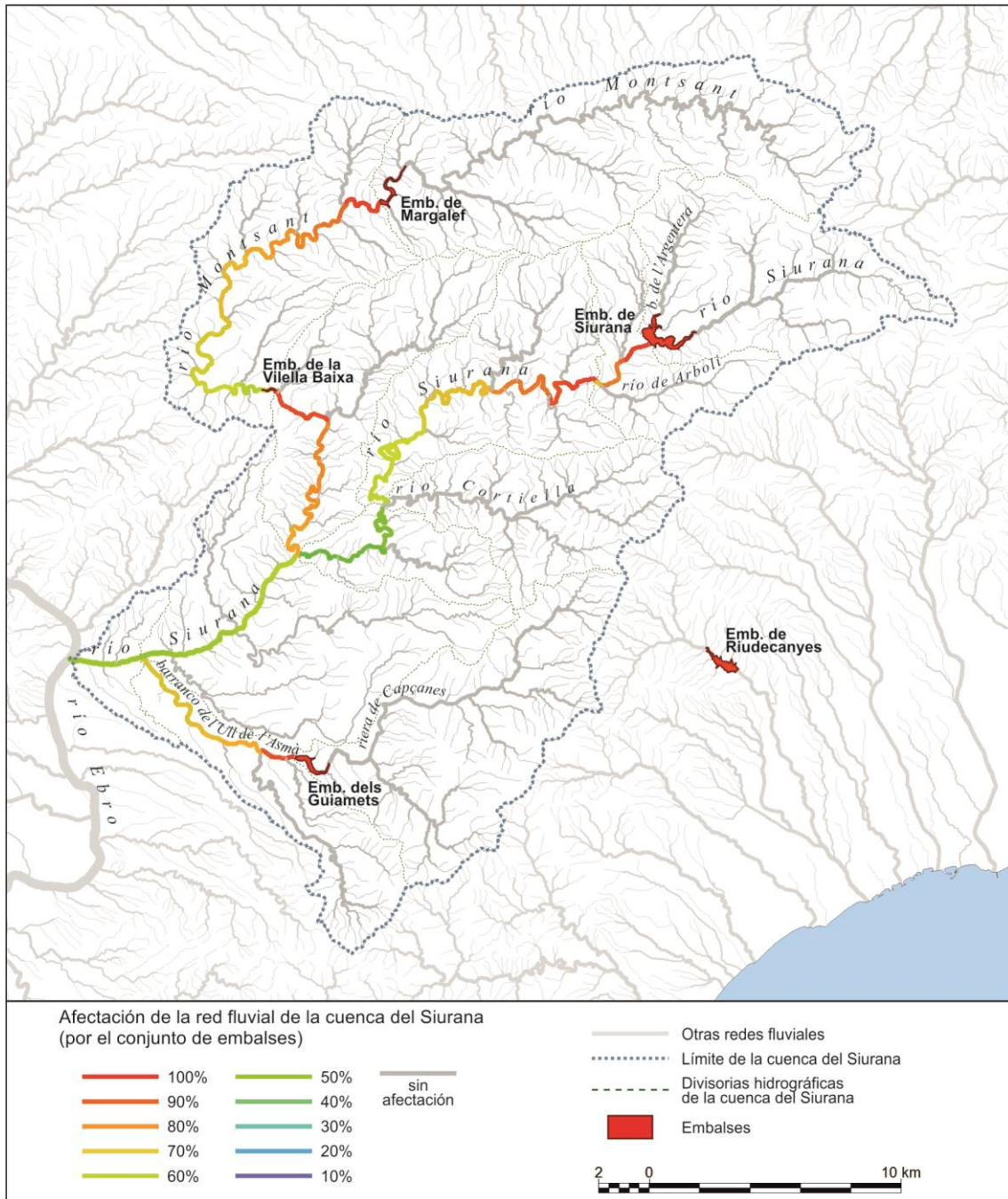


Figura 15. Porcentaje de afectación (neutralización) de los procesos hidromorfodinámicos a partir del embalse de Siurana y del azud de la venta del Pubill, considerando tanto el efecto del trasvase de Siurana a través de ambas infraestructuras, como el impacto acumulado de las presas de Margalef, La Villa Baixa y els Guiamets a través de los tributarios.

4.3 Análisis de las causas de alteración de la funcionalidad ecológica

Los efectos ecológicos derivados de la simplificación del régimen de caudales naturales a los que nos hemos venido refiriendo a lo largo del informe, son innumerables y complejos. Su análisis exhaustivo merecería del desarrollo de multitud de estudios específicos para cuantificarlos y para poder comprender las consecuencias precisas de cada uno, así como todas las interacciones y sinergias entre ellos.

Tal análisis desborda el alcance del presente informe, pese a lo cual, sin ánimo de exhaustividad, sino con la mera finalidad de ilustrar su existencia y severidad, pasamos a introducir y a describir brevemente algunos de los efectos ecológicos que afectan el ecosistema del río Siurana aguas abajo del azud de la venta del Pubill.

Con carácter general, todos ellos se producen con una mayor intensidad en el tramo inmediatamente inferior al embalse y a la venta del Pubill, dado que es aquí donde la hidrodinámica y la morfodinámica del río ha sido prácticamente neutralizada en su totalidad. Más allá de dicho tramo siguen incidiendo negativamente sobre el ecosistema, pero su efecto se ve relativizado progresivamente por la entrada de caudales líquidos y sólidos de las subcuencas que confluyen hacia el río Siurana. Efectivamente, los caudales aferentes permiten recuperar ciertos procesos y dinámicas, si bien tan solo parcialmente. Este fenómeno queda reflejado en la Figura 14 (en la que se calcula tan solo el efecto del trasvase Siurana-Riudecanyes) y en la Figura 15 (en el que también se considera el efecto acumulado del resto de embalses). En todo caso, como ya hemos señalado, la persistencia o incidencia de todos los efectos que introduce el trasvase de Riudecanyes continúa siendo del 50 % en la confluencia con el río Montserrat (sin considerar el efecto acumulativo o sinérgico de otros embalses y aprovechamientos).

Algunos de los efectos ecológicos sobre el ecosistema del río Siurana derivados de la substitución del régimen natural de caudales (descrito en el apartado 2.1.E), por el simple y exiguo régimen residual existente aguas abajo del azud de la venta del Pubill (apartado 3.2), son los siguientes:

4.3.1 Alteración de los regímenes de crecidas

La marcada mediterraneidad del régimen hidrológico del río Siurana convierte su respuesta hidrodinámica en procesos súbitos, enérgicos, impredecibles y altamente variables en el tiempo (2.1.e), algo que queda de manifiesto en los datos hidrológicos que conocemos o que se han podido reconstruir para el periodo 1940-2002.

Tal y como podemos deducir de la Figura 05 y de los registros históricos (véase por ejemplo la serie de la Figura 12), el río poseería de manera natural crecidas de baja recurrencia pero alta magnitud (crecidas históricas), y todo un rango de otras crecidas, de frecuencias y magnitudes intermedias o reducidas.

Todas ellas han estado neutralizadas en su práctica totalidad; en el caso de las crecidas históricas o de mayor magnitud por el efecto laminador del pantano, y en lo que se refiere a

las crecidas de menor magnitud y de mayor recurrencia también por la capacidad de derivación del azud de la venta del Pubill. En definitiva se han visto prácticamente suprimidas, incluso las de menor magnitud: también los pequeños picos de desembalse (Figura 12) son posteriormente neutralizados por efecto del azud de la venta del Pubill (en el que solo se constata algún pequeño pulso menor a $1 \text{ m}^3/\text{s}$; Figura 13).

Por lo tanto, el régimen de crecidas se encuentra absolutamente transformado en todos sus aspectos (magnitud, frecuencia, variabilidad, estacionalidad y duración), dado que las avenidas son prácticamente inexistentes.

Los *caudales de avenida* son los que poseen una mayor significancia en la construcción física o geomorfológica del espacio fluvial: poseen la mayor capacidad de transporte de sedimentos y ejercen las mayores fuerzas creadoras y renovadoras.

Las **avenidas históricas** de menor recurrencia y mayor magnitud, con capacidad de desbordar el cauce principal, pueden poseer una gran capacidad transformadora, y son capaces de renovar profundamente el paisaje fluvial desde un punto de vista físico, rejuveneciéndolo sedimentológicamente y biológicamente. Son además responsables en gran parte de la conectividad lateral entre el cauce y la llanura aluvial o las terrazas fluviales (propágulos, nutrientes, sedimentos, material vegetal muerto...), acarrear los sedimentos que conforman los lechos, definen la morfología y granulometría de los cauces y los remodelan continuamente, aportan por decantación lateral los depósitos o estratos de finos sobre los que se edifican las riberas, crean y gobiernan la ecología de las llanuras de inundación, definen las relaciones de conectividad lateral y de permeabilidad vertical, renuevan el medio hiporreico, y pueden reconfigurar el espacio fluvial en su conjunto y modificar el trazado, morfometría, y características físicas y topográficas del lecho. En función de su recurrencia constituyen una importante presión evolutiva que modela las comunidades biológicas. Son en definitiva las estructuradoras del paisaje geomorfológico y biológico.

Lo cierto es que las avenidas con capacidad de desbordar el cauce del río Siurana, con toda su diversidad posible (en función de la magnitud, frecuencia, duración, etc.) han sido neutralizadas, principalmente por efecto del embalse que regula el trasvase. En consecuencia, todos los procesos enumerados en el párrafo anterior han sido suprimidos (y otros muchos que por cuestiones de economía documental no son mencionados), dejando de producirse desde el año 1971. Por lo tanto, **las llanuras y terrazas fluviales se han visto fosilizadas ecológicamente hablando, lo que sin duda comporta un envejecimiento y simplificación geomorfológica y de la estructura biocenótica vegetal y animal, y altera profundamente los ciclos de materia y energía característicos del ecosistema fluvial.**

Existen otras muchas **avenidas de menor magnitud y mayor frecuencia**, definidas por conceptos como *avenida habitual*, *máxima crecida ordinaria*, *caudal generador de lecho*, etc. Sin entrar en mayor detalle, sí diremos que todas las crecidas o avenidas poseen efectos ecológicos esenciales en función de sus características. Incluso las de menor magnitud despliegan funciones ecológicas esenciales.

En aras a simplificar esta cuestión, subrayamos tan solo el hecho de que las avenidas menores y de mayor frecuencia poseen importantes efectos en la configuración de todos los hábitats acuáticos y semiacuáticos, y muy especialmente en la creación y mantenimiento de la morfología del cauce, y de las formas y granulometría de los lechos. Todo ello, a su vez, define el rico mosaico espacio-temporal de hábitats que dependen de la heterogeneidad topográfica e hidrológica, y en último término sostienen la riqueza ecológica y biológica característica de los lechos fluviales sometidos a una fuerte mediterraneidad, a la que hemos apelado a lo largo del informe.

En definitiva, del abanico de caudales que generan crecidas o avenida no extremas, es decir habituales, y de todo su rango de diversidad (que es función de la magnitud, frecuencia, estacionalidad, duración y tasa de cambio), dependen numerosos aspectos y procesos hidrogeomorfológicos y ecológicos, como son la transmisividad hidrológica lateral y características del acuífero, la conectividad hidromorfológica longitudinal, las condiciones físicas del medio bentónico (granulometría, materia orgánica, etc.), las características granulométricas e hidrológicas del medio hiporreico, etc. También regulan la configuración del mosaico de hábitats y el funcionamiento biológico del ecosistema acuático, a través de la productividad primaria y la estructura de la comunidad de macrófitos, la ecología trófica, los ciclos biológicos, la dispersión de propágulos, los estímulos para los movimientos migratorios o la accesibilidad de las zonas de alevinaje y reproducción, etc.

Todos ellos son aspectos que se citan únicamente a título de ejemplo para poner de manifiesto el complejo funcionamiento de la lógica fluvial, que obedece a cambios constantes en el espacio y en el tiempo, en respuesta a los continuos cambios en el régimen de caudales líquidos y sólidos. El dinamismo de los caudales provoca la reordenación incesante de las formas de los lechos (rápidos, remansos, pozas, etc.), de los sedimentos y la disponibilidad hídrica superficial y subsuperficial, la configuración física y ecológica del mosaico de hábitats, las condiciones de la corriente (hidromorfológicas) para las especies que habitan la columna de agua, etc. Además todos esos procesos poseen un lógica temporal (fenología, recurrencia) que gobierna los ciclos biológicos y obliga a las comunidades biológicas a adaptarse a ellas, motivo por el cual cada ecosistema fluvial posee su propia estructura y funcionamiento ecológico y sus propias comunidades de organismos.

Aguas abajo del azud de la venta del Pubill, el río Siurana ha visto neutralizado también todo el abanico de pequeñas crecidas o avenidas que de manera natural venían produciéndose (véase figura 5 y 13), tal y como muestra el régimen hidrológico actual (Figura 13, línea roja). Por otro lado, existe también un grave déficit de sedimentos, como consecuencia del efecto barrera del embalse y del azud de la venta del Pubill. En consecuencia, el rico mosaico de hábitats que caracterizaba a sus lechos, con toda su variabilidad espacio-temporal, que configuraba uno de los principales valores ecológicos del río, se ha visto simplificado y empobrecido en extremo.

No analizaremos aquí todos los efectos que se derivan de este hecho, dado que son inabordables por el propio alcance del presente informe. No obstante, si señalamos en

referencia a **los efectos de la supresión de todo tipo de avenidas (extremales y ordinarias), que sus consecuencias pueden constatarse fácilmente sobre el ecosistema a simple vista:**

- (i) Se constata un déficit de sedimentos en el cauce (más conspicuo en los tramos superiores) con el correspondiente empobrecimiento ecológico y biológico del mosaico de hábitats acuáticos, semiacuáticos y terrestres marginales, y la desaparición o la creación de discontinuidades en el medio hiporreico. (En largos tramos los lechos han pasado a ser de roca madre).
- (ii) Los lechos son invadidos a cargo de la vegetación leñosa (indicio inequívoco de la falta de caudales generadores), lo que genera su fosilización y empobrecimiento.
- (iii) Han desaparecido los lechos característicamente mediterráneos (deposicionales) y el mosaico de hábitats asociado, con la esperable transformación de las comunidades biológicas.
- (iv) Se constata una oclusión lumínica de los cauces por parte del dosel arbóreo, generando profundos cambios en la productividad primaria de los hábitats acuáticos y en la ecología y estructura de las comunidades biológicas.
- (v) Se aprecia una colmatación del medio hiporreico a cargo de finos y de materia orgánica, como consecuencia de la falta de caudales con capacidad de transporte, generándose así una profunda alteración de la ecología trófica y del hábitat físico, y afectando a las especies más sensibles.
- (vi) Los procesos que gobiernan la formación y renovación de la riberas y su funcionamiento han dejado de actuar, con la consiguiente fosilización ecológica de las mismas y de sus comunidades biológicas.

En conclusión la laminación de las avenidas de mayor magnitud a cargo del embalse, y la neutralización del amplio rango de pequeñas avenidas a cargo del trasvase de caudales hacia Riudecanyes, han comportado la fosilización geomorfológica y ecológica del ecosistema, presionándolo hacia un lento pero progresivo empobrecimiento biológico, que es esperable que se esté acentuando a lo largo de los años.

4.3.2 Alteración del régimen de caudales dominantes u ordinarios

Los *caudales dominantes, ordinarios, habituales* o *de base*, caracterizan las condiciones ecológicas que gobiernan el ecosistema fluvial en condiciones normales.

Estos caudales no influyen las características geomorfológicas y físicas a escala de paisaje, pero su *magnitud* regula la disponibilidad hídrica general del ecosistema, tanto del acuífero aluvial, como de la relación topográfica de los bosques riparios con éste, del medio hiporreico, o de los hábitats acuáticos y semiacuáticos superficiales. De los valores de los caudales dominantes depende la disponibilidad de hábitat para los animales terrestres, y de hábitat para los acuáticos, las condiciones de humedad para las comunidades vegetales, o la accesibilidad a los lugares de cría. En función del caudal circulante varían las condiciones

físicas y químicas del medio hídrico (temperatura, oxígeno, etc.), la ecología trófica del mismo y las comunidades de productores primarios (así como la cadena biocenótica dependiente).

De su *variabilidad* depende la contracción y la expansión del cauce y del mosaico de hábitats superficiales acuáticos, semiacuáticos e hiporreicos, y por consiguiente el comportamiento y ciclos biológicos de los organismos dependientes, incluyendo la ictiofauna. Los cambios favorecen la variabilidad en las condiciones del medio bentónico, influyendo en su granulometría y grado de colmatación. Una menor variabilidad favorece la penetración y el establecimiento de especies exóticas.

Por último la *estacionalidad* de los procesos hidrológicos más habituales marca la disponibilidad estacional de cada tipo de hábitat, estimula la germinación, maduración y dispersión de propágulos, y gobierna en general todos los ciclos vitales y los procesos biológicos, tanto de los ambientes riparios como de los acuáticos (en concomitancia con otros factores como es la temperatura del aire, el ciclo lumínico, las precipitaciones, o las fases lunares).

Como hemos visto en el apartado 3.2.2 (véase Figura 13), la detración de agua desde el azud de la venta del Pubill impone un régimen hidrológico pobre en magnitud, y monótono. De hecho, tan solo se respeta y deja circular aguas abajo en torno al 18,5 % de los recursos naturales, de lo que se deduce que los valores de los estadísticos que se utilizan para caracterizar los caudales dominantes (aportaciones y caudales medios o medianas de cada mes, diferencias entre la máxima y la mínima aportación mensual, etc.) se encuentran profundamente modificados.

El amplio rango de valores hidrológicos que oscilarían día tras día y estacionalmente en condiciones naturales (área azul Figura 13), ha sido por lo tanto sustituido por un flujo prácticamente constante, invariable y de un valor muy inferior en cualquier fase del ciclo hidrológico (línea roja Figura 13). La magnitud de todos los caudales es muy inferior para todos los meses, la *variabilidad* es prácticamente nula a lo largo de todas las fases del ciclo anual, y por lo tanto la *estacionalidad* es también inexistente. En consecuencia, todos los efectos ecológicos que se le atribuyen a los *caudales ordinarios o dominantes* han sido neutralizados o bien modificados, lo que transfigura inevitablemente la ecología del río y de sus riberas.

Algunas de las consecuencias ecológicas son incluso constatables *in situ* a simple vista, entre las que se encuentran:

- (i) El empobrecimiento del flujo y la reducción de las masas de agua y láminas superficiales (hábitats acuáticos) en los tramos con menor déficit de sedimentos (cauces deposicionales), durante gran parte del año.
- (ii) La disminución de la continuidad longitudinal de las masas de aguas superficiales (continuidad hidromorfológica).

- (iii) La colmatación del medio bentónico por finos y materia orgánica en descomposición, y el aumento de las condiciones de eutrofia en algunos tramos.
- (iv) El incremento de la temperatura de las masas de agua como efecto de la reducción del volumen de tránsito hídrico instantáneo (caudal).
- (v) El ciclo de nutrientes parece estar profundamente alterado, quedando atrapados en el ecosistema fluvial como consecuencia de la disminución de la capacidad de exportación de dichas moléculas por parte del río.
- (vi) El aumento de la productividad y de la biomasa vegetal acuática como efecto del incremento de temperatura y de los nutrientes (y debido también a la menor capacidad de dilución de los contaminantes orgánicos que son vertidos al río), especialmente en sectores fuertemente insolados (por ejemplo, primeros tramos expuestos aguas arriba de Poboleda), con la consecuente modificación de las condiciones químicas y físicas del hábitat y la sustitución de las comunidades acuáticas.

4.3.3 Alteración de los regímenes de sequías

Como ya hemos apuntado, la impredecibilidad y la variabilidad climática por un lado, y la existencia de un periodo de sequía por otro, son dos de los principales rasgos que hacen del ecosistema fluvial mediterráneo un medio ecológico singular y único.

La fuerte variabilidad en los escenarios climáticos es la responsable del diversificado y cambiante mosaico de hábitats espacio-temporal que se dibuja y modifica incesantemente sobre los lechos fluviales en base a las condiciones hidrológicas, y que genera la existencia de ricas comunidades biológicas propias de estos ambientes y altamente adaptadas a ellos. No obstante, dentro de dicha impredecibilidad, es característica también la existencia de pautas o ciclos de sequía. Y son probablemente los ciclos de sequía estival los que constituyen la mayor presión evolutiva en los sistemas fluviales mediterráneos, definiendo las reglas del juego en éstos y moldeando sus comunidades biológicas.

La presión evolutiva que ejercen los escenarios hidrológicos estivales se intensifica durante los episodios de sequía extremos. Son dichos escenarios los que dibujan unas condiciones ecológicas de habitabilidad fuertemente restrictivas, fragmentando el hábitat y limitando su conectividad, y seleccionando así los organismos más aptos, impulsando su evolución y adaptación, forzando la dispersión de juveniles, o restringiendo la colonización de los hábitats por parte de especies eurioicas (menos exigentes).

Los períodos de sequía tienen por lo tanto su función en la definición ecológica y el moldeado del paisaje y las comunidades biológicas y, por contraposición, su supresión o modificación abre ventanas de oportunidad ecológica que facilitan la sustitución de las comunidades nativas de organismos por otras alopátricas o exóticas menos exigentes.

Como hemos visto, el nuevo régimen hidrológico que impone el modelo de gestión implementado por la comunidad de regantes de Riudecanyes, supone el establecimiento

de un caudal de base constante y casi invariable en magnitud a lo largo del año. Como resultado, los caudales estivales son ciertamente bajos en magnitud, pero no poseen ni los valores extremos y constantes que definen las sequías más severas, ni tampoco el rango de variabilidad que sería esperable en condiciones naturales (no existen veranos hidrológicamente más húmedos, los cuales también poseen su significancia ecológica). Por lo tanto, también en este sentido se encuentra alterado el régimen hidrológico de una manera tal que puede comprometer el motor evolutivo que son los regímenes de sequías extremas, y el rango de variabilidad interanual en las condiciones hidrológicas.

4.3.4 Otros efectos ecológicos

Hacemos una breve mención de otros impactos bien analizados y documentados en la literatura científica y cuya concurrencia es esperable el caso que nos ocupa:

1) Sinergias sobre los impactos químicos:

Los contaminantes de origen antrópico que impactan sobre el río Siurana son otra de las presiones que debe de neutralizar el ecosistema gracias a su capacidad de metabolización o exportación. Entre otros se encuentran los vertidos urbanos y efluentes asimilables, o bien los contaminantes orgánicos provenientes de la agricultura.

La reducción de caudales circulantes en más del 80 % (apartado 3.2.2) comportan una disminución de la capacidad de dilución y exportación de dichos contaminantes, lo que redundaría en una mayor concentración de los mismos en el medio hídrico con la consecuente reducción de la habitabilidad química del medio acuático, y en posibles modificaciones de su ecología.

2) Entrada de especies exóticas y alopátricas:

Se encuentra ampliamente documentado el efecto facilitador de la entrada de especies exóticas o de organismos alopátricos a través de los canales de interconexión de cuencas.

Las alteraciones en las condiciones hidrológicas y ecológicas de los sistemas fluviales facilitan dicho proceso de colonización, tal y como ha estado apuntado en los apartados precedentes.

3) Discontinuidades longitudinales:

Las estructuras transversales de almacenamiento o derivación relacionadas con el trasvase comportan, además de la ya relatada interrupción de los procesos morfodinámicos, una compartimentación y aislamiento de las comunidades biológicas, especialmente impactante sobre las comunidades ictiológicas.

4.4 De la afectación a los valores ambientales

Con la finalidad de centrar el debate de la afectación a los valores ambientales, cabe recordar que el río Siurana ha preservado una de los mejores y más genuinas expresiones del ecosistema fluvial mediterráneo de Cataluña, gracias a su *integridad física*, aún muy reseñable a día de hoy, y como consecuencia de la excepcional *naturalidad funcional* que ostentó hasta los años 70, momento en que entró en pleno rendimiento el trasvase Siurana-Riudecanyes (véase apartado 2.2).

Esta afortunada excepción que constituía el ecosistema fluvial del río Siurana en el panorama de la conservación y la ordenación territorial, lo convirtió en uno de los ríos en los cuales la riqueza paisajística, funcional y biológica se expresaba en su máximo esplendor hasta los últimos decenios del siglo XX, de tal manera que también en él encontraron refugio algunas de las últimas poblaciones de las especies fluviales más sensibles y amenazadas en aquel momento, como el cangrejo de río ibérico o la nutria paleártica.

Con el inicio, en el año 1950, de la derivación de caudales líquidos y la intercepción de caudales sólidos desde el azud de la venta de Pubill para subministrar las demandas hídricas de Riudecanyes, comienza una **lenta pero inevitable degradación funcional del ecosistema**, que se ve intensificada con la construcción del pantano de Siurana, y con la optimización general del conjunto del sistema infraestructural del trasvase, entre los años 70 y 90.

Por otra lado, subrayamos que la *degradación funcional* a la que hacemos referencia en el párrafo anterior resulta innegable y es verificable a la vista de los datos y razonamientos expuestos en los apartados precedentes. En resumen:

- (i) Que existe una estrecha e indisoluble relación existente entre el grado de naturalidad del régimen de caudales de cualquier río, y la naturalidad *estructural* y *funcional* de su ecosistema fluvial (apartado 4.1),
- (ii) Que ha quedado acreditado el grado de alteración del régimen natural de caudales que sufre el ecosistema del río Siurana (y de sus hidro y morfodinámicas) a lo largo de su eje, como consecuencia del trasvase de sus recursos hídricos hacia la cuenca de Riudecanyes (apartado 4.2, y Figura 14).
- (iii) Que han sido identificados los principales procesos ecológicos y biológicos que se ven afectados como consecuencia de la alteración del régimen de caudales naturales, sus causas, y algunos de los indicios que permiten constatar los efectos reales de dicha afectación sobre el terreno (apartado 4.3)

En conclusión, **la afectación funcional del ecosistema** a través de la supresión del régimen de caudales naturales, y de todas las hidrodinámicas y morfodinámicas que gobiernan su edificación física y la de sus hábitats, y que regulan su funcionamiento ecológico en todas sus dimensiones, **acaba derivando en una afectación estructural**, tanto geomorfológica (física), como ecológica (hábitats) y biológica (comunidades y especies).

El *empobrecimiento funcional* se convierte en *empobrecimiento estructural*, fenómeno que como hemos anticipado se encuentra bien descrito en la literatura científica referenciada a lo largo del informe: sabemos que la *afectación funcional*, despliega sus efectos lenta pero progresivamente, alterando en cadena todos los procesos y dinámicas físicas, químicas y biológicas y, en último término, los diferentes niveles estructurales y de organización del ecosistema, lo que incluye la pérdida de especies biológicas. La ralentización de dicho proceso vienen explicada por el hecho de que la inercia funcional del ecosistema constituye un mecanismo de homeostasis, o autoregulación, conocido como *resiliencia ecológica*, que tiende a compensar y neutralizar las presiones y perturbaciones que recibe el sistema. No obstante, cuando las dinámicas y procesos naturales son completamente suprimidos, la degradación funcional se hace inevitable, y con ella la estructural, la cual a su vez disminuye su resiliencia ecológica, iniciándose así un proceso con circuitos de retroalimentación que pueden conducir al colapso del ecosistema, o a profundos cambios en la composición de este.

El hecho de que dicho proceso sea lento, permitió que algunos de los valores paisajísticos y biológicos más sobresalientes del río Siurana llegasen (en diferentes grados de conservación) al siglo XXI. Algunos de ellos se conservan aun parcialmente a día de hoy.

Este hecho ha motivado un constante reconocimiento de algunos de dichos valores, lo cual se ha visto reflejado en la inclusión del río en diversas figuras de protección jurídica ya desde el año 1932 (Regional Planning), y especialmente a lo largo de los últimos decenios (véase apartado 3.2).

Lo cierto es que en la actualidad el río Siurana goza de una protección redundante a través de diversas figuras jurídicas. No obstante, cabe desatacar en este proceso la promulgación de la **Directiva Hábitats** (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres) así como su trasposición al ordenamiento normativo estatal y autonómico, y su posterior despliegue (véase apartado 3.2.), dado que ésta **impone un cambio de paradigma**: Introduce por una parte el mandato de conservar eficazmente los elementos de la biodiversidad europea, lo que **incluye no solamente las especies, sino también sus hábitats**. Y lo que es más importante, **lo hace exigiendo la “conservación favorable” en términos de “naturalidad de su estructura y funciones”**:

Artículo 2.

1. La presente Directiva tiene por objeto contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres en el territorio europeo de los Estados miembros al que se aplica el Tratado.
2. Las medidas que se adopten en virtud de la presente Directiva tendrán como **finalidad el MANTENIMIENTO O EL RESTABLECIMIENTO, EN UN ESTADO DE CONSERVACIÓN FAVORABLE, de los hábitats naturales y de las especies silvestres de la fauna y de la flora de interés comunitario.**

Artículo 1

A efectos de la presente Directiva, se entenderá por:

a) «conservación»: un conjunto de medidas necesarias para mantener o restablecer los hábitats naturales y las poblaciones de especies de fauna y de flora silvestres en un estado favorable [...]

e) «**ESTADO DE CONSERVACIÓN DE UN HÁBITAT**»: el conjunto de las influencias que actúan sobre el hábitat natural de que se trate y sobre las especies típicas asentadas en el mismo y que pueden afectar a largo plazo a su distribución natural, su estructura y funciones, así como a la supervivencia de sus especies típicas en el territorio a que se refiere el artículo 2.

El «estado de conservación» de un hábitat natural se considerará «favorable» cuando: [...]

- la ESTRUCTURA y las FUNCIONES específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible, y

- el estado de conservación de sus especies típicas sea favorable [...]

Sobre la base de este mandato general, exigía también a los estados miembros la creación de una red de enclaves naturales (la Red Natura 2000), dentro de la cual los espacios naturales designados estarían llamados a salvaguardar en su seno una muestra representativa de los hábitats y especies que la directiva identificaba como de “interés europeo”. **En dichos espacios los hábitats debían de recuperar su “estado de conservación favorable”.**

En este contexto, el río Siurana fue uno de los enclaves escogidos para conformar parte de la red natura 2000 (Figura 8), principalmente por su valor como ecosistema fluvial y por la presencia, aunque en algunos casos relictual o en estado de franca amenaza, de determinados hábitats y especies. Dichos hábitats y especies los hemos identificados en la tabla 02 y 03 del apartado 4.4.

Por lo tanto, en coherencia con el mandato de la Directiva, los hábitats fluviales a que hace referencia la tabla 02 (el conjunto de los cuales, señalados en negrita, constituyen en esencia el ecosistema fluvial) deben de recuperar su estado de conservación favorable, lo cual se considerará perfeccionado en el momento en que **“la estructura y las funciones específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible” y que “el estado de conservación de sus especies típicas sea favorable”.**

Por otro lado, como hemos visto, el estado de conservación de los hábitats a que se refiere la directiva viene definido en esta como: **“el conjunto de las influencias que actúan sobre el hábitat natural de que se trate y sobre las especies típicas asentadas en el mismo y que pueden afectar a largo plazo a su distribución natural, su estructura y funciones, así como a la supervivencia de sus especies típicas en el territorio a que se refiere el artículo 2.”**

Como hemos señalado a lo largo del informe, **EL ESTADO FUNCIONAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL** (al cual apela la directiva) **ES CRÍTICO** en algunos tramos. Se ha presentado el marco conceptual que sustenta esta afirmación y, en aras a acreditarla, se han aportado los argumentos y las referencias científicas que la avalan, las relaciones de causalidad que permiten explicarla, y se han identificado indicios físicos y ecológicos concretos y constatables sobre el terreno que permiten verificarla.

Sin perjuicio de lo anterior, nos remitimos a la tabla 03 para hacer notar que el **estado funcional desfavorable** del ecosistema (y por lo tanto de todos sus hábitats) posee su expresión más clara en las especies que de él depende: los organismos que son “**elemento clave**” de conservación del espacio *Natura 2000* del río Siurana (*Austropotamobius pallipes*, *Lutra lutra*, *Myotis capaccinii*), o bien se encuentran extinguidas en el curso principal (afectado por el trasvase), o bien su situación es crítica y próxima a la desaparición, tal y como hemos expuesto en el apartado 2.2.

En concreto se conoce alguna población relictual y manifiestamente amenazada de cangrejo ibérico (*Austropotamobius pallipes*)⁸ aguas abajo del embalse de Siurana; por su parte, el murciélago ratonero patudo (*Myotis capaccinii*)⁹, considerada una especie en peligro de extinción, mantiene una localidad refugio en el río Montsant, a partir de la cual podría recolonizar otros tramos y aumentar su presencia en la cuenca del río Siurana para el caso de que éste mejorase su estado ecológico.

⁸ ***Austropotamobius pallipes***: Esta especie se encuentra en regresión en gran parte de su área de distribución Peninsular. En la cuenca del Siurana, en la que se encontraba ampliamente distribuida en la segunda mitad del siglo XX, ha sufrido un importante retroceso en los últimos decenios, manteniendo poblaciones importantes solo en dos enclaves.

La falta del recurso hídrico, y el desplazamiento sufrido por otras especies de decápodos no autóctonos, principalmente por el cangrejo de río americano (*Procambarus clarkii*), son las principales causas de su rarefacción.

Como ha sido razonado en el apartado 4.3, la alteración del régimen hidrológico es uno de los factores que favorecen la entrada de especies exóticas y su mejor adaptabilidad, lo que facilita que sean más competitivas ecológicamente hablando y desplacen a las especies autóctonas. Por otro lado, la estabilidad y condiciones de habitabilidad del medio acuático para el cangrejo ibérico son claves para su éxito demográfico, por lo que algunos de los innumerables efectos ecológicos que han sido descritos en el apartado 4.3 podrían encontrarse detrás de su recesión.

⁹ ***Myotis capaccinii***: Uno de los quirópteros de mayor interés en la cuenca es el murciélago ratonero patudo, *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837). Se trata de una especie amenazada de la que se conoce una sola localidad en la subcuenca del río Montsant. Es un murciélago termófilo muy sensible a las perturbaciones en sus refugios y a la contaminación o al deterioro de las masas de agua a las cuales está ligada y a las alteraciones de los hábitats riparios (Mate et al., 2007).

Es ampliamente conocida la selección positiva de la totalidad de las especies de quirópteros respecto las masas, corrientes y puntos de agua, donde son abundantes sus presas. En este sentido, las láminas de aguas de los embalses pueden resultar puntos de interés para algunas especies, pero su efecto en el resto de la cuenca por la detración y disminución de caudales puede considerarse muy negativo para la mayor parte de las especies. De hecho, a lo largo del informe hemos insistido en el empobrecimiento cuantitativo y cualitativo que se ha producido en el hábitat acuático (tamaño y continuidad de las láminas de agua superficiales), lo que sin duda debe redundar negativamente en la capacidad del ecosistema para acoger y favorecer las poblaciones de quirópteros.

La nutria paleártica (*Lutra lutra*)¹⁰ parece tener tan solo una presencia errática y laxa de algunos ejemplares, principalmente en los cursos tributarios.

En definitiva, **en cuanto a las especies clave del espacio natural, y pese a que en el pasado el río Siurana constituyó para ellas uno de sus ultimísimos refugios a escala regional, lo cierto es que en la actualidad se encuentran en una SITUACIÓN CRÍTICA, sin duda fruto de la degradación funcional y estructural que ha venido intensificándose a lo largo de los últimos decenios. Esta situación sin duda debe achacarse principalmente a la detracción de más de un 81 % de los recursos hidrológicos del ecosistema fluvial para su derivación hacia la vecina cuenca de Riudecanyes, y a la consecuyente supresión del régimen natural de caudales.** Y es que, el trasvase Siurana-Riudecanyes, es prácticamente la única presión trascendente que incide sobre el río Siurana en la mayor parte de su recorrido (hasta la confluencia con el río Montsant en que entra en juego el efecto de los pantanos de Margalef y de la Vilella baixa).

Hemos narrado profusamente a lo largo del informe la absoluta aniquilación que se ha producido de todos los procesos y dinámicas naturales que controlaban en el pasado la ecología del río Siurana aguas abajo del azud de la Venta del Pubill. **Es evidente que la resiliencia ecológica ha frenado y ralentizado el proceso de degradación ecológica. Pese a ello, es igualmente manifiesto que, aunque lentamente, el dilatado funcionamiento del trasvase durante decenios ha provocado que la decadencia funcional del ecosistema avance, y que este hecho ha dado lugar también a su inevitable y progresiva decadencia estructural y a su empobrecimiento biológico. La prueba definitiva de este escenario es el desfavorable estado de conservación en que se encuentran los hábitats y especies que motivaron la declaración del espacio natural.**

¹⁰ **Lutra lutra:** La poca disponibilidad hídrica es una de las principales causas de la regresión de esta especie semiacuática en el sur de Europa (Delibes 1990; Ruiz-Olmo, J. 2001.). A lo largo del siglo XX la disminución de los caudales ha sido importante en gran parte de los ríos, donde en algunas zonas parte de los cauces quedan secos en algunos periodos del año. Esto sucede frecuentemente en las cuencas bajas, en las zonas de captación y por debajo de los embalses. Este efecto es decisivo en periodos de sequía prolongados, cuando el río puede quedar muy afectado, especialmente por el efecto sobre las poblaciones de especies acuáticas (cangrejos, anfibios, peces) e indirectamente puede causar la desaparición del mustélido (Ruiz-Olmo, J. 2001.). Jimenez & Lacomba (1991) demuestran que la nutria desaparece cuando el caudal medio anual es menor a 1 m³/s. A pesar de esto, la existencia de pozas grandes y profundas es un elemento decisivo en los ríos mediterráneos. En estos ríos se ha demostrado que las nutrias pueden tolerar las sequías naturales, con agua solo confinada en pozas, si estas mantienen sus presas, siempre que se trate de unas pocas semanas o meses (Ruiz-Olmo & Delibes 1998; Ruiz-Olmo & López-Martín, 1999).

Uno de los efectos que se producen con la variación de caudales son los cambios repentinos del área de campeo. Expansiones o contracciones de la distribución de la nutria motivada por cambios en la disponibilidad de agua y de alimento entre momentos o años húmedos y secos han sido observadas en cuencas mediterráneas, tanto en Córdoba (López-Martín et al. 1998, Prenda et al. 2001), como en Tarragona y Teruel (Ruiz-Olmo 1995, Ruiz-Olmo & López-Martín 2000), afectando esencialmente a las cabeceras o tramos de menor orden, o aquellos que se secan crónicamente por extracción humana del recurso, que serían abandonados en temporadas secas.

En conclusión, tanto el deterioro de la calidad y disponibilidad de hábitat acuático en general, como el consecuyente empobrecimiento de las comunidades ictiológicas (peces) han podido dibujar un escenario desfavorable para la nutria en el río Siurana. También la reducción de las masas de agua aisladas (número, superficie y habitabilidad), que ofrecen recursos tróficos durante determinadas épocas, podrían haber afectado negativamente a la especie dentro de la cuenca. Por último, la extrema simplificación de los efectos morfogeneradores del régimen de caudales comportaría potencialmente una pérdida de hábitat reproductor.

Creemos que la degradación ecológica del ecosistema fluvial del río Siurana se encuentra en un estado avanzado. Creemos también que la resiliencia o potencialidad ecológica del río podría aún permitiría revertir su actual estado de empobrecimiento funcional para el caso de naturalizarse el régimen de caudales. En cuanto al empobrecimiento biológico, resulta también evidente que se vería en gran parte revertido, si bien no podemos asegurar que el proceso sufrido durante decenios no haya comportado la pérdida de taxones biológicos difícilmente recuperables o la erosión de las biocenosis. **ESTE ESCENARIO DIBUJA UNA SITUACIÓN DE MÁXIMA URGENCIA, en la que resulta ineludible prescribir una renaturalización de las dinámicas naturales en el menor plazo posible.**

De hecho, atendiendo al marco normativo impuesto por la Directiva Hábitats, es evidente que debe de procederse dentro de las ZECs que integran el río Siurana a conseguir un *“estado de conservación favorable, de los hábitats naturales y de las especies silvestres de la fauna y de la flora de interés comunitario”*, entendiendo como tal un escenario en el que *“la estructura y las funciones específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible”*, así como que *“el estado de conservación de sus especies típicas sea favorable [...]”*.

Desde el punto de vista del equipo que suscribe el presente informe, consideramos incuestionable el hecho de que **el cumplimiento de dicho mandato (“restaurar el estado de conservación favorable de hábitats y especies” en los espacios naturales que integran el eje principal del río Siurana) es incompatible con el mantenimiento del régimen de caudales que actualmente impone el trasvase Siurana-Riudecanyes.**

Los recursos hidrológicos derivados actualmente hacia la cuenca de la Riera de Riudecanyes son el elemento necesario para restaurar y sustentar la ecología y riqueza biológica del ecosistema del río Siurana.

Cuantitativamente hablando (volumétricamente), una sustracción como la que se viene produciendo no es viable sin que esto provoque una grave alteración del ecosistema y comprometa la conservación de los hábitats y especies que de éste depende. Ambas cosas son sencillamente incompatibles

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES FINALES

El presente informe evalúa los efectos ecológicos del trasvase del Siurana-Riudecanyes sobre el ecosistema fluvial del río Siurana.

Ha sido redactado por el equipo de Ecología Fluvial de MN Consultores en Ciencias de la Conservación a petición del Consell Comarcal del Priorat.

Para su elaboración se ha contado con (1) un análisis preliminar de algunos informes y datos hidrológicos generados por la *Agència Catalana del Agua* y la Confederación Hidrográfica del Ebro, (2) los resultados del estudio diacrónico de las series de fotografías aéreas y ortofotomapas disponibles para el periodo 1946-2017, (3) los datos derivados de análisis llevados a cabo específicamente para este informe (morfométricos, cubiertas del suelo, etc.) (4) y las observaciones diagnósticas recolectadas mediante un recorrido integral de reconocimiento del río Siurana por parte de especialistas en diferentes disciplinas.

Por lo tanto, no se han realizado modelos de alteración hidrológica, que sin duda serían de gran utilidad, ni otros estudios específicos -que pueden ser impulsados en el futuro- de cara a profundizar en las relaciones causales, cuantificar la magnitud de los impactos, o elaborar propuestas de gestión hidrológica y sedimentológica de la cuenca que permitan mejorar el estado ecológico del río Siurana.

Pese a ello, el equipo redactor considera, que a partir de los datos, observaciones y demás información disponible, y de su interpretación y contextualización en el marco del conocimiento científico actual, disponemos de una visión diagnóstica del estado ecológico del río Siurana suficientemente acotada, perfectamente razonada e incluso fácilmente constatable.

Las **CONCLUSIONES** a las que hemos llegado son las siguientes¹¹:

PRIMERA) EXISTE UN MARCO CONCEPTUAL Y DE CONOCIMIENTO AMPLIAMENTE ACEPTADO POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA QUE IDENTIFICA EL RÉGIMEN NATURAL DE CAUDALES COMO EL PRINCIPAL FACTOR QUE GENERA Y CARACTERIZA LA RIQUEZA ECOLÓGICA Y BIOLÓGICA DE CADA RÍO.

El análisis que nos ocupa (implicaciones ecológicas derivadas de la alteración del régimen de caudales) es complejo y posee numerosos matices. Sin embargo, el actual estado del conocimiento que nos aportan las diferentes disciplinas científicas que participan de la ecología fluvial, nos ofrece una teoría ecológica de síntesis que goza de una aceptación y consenso científico absoluto, y que puede resumirse del modo siguiente:

¹¹ Entre claudators indicamos los apartados en los que se encuentran expuestos, desarrollados y/o justificados cada uno de los datos, inferencias o afirmaciones que son apartados a modo de conclusiones.

El **régimen natural de caudales** es el resultado de la interacción de la totalidad de factores abióticos y bióticos de la cuenca.

En base a las características de sus cuencas y colectores fluviales, **cada río posee un régimen de caudales propio e irrepetible** que es el responsable último de sus rasgos ecológicos y de las singularidades biológicas de su ecosistema fluvial (Schumm, S., 1977; Baker et al., 2004).

El régimen natural de caudales, a través de los procesos hidrodinámicos y morfodinámicos que impulsa y regula, es el elemento vertebrador de cualquier ecosistema fluvial. Es el responsable de la construcción del paisaje geomorfológico y biológico, estructura y determina las características de los hábitats acuáticos (lechos) y riparios (riberas), y gobierna las condiciones ecológicas específicas de cada hábitat y su dinamismo en el espacio y en el tiempo. De su influencia depende la totalidad de la estructura y funcionamiento del ecosistema, a todas sus escalas (desde la de paisaje a la de microhábitat), y las condiciones ecológicas que fuerzan la selección y el moldeado evolutivo de las comunidades biológicas, al tiempo que marcan los ritmos biológicos. (Poff et al. 1997; Arthington, 1997; Naiman et al., 2002; Arthington, 2002; Nilsson y Svedmark, 2002;)

Las características de un régimen de caudales pueden ser simplificadas y son habitualmente analizadas en referencia a tres comportamientos o componentes: el *comportamiento dominante* (caudales ordinarios y sus ciclos de crecidas y sequías habituales), el *comportamiento en avenida extremas*, y el *comportamiento en sequía extremas*. Para cada uno de estos tres comportamientos son considerados diversos aspectos referidos a la *magnitud* (valores), *variabilidad*, *fenología* (periodos estacionales en que se producen), *duración* (persistencia de cada proceso), y *tasas de cambio* (es decir, tasas de crecida y defluencia). (Williams y Wolman, 1984; Poff et al. 1997; Arthington, 1997; Naiman et al., 2002; Bunn y Arthington, 2002; Poff y Zimmerman, 2010)

Cada uno de esos comportamientos (los caudales ordinarios, las avenidas extremas, las sequías extremas), y la diversidad en los diferentes aspectos de cada uno de ellos (magnitud, variabilidad, fenología, duración y tasas de cambio), dibujan finalmente un régimen de caudales característico y, todos y cada uno de ellos, posee una significación ambiental o unos efectos ecológicos en el ecosistema y cada uno de los hábitats influenciados.

Cuanto más diverso y heterogéneo es el abanico de caudales, mayor diversidad ecológica y biológica generan. En el ecosistema fluvial, diversidad hidráulica es sinónimo de diversidad biológica (Martínez y Fernández Yuste, 2006). A mayor rango de variabilidad intraanual e interanual de todos los componentes y de sus elementos de significancia ambiental, mayor es la heterogeneidad y riqueza de oportunidades ecológicas que genera en el ecosistema y mayor son las tasas de biodiversidad que sustenta en él (Poff et al, 1997).

Por otro lado, la característica más representativa del clima mediterráneo es su naturaleza cambiante. Posee fases cíclicas repetitivas, pero con una elevada irregularidad e impredecibilidad en todas sus variables (y especialmente en las precipitaciones). Por ello, la

respuesta hidrológica asociada a dicho clima es extraordinariamente rica y diversa intra e interanualmente. **La respuesta hidrodinámica del ecosistema fluvial mediterráneo genera un complejo y diversificado mosaico espacial de hábitats** sobre los lechos, que se ve modificada además incesantemente a lo largo del tiempo, lo que propicia la existencia de ricas comunidades biológicas, propias de estos ambientes y altamente adaptadas a ellos (Datry, T. et al., 2017).

Este marco teórico y conceptual, conocido como “el paradigma del régimen de caudales”, ha sido profusamente estudiado y descrito y se encuentra ampliamente consensuado en el ámbito de la ecología fluvial (Poff et al. 1997; Naiman et al., 2002; Arthington, 2002; Nilsson y Svedmark, 2002; Poff, & Zimmerman, 2010). **En él nos apoyamos y a él apelamos en algunas de las conclusiones expuestas en adelante.**

SEGUNDA) EL ESTUDIO DE LOS FACTORES GEOLÓGICOS, CLIMÁTICOS, OROGRÁFICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DEL RÍO SIURANA NOS LLEVAN A CONCLUIR QUE ÉSTE POSEERÍA DE MANERA NATURAL (SIN INFLUENCIA HUMANA) UN RÉGIMEN DE CAUDALES MARCADAMENTE MEDITERRÁNEO, ENÉRGICO, RICO Y DIVERSO, Y CON UNA ELEVADÍSIMA VARIABILIDAD INTRANUAL E INTERANUAL.

TANTO LOS MODELOS TEÓRICOS EXISTENTES Y ANALIZADOS (PARA EL PERÍODO 1940-2001), COMO LA SERIE DE MEDIDAS REALES DISPONIBLES, CONFIRMAN TAMBIÉN LA ELEVADA DIVERSIDAD Y RIQUEZA DEL RÉGIMEN NATURAL DE CAUDALES DEL RÍO SIURANA.

De acuerdo con “el paradigma del régimen de caudales” expuesto en la conclusión primera, la potencialidad ecológica y biológica de un río viene explicada principalmente por el régimen de caudales del mismo, por lo que el análisis de dicho régimen resulta ineludible.

El estudio del contexto climático que influencia la cuenca del río Siurana [2.1.A], así como el análisis de la naturaleza geológica [2.1.B], de los rasgos y parámetros que definen su geografía [2.1.C], y de otros aspectos de trascendencia ecológica [2.1.D], nos ha permitido comprender la naturaleza, características y matices del régimen de caudales que de manera natural (sin influencia humana) poseía el ecosistema fluvial de dicho río [2.1.E].

Comprender los procesos que subyacen y regulan el régimen de caudales naturales, nos ha facilitado a su vez la reconstrucción y la comprensión de los procesos hidrodinámicos y morfodinámicos del ecosistema fluvial del río Siurana [2.1.F].

De todo ello hemos deducido, que la cuenca del río posee unas características geológicas y geográficas que potencian la trasmisión de los pulsos y cambios en su clima, característicamente mediterráneo y por lo tanto extremadamente variable, al régimen de caudales del río Siurana. Su régimen debía de poseer en condiciones naturales una respuesta súbita e instantánea a los episodios de precipitaciones (que se transformaban

rápida en escorrentía), por lo que también la variabilidad intra e interanual del clima se ve reflejada en un **régimen hidrológico rico y diverso intra e interanualmente**.

No obstante, la naturaleza carbonática de algunas de las cabeceras de la cuenca probablemente provocan que una pequeña proporción de los aportes en forma de precipitaciones se infiltre en el terreno, resiguiendo caminos indirectos y emergiendo e incorporándose al flujo superficial tiempo después. Ese fenómeno genera una cierta laminación o amortiguación de la respuesta hidrológica. Aunque cuantitativamente menores, lo cierto es que esos procesos favorecen un cierto tamponamiento del régimen, lo que haría que **los cauces del río Siurana poseyeran con probabilidad (en condiciones naturales) caudales en superficie circulando incluso durante los meses de estío**.

En conclusión, los factores analizados nos dicen que el régimen del río Siurana poseía un régimen natural de caudales de tipo mediterráneo, intensamente energético, súbito, impredecible, y enormemente rico, diverso y cambiante a lo largo del ciclo hidrológico anual, y entre diferentes años. En consecuencia, poseía una alta capacidad para transportar sedimento y para modelar y crear incesantemente todo tipo de formas fluviales sobre las que se edifica el ecosistema fluvial, y desplegaba además unas condiciones morfológicas e hidrológicas cambiantes en el espacio y en el tiempo, lo que hacía que dicho ecosistema fuera también rico y complejo ecológica y biológicamente hablando. Por otro lado, en razón de la geología subyacente, un cierto tamponamiento hidrológico debía facilitar que tuviese un carácter prácticamente permanente (es decir, que por su cauce circulase agua incluso durante el estío), lo que facilitaba la existencia de complejas y ricas comunidades acuáticas.

Estas conclusiones han podido ser confrontadas a otras fuentes de información disponibles: los modelos teóricos, y las medidas reales de caudales efectuadas.

Los modelos teóricos de precipitación-escorrentía disponibles [2.1.E], pese a su carácter especulativo y al rango de incerteza que poseen (sobre todo en cuanto a la magnitud de los caudales), son una fuente valiosa para interpretar y contrastar algunos de los rasgos del régimen hidrológico que hemos deducido a través del estudio de la cuenca, principalmente los relacionados con su diversidad. Nos dan una idea de la variabilidad y riqueza que aportaría el régimen de caudales que de manera natural (de no existir el trasvase) circularía sobre el espacio fluvial.

Gracias a los modelos elaborados por la Agencia Catalana del Agua, hemos podido obtener la serie de caudales medios diarios restituidos al régimen natural para el periodo 1940/41-2000/01, a la altura del embalse. Sin perjuicio de los análisis que pueden efectuarse sobre la serie, lo cierto es que ésta ofrece una imagen visual del rango de caudales (en términos de diversidad) que sería esperable en condiciones naturales: **El gráfico y su análisis permiten confirmar que el régimen hidrodinámico del río Siurana sería diverso y altamente rico en matices (Figura 05), fruto de una elevada variabilidad intraanual (Figura 03) e interanual (Figura 04)**. El gráfico de caudales clasificados nos revela idénticas conclusiones (Figura 06): **el río poseería un amplio abanico de caudales**, que incluiría desde avenidas de carácter histórico con capacidad de remodelar estructuralmente la totalidad del espacio fluvial, a

recurrentes pulsos de crecidas con una alta diversidad en sus magnitudes y fenología, o bien fases de sequía de intensidad y persistencia variable [2.1.E]. Por lo tanto, los modelos teóricos ofrecen idénticas conclusiones que la reconstrucción empírica de las características del régimen natural de caudales.

Por último, las breves series de aforos existentes (medidas reales en la cola del pantano), que aportamos corregidas para la cola del embalse (Figura 12) y para aguas abajo del trasvase (Figura 13), son reveladoras. Nos han ofrecido la oportunidad de confirmar que, **también en condiciones de funcionamiento ordinario (no extremal), el río posee un dinámico y amplio rango de variabilidad o heterogeneidad de los caudales**, tal y como predecíamos en el análisis de la cuenca, y tal y como también se intuía en el modelo teórico (véase *área azul* de sendas Figuras 12 y 13). Permiten además ratificar la idea de que, en condiciones de naturalidad, **la geología de la cuenca facilitarían la existencia de un régimen de caudales mínimo durante el estiaje (en los 5,7 años que abarca la serie no existe ningún día con caudales nulos)**, si bien con una elevada variabilidad interanual, la cual también posee efectos ecológicos de gran trascendencia.

Podemos decir, en definitiva, que disponemos de diversas fuentes de información sólidas que ofrecen en su conjunto un sustrato de evidencias suficiente para afirmar que, **en ausencia de aprovechamientos hidrológicos, el río Siurana poseería un régimen natural de caudales netamente mediterráneo y extremadamente rico y diverso intra e interanualmente y, en consecuencia, con una elevada capacidad para generar un ecosistema fluvial igualmente rico y complejo desde el punto de vista ecológico y biológico.**

TERCERA) DICHO RÉGIMEN HIDROLÓGICO NATURAL HABRÍA GOBERNADO EN EL PASADO LA CREACIÓN Y EL MANTENIMIENTO EN EL RÍO SIURANA DE UN RICO Y VALIOSO ECOSISTEMA FLUVIAL

La interacción del régimen hidrológico con el relieve y los sedimentos genera una respuesta “morfolodinámica” que se expresa en el espacio y en el tiempo a lo largo del corredor fluvial, y se erige en la fuerza creadora de las formas fluviales, y renovadora de la estructura física y el funcionamiento ecológico del río.

El carácter enérgico y altamente variable y heterogéneo del régimen hidrológico del río Siurana (descrito en la conclusión segunda), impulsa a su vez una respuesta morfolodinámica igualmente súbita, impredecible, y diversa en el tiempo y en el espacio. Dicho hidrodinamismo y el morfolodinamismo asociado, pueden deducirse del estudio de los factores naturales que lo gobiernan, así como del análisis de las formas, depósitos y otros indicios geomorfológicos del río.

La responsabilidad de dichos procesos hidro y morfolodinámicos en la génesis y en el mantenimiento de las condiciones ecológicas del río Siurana son conocidas:

- 1) Los procesos hidro y morfodinámicos son especialmente intensos en el caso del río Siurana en condiciones naturales, y han actuado durante largos periodos mediante procesos de erosión, movilización, transporte y sedimentación, regulados por medio de diversos mecanismos [2.1.F]. De este modo se ha construido un gran sistema deposicional de sedimentos fluviales a lo largo del eje del río, desde su cabecera hasta su desembocadura. Se trata de una base o zócalo sedimentario con unas dimensiones espaciales variables a lo largo del eje fluvial, pero que son de una entidad considerable en todo su trazado. **Los procesos hidro y morfodinámicos han dado lugar a una alternancia interesante de tipologías fluviales que en su conjunto dibujan un corredor geomorfológico continuo, el cual conforma la base física que sustenta y sobre la que se desarrolla el ecosistema acuático y ripario del río Siurana.**
- 2) Las características de los sedimentos y de la topografía de las formas fluviales a que han dado lugar los procesos hidro y morfodinámicos, ofrecen unas condiciones edafológicas e hidrológicas óptimas para el desarrollo del ecosistema ripario: la permeabilidad de los sedimentos permite la existencia de un acuífero aluvial; por otro lado la presencia de estratos intercalados de sedimentos finos ofrece una buena potencialidad para el desarrollo del bosques de ribera, mientras la proximidad topográfica entre lecho y riberas favorece la accesibilidad de la vegetación riparia al aluvial y hace posible los procesos de desbordamiento lateral (de los que depende importantes procesos, como la formación de los suelos riparios, la dispersión de propágulos, etc.).
- 3) Los comportamientos hidrodinámicos extremos (relacionados con las grandes crecidas), son también la base para la remodelación y rejuvenecimiento morfológico y, por ende, ecológico, del espacio fluvial.
- 4) Los procesos morfodinámicos relacionados con los patrones hidrológicos dominantes (caudales habituales) y su variabilidad en el tiempo, definen la anchura e introducen cambios constantes en las características físicas de los lechos (en su granulometría y formas), y en el comportamiento del flujo y la disponibilidad hídrica, creando así un rico mosaico de hábitats, cambiante en el espacio y en el tiempo, que es la base del paradigma ecológico del ecosistema fluvial mediterráneo.

A través del estudio de los lechos sabemos que el material transportado por el río era rico en guijarros, gravas y arenas, sedimentos que conformaban antaño grandes aluviones, altamente característicos de los paisajes fluviales mediterráneos más dinámicos. Esos lechos son un verdadero ecosistema en sí mismo. La interacción entre una topografía superficial extremadamente heterogénea y un régimen de caudales cambiante e igualmente diverso, hacía que este tipo de lechos conformasen ricos mosaicos ecológicos en superficie: hábitats acuáticos, semiacuáticos y terrestres se reordenan permanentemente en el espacio y en el tiempo ofreciendo innumerables oportunidades y condiciones ecológicas a las comunidades biológicas, pero obligan a estas a adaptarse a los continuos cambios

en las condiciones físicas, hidrológicas y químicas. Eran gobernados en definitiva por una ecología singular, que posee su propia lógica y funcionamiento, y daban lugar a comunidades biológicas altamente adaptadas y exclusivas de estos ambientes.

En síntesis, la riqueza y diversidad del régimen de caudales naturales apelada en la conclusión segunda, ha venido impulsando procesos hidro y morfodinámicos igualmente ricos y complejos.

Esos procesos son los únicos responsables de la construcción de la base física del espacio fluvial, y de todos sus niveles de diversidad estructural y ecológica. Sin ellos las formas fluviales no solamente no se renovarían, quedando fosilizadas y perdiendo las oportunidades ecológicas que ofrecen, si no que no hubiera existido nunca una base estructural para el desarrollo del ecosistema fluvial del río Siurana.

Los procesos hidro y morfodinámicos impulsados por el régimen natural de caudales, han construido y mantenido los dos elementos sobre los que se construye la riqueza biológica y ecológica del río Siurana: los depósitos de fondo de valle sobre los que se asienta el bosque ripario, y los grandes lechos deposicionales de gravas y arenas que conforman un mosaico de hábitats acuáticos y semiacuáticos extremadamente rico y cambiante en respuesta a los cambios del régimen hidrológico.

En definitiva, conocemos en términos generales las relaciones de íntima dependencia que existe entre la naturalidad del régimen de caudales, su transmisión en la respuesta morfodinámica del sistema fluvial, y la responsabilidad de ésta en la construcción, la renovación del ecosistema, y en su regulación ecológica.

CUARTA) EL ECOSISTEMA DEL RÍO SIURANA SE ERIGIÓ COMO UNA DE LAS ÚLTÍMISIMAS Y MÁS SOBRESALIENTES REPRESENTACIONES DE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES MEDITERRÁNEOS EN CATALUNYA.

SU DESIGNACIÓN COMO “ZONAS DE ESPECIAL CONSERVACIÓN (ZECs)” OBLIGA A MANTENER SUS HÁBITATS EN UN ESTADO DE CONSERVACIÓN FAVORABLE DESDE UN PUNTO DE VISTA ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL, ASÍ COMO EN REFERENCIA A LA PRESERVACIÓN ADECUADA DE SUS ESPECIES MÁS DESTACABLES

Tal y como ha estado enunciado en la conclusión primera, cuanto más diverso y heterogéneo es el abanico de caudales, mayor diversidad ecológica y biológica generan.

Por ello, y como era de esperar, **de acuerdo con el amplio y diverso régimen natural de caudales que posee de manera natural el río Siurana (véase conclusión segunda), las dinámicas fluviales impulsadas por dicho régimen guiaron la creación de un ecosistema igualmente complejo y extremadamente rico desde el punto de vista ecológico y biológico (conclusión tercera).** Su riqueza ecológica se ha visto reflejada en la diversidad de tipologías fluviales que acoge en su breve recorrido, y en el complejo mosaico de hábitats acuáticos y riparios que lo caracterizan [2.2].

De hecho, por causas diversas, el río Siurana preservó una de las mejores y más genuinas expresiones del ecosistema fluvial mediterráneo de Cataluña hasta los últimos decenios del siglo XX. La excepcionalidad del río Siurana radicaba tanto en su *integridad física* (su espacio fluvial no había sido invadido por infraestructuras, actividades o usos del suelo altamente transformadores), como en la *extraordinaria naturalidad funcional, basada en el mantenimiento de un régimen de caudales próximo al natural* hasta la segunda mitad del siglo XX [2.2].

El carácter mediterráneo era uno de los elementos que más subrayaba el valor del río Siurana. Los ecosistemas fluviales sometidos a la regulación del clima mediterráneo y que mantienen dinámicas marcadas por procesos hidrológicos y morfodinámicos fuertemente influenciados por dicho clima, poseen un funcionamiento ecológico singular. Sus paisajes y comunidades biológicas se encuentran adaptadas a dicho funcionamiento, y son la expresión evolutiva de los procesos característicos y exclusivos del ecosistema fluvial mediterráneo. Son uno de los sistemas más ricos y, sin embargo, se encuentran entre los más alterados y amenazados del planeta (Sala, O. E., et al., 2000).

La afortunada excepción que constituía el ecosistema fluvial del río Siurana, lo convirtió en uno de los ríos en los cuales la riqueza paisajística, funcional y biológica se expresaba en su máximo esplendor durante los últimos decenios del siglo pasado. Hasta la aparición de los embalses de la cuenca y la intensificación del trasvase Siurana-Riudecanyes su ecosistema fluvial era excepcional. El conjunto de la cuenca mostraba un excelente estado de conservación, considerándose los tramos de cabecera como unas de las biocenosis mejor estructuradas e intactas.

No en vano, se erigió como uno de los últimos refugios para algunas de los organismos fluviales más sensibles y amenazados en aquel momento. Albergaban la totalidad de las especies piscícolas (ciprínidos) que correspondían a este ámbito biogeográfico, además de mamíferos semiacuáticos como la nutria (*Lutra lutra*), el turón (*Mustela lutreola*) o la rata de agua (*Arvicola sapidus*). En el caso de los invertebrados, el cangrejo de río autóctono (*Austropotamobius pallipes*) ocupaba la mayor parte de la cuenca.

Ya en el año 1932, la integridad paisajística del río Siurana motivaron su inclusión como uno de los 24 “ríos pintorescos reservados” en el *Regional Planning*, la primera propuesta de planificación territorial de Cataluña.

Aunque en los últimos decenios el río Siurana ha visto empobrecidos y erosionados sus valores ecológicos y biológicos (véase conclusión sexta), sigue manteniendo a día de hoy muchos de los elementos que hacen de él un río excepcional. De hecho, ha sido en el marco de los modernos marcos normativos e instrumentos de protección del medio ambiente y de la biodiversidad, que el río Siurana ha pasado a gozar de diversas protecciones jurídicas.

Entre ellas cabe destacar su inclusión como ZEC (*Zona de Especial Conservación*) en la Red Natura 2000, red de espacios naturales europea creada al amparo de la Directiva Hábitats (Dir. 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres): el río Siurana fue incluido en su totalidad en la red

Natura 2000, si bien repartido en tres espacios diferentes (ES5140008-Muntanyes de Prades; ZEC ES5140015-Riu Siurana i planes del Priorat; ZEC ES5140017-Serra de Montsant-Pas de l'Ase) (Figura 08) [2.3]. Su inclusión venía justificada por la presencia de 15 hábitats designados como de *interés comunitario* en el marco de dicha directiva (10 de ellos estrictamente fluviales), y 27 especies, entre las que destacan 4 por ser consideradas “*elementos clave*” del espacio natural. De éstas, tres poseen adscripción fluvial: *Austropotamobius pallipes* (cangrejo ibérico), *Lutra lutra* (nutria paleártica) y *Myotis capaccinii* (murciélago ratonero patudo).

Lo que resulta realmente trascendente, es que la Directiva Hábitats impone claras e ineludibles obligaciones en referencia a este hecho: las ZECs designadas por los estados miembros y que pasan a conformar parte de la red Natura 2000, están llamadas a constituir un refugio para los hábitats y especies de interés comunitario que contienen. En ellas los hábitats deben de poseer un “estado de conservación favorable”, y dicho estado es definido por la Directiva en términos de “naturalidad de su estructura y funciones”:

Artículo 2

2. Las medidas que se adopten en virtud de la presente Directiva tendrán como finalidad el MANTENIMIENTO O EL RESTABLECIMIENTO, EN UN ESTADO DE CONSERVACIÓN FAVORABLE, de los hábitats naturales y de las especies silvestres de la fauna y de la flora de interés comunitario.

Artículo 1

A efectos de la presente Directiva, se entenderá por:

e) «ESTADO DE CONSERVACIÓN DE UN HÁBITAT»: el conjunto de las influencias que actúan sobre el hábitat natural de que se trate y sobre las especies típicas asentadas en el mismo y que pueden afectar a largo plazo a su distribución natural, su estructura y funciones, así como a la supervivencia de sus especies típicas en el territorio a que se refiere el artículo 2.

El «estado de conservación» de un hábitat natural se considerará «favorable» cuando: [...] la ESTRUCTURA y las FUNCIONES específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible, [...] y el ESTADO DE CONSERVACIÓN DE SUS ESPECIES TÍPICAS SEA FAVORABLE [...]

En conclusión, en este contexto jurídico el río Siurana fue uno de los enclaves escogidos para conformar parte de la red natura 2000 (Figura 8) principalmente por su valor como ecosistema fluvial y por la presencia, aunque en algunos casos relictual o en estado de franca amenaza, de determinados hábitats (Tabla 02) y especies (Tabla 03) [4.4].

Por lo tanto, **en coherencia con el mandato de la Directiva, los hábitats fluviales a que hace referencia la Tabla 02 (el conjunto de los cuales, señalados en negrita, constituyen el ecosistema fluvial) deben de recuperar su “estado de conservación favorable”, lo cual se considerará perfeccionado en el momento en que “la ESTRUCTURA y las FUNCIONES específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible” y que “EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE SUS ESPECIES TÍPICAS SEA FAVORABLE”.**

Por otro lado, como hemos visto, el estado de conservación de los hábitats a que se refiere la directiva viene definido en ésta como: “**el conjunto de las influencias que actúan sobre el hábitat natural de que se trate y sobre las especies típicas asentadas en el mismo y que pueden afectar a largo plazo a su distribución natural, su ESTRUCTURA Y FUNCIONES, así como a la supervivencia de sus especies típicas**”. Por lo tanto, el estado de conservación del hábitat está íntima e ineludiblemente vinculado al estado de conservación de su estructura y funcionalidad y, como hemos acreditado a lo largo del informe, en el ecosistema fluvial la naturalidad estructural y funcional depende de la naturalidad del régimen natural de caudales.

Existe pues un **MANDATO JURÍDICO CLARO E INELUDIBLE** en el seno de los espacios Natura 2000 que engloban el ecosistema del río Siurana: en ellos **debe de recuperarse y mantenerse un estado de conservación favorable de sus hábitats (y, por ende, del ecosistema) EN TÉRMINOS DE NATURALIDAD FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL, y de un ADECUADO ESTADO DE CONSERVACIÓN DE SUS ESPECIES TÍPICAS.**

QUINTA) DESDE LA ENTRADA EN FUNCIONAMIENTO DEL TRASVASE SIURANA-RIUDECANYES EN EL AÑO 1972 EL RÉGIMEN NATURAL DE CAUDALES HA SIDO PRÁCTICAMENTE NEUTRALIZADO.

LOS PROCESOS HIDRODINÁMICOS, MORFODINÁMICOS Y ECOLÓGICOS QUE DEPENDEN DE DICHO RÉGIMEN HAN SUFRIDO UNA SIMPLIFICACIÓN EXTREMA, VIÉNDOSE TRANSMUTADO EL FUNCIONAMIENTO Y ESTRUCTURA DEL ECOSISTEMA

El excepcional estado de conservación que había mantenido el río Siurana hasta la segunda mitad del siglo XX, en los términos expresados en la conclusión cuarta, se vio alterado como consecuencia del inicio del trasvase de caudales entre la cuenca del río Siurana y la de la riera de Riudecanyes a partir del año 1950, así como a raíz de su perfeccionamiento e intensificación entre los años 70 y 90 del pasado siglo.

El sistema Siurana-Riudecanyes está concebido de tal forma que la derivación y trasvase del agua no se produce desde el embalse que regula la hidrología de la cuenca (Pantano de Siurana), sino desde un azud aguas debajo de este (azud de la Venta del Pubill). Por ello, a los efectos de evaluar las consecuencias ecológicas que la derivación de recursos hídricos hacia Riudecanyes ha venido provocando durante decenios sobre el régimen hidrológico y la ecología del río Siurana, deben diferenciarse tres tramos:

- 1) El tramo ocupado por el pantano

En este sector el ecosistema fluvial (y todo el fondo de valle) ha sido substituido por la presa y la masa de agua que almacena. La longitud total del tramo afectado es de 2,3 km (5,2 km lineales si consideramos los tributarios) y anega una superficie de 69 ha. **Su impacto sobre los ecosistemas es radical y absoluto**, por lo que no ha merecido de un mayor análisis: se extingue el régimen hidrológico de aguas corrientes superficiales (substituido

por una masa de agua lenítica), y con él **desaparece el ecosistema fluvial y el resto del mosaico ecosistémico confrontante**. Por otro lado, se ven interceptadas y neutralizadas las funciones ecológicas que desarrollaba el tramo en el continuo fluvial. Desaparece por lo tanto el régimen hidrológico como el sedimentológico longitudinal y todas las funciones conectoras no solo de materia y energía, sino también biológicas. Consideramos que el transporte de sedimentos por arrastre de fondo, saltación y por suspensión se ven neutralizados en su mayor parte. Los ecosistemas fluviales de cabecera quedan aislados rompiéndose los niveles de organización que gobiernan la ecología fluvial: las cuencas y subcuencas como nivel de estructuración jerárquica funcional, el sistema en red y el continuo fluvial.

2) Tramo desde el pantano hasta la venta del Pubill [3.2.1]:

Se trata del tramo afectado por el efecto regulador del pantano, pero no por la detracción hidrológica del trasvase. No por ello los efectos ecológicos que despliega son ajenos a dicho trasvase, dado que el embalse es una estructura de servicio del mismo (construida específicamente para abastecer al trasvase y sin el cual no tendría sentido la existencia del pantano) y porque su modelo de gestión hidrológica (y por lo tanto los efectos de la misma) obedecen y tienen por objeto satisfacer los intereses y las necesidades de derivación desde la venta del Pubill.

Para estudiar el grado de alteración que ha sufrido el régimen natural de caudales en este tramo, se dispone de datos medidos a través de los elementos de sensorización de todas las infraestructuras que componen el sistema del trasvase [3.1]. Para la elaboración del presente informe hemos podido disponer de una serie temporal limitada a aproximadamente 5 años y medio. Pese a ello, no cabe duda de que el modelo de gestión parece ser constante y que el análisis de dicho periodo ofrece por si mismo una visión clarificadora del grado en que el régimen hidrológico se encuentra modificado.

La serie obtenida y analizada (véase figura 12), nos ha llevado a concluir:

- (i) Que **la capacidad de regulación del pantano de Siurana es suficiente como para neutralizar al 100 % el régimen hidrológico natural del río** en años hidrológicos normales, e incluso en años hidrológicos más húmedos, dado que posee una capacidad de regulación de 1,4 veces los aportes medios de la cuenca envasada.

Este hecho le otorga capacidad al embalse para neutralizar todo el régimen hidrológico natural del río Siurana y, a través de él, neutralizar también el funcionamiento ecológico del río aguas debajo de la presa.

- (ii) De hecho, a la vista de la serie analizada, (Figura 12) resulta evidente que el pantano intercepta y acumula la totalidad de los recursos hídricos que recibe, almacenándolos todos ellos para ser servidos al trasvase y derivados desde la venta del Pubill. El único caudal que no es capaz de almacenar son las pérdidas por evaporación e infiltración, así como las pequeñas pérdidas constantes que se producen por las compuertas de fondo del pantano por deficiencias en su oclusión.

Como consecuencia, el ritmo de los caudales de salida que circulan a través del cauce en nada se parecen a los de las entradas. El rico, complejo y diverso abanico de caudales que de manera natural posee el río Siurana y que es el motor que impulsa su ecología (véase conclusión primera y segunda), se ve transmutado y substituido por un régimen empobrecido y simplificado en extremo.

La patente riqueza y diversidad que expresa el régimen de caudales naturales (área azul Figura 12), se ve substituida por un patrón de gestión bimodal (línea roja figura 12): las salidas del pantano se simplifican en un “caudal de base” constante, monótono y cuantitativamente menospreciado fruto de las citadas pérdidas en las compuertas (su media es de 10,6 l/s y su mediana de 0,0 l/s para una serie analizada de 47,4 años). El caudal de base es además monótono y carece de diversidad intra o interanual.

Dicho caudal se mantiene aproximadamente el 80 % del tiempo, viéndose interrumpido únicamente por pulsos o picos súbitos de entrega de aguas para su derivación desde el azud de la venta del Pubill. Los picos de desembalse tienen una magnitud bastante constante (habitualmente de entre 1 y 2 m³/s) lo cual los hace igualmente monótonos, sin prácticamente un rango de variabilidad, lo que simplifica los efectos ecológicos que podrían desplegar. Además se producen de manera aleatoria en el tiempo, concentrándose incluso en épocas en que de manera natural no se producirían, hecho que entraña consecuencias ecológicas nefastas. Por otro lado, los pulsos son súbitos, y las tasas de cambio (crecida y deflación) que dibujan los hidrogramas de liberación de caudal son letales para las comunidades biológicas acuáticas.

En RESUMEN, entre el embalse (estructura de regulación) y el azud de la venta del Pubill (estructura de derivación) circula un régimen de caudales profundamente alterado, resultado de un modelo de gestión que transforma el rico y diverso régimen natural que entra por la cola de pantano, en un régimen monótono, pobre, y casi nulo el 80 % del tiempo. El resto del tiempo genera picos súbitos y constantes que pueden tener una trascendencia ecológica profundamente negativa.

El régimen de caudales naturales se encuentra de facto practicante anulado. Por efecto del pantano, el tramo no posee tampoco caudales sólidos asociados al caudal líquido, lo cual transmuta físicamente y empobrece ecológicamente el hábitat fluvial del cauce. Sin perjuicio de un análisis pormenorizado de los efectos ecológicos concretos que entraña este escenario, se puede afirmar que el régimen hidrológico que se impone desde el embalse para servir al travase, neutraliza el rico régimen natural de caudales (véase conclusión segunda), y con ello suprime también todos los procesos hidro y morfodinámicos (véase conclusión tercera), de tal modo que el ecosistema fluvial del río Siurana puede considerarse ecológicamente desnaturalizado, y se ve sumido en un proceso de empobrecimiento progresivo sin posibilidad de mantener sus valores ecológicos a largo plazo (véase conclusión primera).

Estos efectos deben ser atribuidos en esencia al trasvase, habida cuenta que (1) la existencia y el modelo de gestión del embalse obedece únicamente a las necesidades de derivación del trasvase, (2) y que las otras derivaciones que existen (riego local y “topograpo”) no necesitarían para llevarse a cabo de la existencia del pantano, son una detracción sobrevenida de manera posterior a la construcción del mismo, y las consideramos cuantitativamente menospreciadas a efectos ecológicos.

3) Río Siurana aguas debajo de la venta del Pubill [3.2.2]

Las aguas interceptadas por el pantano de Siurana son entregadas en su totalidad al azud de la venta de Pubill para hacer efectivo su derivación hacia Riudecanyes (con la excepción de los pequeños volúmenes que representan las pérdidas por evaporación, infiltración y la derivación del “Topograpo” y riego local).

Por lo tanto, aguas abajo de dicho azud, el río Siurana sufre las consecuencias ecológicas integradas del efecto de la regulación y de la detracción de caudales. Para su análisis hemos podido disponer de una serie de 897 días, siendo el periodo más largo en continuo de 1,5 años, el cual se aporta como figura 13. Pese a la brevedad del periodo analizado hemos podido obtener una idea aproximada al funcionamiento e impacto del sistema sobre el régimen de caudales naturales:

- 1) En el azud de la Venta del Pubill, la mayor de los caudales que llegan son derivados y detraídos del ecosistema fluvial. Durante el período analizado, el caudal que hubiese circulado de no haber existido la derivación hacia Riudecanyes (es decir, en régimen natural) habría tenido un valor medio a su paso por el azud de 0,145 m³/s, mientras que el valor medio del caudal que realmente se ha dejado pasar aguas abajo fue de 0,027 m³/s. Por lo tanto, **el 81,4% de los recursos hidrológicos de los que debería de haber dispuesto en régimen natural el ecosistema (y las comunidades locales) han sido derivados** a través del canal de trasvase que conduce las aguas a Riudecanyes.
- 2) Hemos inferido, a la vista de las series hidrológicas analizadas y dada la capacidad de derivación que posee el azud y el canal de transporte del trasvase, que esa detracción del 81,4 % de los recursos hidrológicos naturales del Siurana se podrían haber derivado sin necesidad de la existencia del pantano. Este hecho lleva a una conclusión de la máxima trascendencia: **el pobrísimo régimen hidrológico que circula a día de hoy por el río Siurana aguas abajo del pantano (figura 13) debe de ser atribuido en su totalidad a la gestión que se efectúa desde el azud de la Venta del Pubill para satisfacer las demandas de las concesiones de Riudecanyes**. Dicho de otro modo, el régimen resultante aguas debajo de la venta del Pubill, sería prácticamente idéntico al actual aunque no existiese el embalse de Siurana (por lo tanto, en ausencia de la regulación hidrológica que aporta el mismo): eso significa que es atribuible a la derivación hacia Riudecanyes, y no al embalse.
- 3) El patrón bimodal que libera el pantano es simplificado y aminorado aún más en el azud de la venta del Pubill. Aguas debajo del mismo, el patrón pasa a ser prácticamente unimodal y totalmente monótono, y consiste en un caudal de base

cuasi constante cuya mediana es de tan solo 20 l/s (en todo el periodo representado únicamente se registran dos pulsos de baja magnitud y con unas tasas de cambio súbitas; Figura 13). **Dicho régimen es de una pobreza extrema, e impone unas condiciones hidrológicas y morfodinámicas antinaturales:** la totalidad del dinamismo y del amplio abanico de comportamientos, patrones y matices que posee el régimen hidrológico natural del río Siurana se encuentra totalmente aniquilado, de tal modo que el hidro y morfodinamismo del río se encuentra suprimido. Es prácticamente inexistente. La monotonía del régimen neutraliza cualquier grado de diversidad intra o interanual, y la magnitud de los caudales dominantes (20 l/s) hace que estos puedan considerarse prácticamente nulos en superficie en los tramos con lechos permeables (de gravas).

- 4) **La magnitud del caudal residual que se mantiene aguas abajo del azud (de algo más del 18%) no permite el mantenimiento del ecosistema del río Siurana en dicho tramo, imposibilitando *de facto* dotar al río de un régimen de caudales ambientales que pueda ni tan solo garantizar una funcionalidad ecológica mínima (que no óptima).** De hecho, con independencia del modelo de gestión que se implemente, ni tan solo permite el mantenimiento de un régimen de caudales ecológicos, tal y como ha sido razonado en el apartado 3.2.2.
- 5) **El régimen resultante aguas abajo del azud es pobrísimo en magnitud en todas sus fases, y posee una simplicidad extrema** que imposibilita el mantenimiento de la mayor parte de procesos ecológicos que conforma la base del funcionamiento ecológico del río. Como consecuencia, **este hecho comporta una simplificación funcional progresiva del ecosistema y un empobrecimiento irreversible de su biodiversidad.**
- 6) El azud de la venta del Pubill también posee una capacidad notable de interceptar el tránsito de caudales sólidos e inmovilizar los sedimentos, efecto que se acumula al efecto generado por el embalse. Ese hecho agrava todavía más el empobrecimiento morfodinámico del río, que adquiere niveles ecológicamente deletéreos

Como **CONCLUSIÓN final podemos decir que la totalidad de la variabilidad o heterogeneidad del régimen de caudales que de manera natural posee el río Siurana (véase conclusión primera y segunda) se ve laminado y simplificado al extremo por la mera detracción que se efectúa desde el azud de la venta del Pubill para satisfacer el trasvase. Por lo tanto, el efecto del mismo a partir de este punto no es atribuible al efecto del embalse, sino a la intensidad de la derivación que se efectúa para satisfacer las concesiones de Riudecanyes. Los procesos hidrodinámicos y morfodinámicos que, como hemos relatado al largo del informe (conclusión primera), constituyen el motor ecológico que impulsa y gobierna de manera natural el ecosistema, se encuentran en este punto drásticamente neutralizados.**

SEXTA) LA PROFUNDA ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES NATURALES QUE PROVOCA EL TRASVASE DE LA MAYOR PARTE DE LOS RECURSOS HIDROLÓGICOS DEL RÍO SIURANA HACIA EL PANTANO DE RIUDECANYES, HA SUMIDO PAULATINAMENTE AL ECOSISTEMA DE DICHO RÍO EN UN SITUACIÓN DE FOSILIZACIÓN FUNCIONAL, Y HA PROVOCADO UN INTENSO EMPOBRECIMIENTO ESTRUCTURAL ECOLÓGICO Y BIOLÓGICO.

LAS CAUSAS Y MECANISMOS POR LOS QUE SE HA PRODUCIDO DICHA DECADENCIA ECOLÓGICA SON CONOCIDAS Y SUS EFECTOS SON CONSTATABLES.

LA RESILIENCIA ECOLÓGICA DEL ECOSISTEMA PUEDE FACILITAR LA RESTAURACIÓN FUNCIONAL DEL MISMO, PERO SOLO EN EL CASO DE RESTITUIRSE UN RÉGIMEN DE CAUDALES PRÓXIMO AL NATURAL.

DESDE EL PUNTO DE VISTA CUANTITATIVO, LA ACTUAL DETRACCIÓN DE CAUDALES PARA SATISFACER LAS DEMANDAS DEL TRASVASE ES INCOMPATIBLE CON LA RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA DEL RÍO SIURANA, E IMPOSIBILITA DE FACTO LA RECUPERACIÓN DEL “ESTADO DE CONSERVACIÓN FAVORABLE” QUE PARA LOS HABITATS Y ESPECIES FLUVIALES DEL RÍO SIURANA ES EXIGIDO POR MANDATO LEGAL.

Con la derivación de caudales líquidos y la intercepción de caudales sólidos desde el azud de la venta de Pubill para subministrar las demandas hídricas de Riudecanyes, la cual se inicia en el año 1950, comienza la alteración del régimen hidrológico. Esta se ve intensificada con la construcción del pantano de Siurana y con la optimización del sistema infraestructural del trasvase entre los años 70 y 90.

Los datos analizados apuntan a que el actual régimen residual que se mantiene aguas abajo del azud de la venta del Pubill ha comportado la aniquilación de todo la riqueza, dinamismo y heterogeneidad que de manera natural poseería el hidrodinamismo del río Siurana (conclusión quinta) [3.2.2].

Por otro lado, sabemos que la neutralización del hidrodinamismo, conlleva también la inevitablemente la supresión sobre todo el morfodinamismo, el cual se ve afectado además por el efecto barrera de las estructuras de almacenaje (embalse) y derivación (azud). Por otro lado, existe una estrecha e indisoluble relación existente entre el grado de naturalidad del régimen de caudales de cualquier río, y la *naturalidad estructural* y *funcional* de su ecosistema fluvial (apartado 4.1). Los procesos hidrodinámicos y morfodinámicos, como hemos relatado al largo del informe, constituyen el motor ecológico que impulsa y gobierna de manera natural el ecosistema. Estas dinámicas crean, moldean, mantienen y renuevan la totalidad de los hábitats del sistema fluvial. Por ello, los patrones del funcionamiento hidrológico de un ecosistema fluvial es el factor que con más fuerza determina sus características ecológicas, estructurando los hábitats acuáticos y riparios y regulando el funcionamiento del conjunto del sistema.

En consecuencia con todo ello, sabemos que el ecosistema del río Siurana fue sometido a una **progresiva e inevitable degradación funcional del ecosistema**, y sabemos también que dicha *afectación funcional*, dado que ha comportado la supresión durante decenios de las

dinámicas que gobiernan su edificación física y la de sus hábitats, y que regulan su funcionamiento ecológico en todas sus dimensiones, **acaba derivando en una afectación estructural**, tanto geomorfológica (física), como ecológica (hábitats) y biológica (comunidades y especies).

La decadencia progresiva a la que nos referimos se ha visto enlentecida gracias a la inercia funcional del ecosistema, la cual constituye un mecanismo de homeostasis (o autoregulación), conocido como resiliencia ecológica, que tiende a compensar o neutralizar las perturbaciones que recibe el sistema. No obstante, cuando las dinámicas y procesos naturales son completamente suprimidos, la degradación funcional se hace inevitable, y con ella la estructural, la cual a su vez disminuye su resiliencia ecológica, iniciándose así un proceso con circuitos de retroalimentación que pueden conducir al colapso del ecosistema, o a profundos cambios en la composición de este.

Como hemos venido diciendo, el río Siurana ha sido sometido a lo largo de los últimos decenios a un proceso de simplificación funcional cada vez más intenso, fruto de la alteración del régimen hidrológico, lo que ha dado lugar a una pérdida progresiva de sus dinámicas y a un empobrecimiento de sus niveles de estructuración y de riqueza física, ecológica y biológica. **El ESTADO FUNCIONAL DEL ECOSISTEMA ES CRÍTICO en algunos tramos, y su empobrecimiento estructural patente a nivel ecológico y biológico.**

Se ha presentado el marco conceptual que sustenta esta afirmación y, en aras de acreditarla, se han aportado los argumentos y las referencias científicas que la avalan, las relaciones de causalidad que permiten explicarla, y se han identificado indicios físicos y ecológicos concretos y constatables sobre el terreno que permiten verificarla. **El marco conceptual, el análisis de casualidades y los indicios probatorios a que nos referimos son múltiples y se encuentran desarrollados en el apartado 4.3, y a ellos nos remitimos íntegramente.**

El hecho de que dicho proceso de degradación se haya venido produciendo de una manera lenta ha permitido que algunos de los valores paisajísticos y biológicos más sobresalientes del río Siurana llegasen a nuestros días por simple inercia ecológica, si bien en muchos casos en estados de conservación deficientes o críticos. Ese es el caso del cangrejo de río ibérico (*Austropotamobius pallipes*), la nutria paleártica (*Lutra lutra*), o el murciélago ratonero patudo (*Myotis capaccinii*), especies que, o bien se encuentran extinguidas en el curso principal (afectado por el trasvase), o bien su situación es crítica y próxima a la desaparición. El actual estado de conservación en que se encuentran estas especies es una prueba más del escenario de degradación ecológica a que nos referíamos: antes de la entrada en funcionamiento del trasvase, estas especies encontraban en el río Siurana sus mejores refugios y mantenían en él sus poblaciones más reseñables.

En todo caso, la presencia relictual de algunos hábitats y especies han motivado la inclusión del ecosistema del río Siurana a la red Natura 2000. **En cuanto a las especies clave del espacio natural, y pese a que en el pasado el río Siurana constituyó para ellas uno de sus ultimísimos refugios a escala regional, lo cierto es que en la actualidad se encuentran en una SITUACIÓN CRÍTICA, sin duda fruto de la degradación funcional y estructural que ha**

venido intensificándose a lo largo de los últimos decenios. **Esta situación sin duda debe achacarse principalmente a la detracción de más de un 81 % de los recursos hidrológicos del ecosistema fluvial para su derivación hacia la vecina cuenca de Riudecanyes, y a la consecuente supresión del régimen natural de caudales.** De hecho el trasvase Siurana-Riudecanyes, es prácticamente la única presión trascendente que incide sobre el río Siurana en la mayor parte de su recorrido (hasta la confluencia con el río Montsant en que entra en juego el efecto de los pantanos de Margalef y de la Vilella baixa) (Figura 15).

EL ESCENARIO DE DEGRADACIÓN ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL A QUE NOS REFERIMOS DIBUJA UNA SITUACIÓN CRÍTICA Y DE MÁXIMA URGENCIA, en la que resulta ineludible prescribir una renaturalización de las dinámicas naturales en el menor plazo posible.

Consideramos que la degradación ecológica del ecosistema fluvial del río Siurana se encuentra en un estado avanzado, pero que es probable que la resiliencia ecológica del río aún permita revertir su actual estado de empobrecimiento funcional, pero eso solo podrá suceder para el caso de naturalizarse el régimen de caudales. En cuanto al empobrecimiento biológico, resulta también evidente que se vería en gran parte revertido en el caso de reactivarse las dinámicas naturales, si bien no podemos asegurar que el proceso sufrido durante decenios no haya comportado la pérdida de riqueza biológica difícilmente recuperable.

De hecho, atendiendo al marco normativo impuesto por la Directiva Hábitats, es evidente que debe de procederse dentro de las ZECs que integran el río Siurana a conseguir un ***“estado de conservación favorable, de los hábitats naturales y de las especies silvestres de la fauna y de la flora de interés comunitario”***, entendiendo como tal un escenario en el que ***“la estructura y las funciones específicas necesarias para su mantenimiento a largo plazo existan y puedan seguir existiendo en un futuro previsible”***, así como que ***“el estado de conservación de sus especies típicas sea favorable [...]”***.

Consideramos incuestionable el hecho de que **el cumplimiento de dicho mandato (“restaurar el estado de conservación favorable de hábitats y especies” en los espacios naturales que integran el eje principal del río Siurana), requiere restituir las dinámicas naturales que sostienen la estructura y funcionalidad del ecosistema, por lo que es incompatible con el mantenimiento del régimen de caudales que actualmente impone el trasvase Siurana-Riudecanyes.**

Los recursos hidrológicos que actualmente son derivados hacia la cuenca de la Riera de Riudecanyes son el elemento que en el futuro debería de restaurar y sustentar la ecología y riqueza biológica del ecosistema del río Siurana.

Anotamos por último que, **cuantitativamente hablando (volumétricamente), una sustracción como la que se viene produciendo no es viable sin que esto provoque una grave alteración del ecosistema y comprometa la conservación de los hábitats y especies que de éste depende.**

Anejo 01 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agència Catalana de l'Aigua (2008). *Càlcul de cabals ambientals a les conques del Segre, Matarranya, Sénia i afluents del Baix Ebre a Catalunya i validació biològica en trams significatius de la xarxa fluvial de Catalunya*. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Disponible en línia: http://aca.gencat.cat/web/.content/20_Aigua/09_proteccio_i_conservacio/07_cabals_manteniments/03_Infome-2008-3.pdf

Agència Catalana de l'Aigua, ACA (2018a). *Embassaments de Catalunya*. Disponible en línia: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/directiva_marc/capitol1.pdf.

Agència Catalana de l'Aigua (2018b). SDIM. Disponible en línia en: <http://aca-web.gencat.cat/sdim21/>.

Arthington, A.H. (1997). *Wounded Rivers, Thrifty Land: Getting water management right*. Inaugural Professional Lecture, Griffith University. Queensland.

Baker D. B., Richards R. P., Timothy T. Loftus T. T. & Kramer J. W., 2004. *A new flashiness index: characteristics and applications to midwestern rivers and streams*. Journal of the American Water Resources Association, 40(2): 503- 522.

Bravard, J. P. (1989). *La métamorphose des rivières des Alpes françaises à la fin du Moyen Âge et à l'époque moderne*. Bulletin de la Société géographique de Liège, 25, 145-157.

Bravard, J.-P.; Amoros, C.; Pautou, G.; Bornette, G.; Bournaud, M.; Creuzé des Châtelliers, M., Gibert, J.; Peiry, J.-L.; Perrin, J.-F.; Tachet, H. (1997), *River incision in south-east France: morphological phenomena and ecological effects*. Regul. Rivers: Res. Mgmt., 13: 75–90.

Bunn S.E. y Arthington A. (2002). *Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity*. *Environmental Management* Vol. 30, n.4: 492-507

Confederación Hidrográfica del Ebro (1996). *Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro 1998. Anexo n. 3: Aportaciones superficiales estimadas al régimen natural*. Disponible en línea en: <http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=7965&idMenu=null>

Datry, T.; Bonada, N; Boulton A. (Ed.) (2017). *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*, Academic Press

Delibes, M. (1990). *La nutria (Lutra lutra) en España*. Serie técnica ICONA. Madrid, 198 pp.

García-Ruiz, J.M.; Lasanta, T. (1990). *Land-use changes in the Spanish Pyrenees*. Mountain Research and Development 10 (3): 267-279.

García-Ruiz, J.M.; Valero-Garcés, B. (1998). *Historical geomorphic processes and human activities in the Central Spanish Pyrenees*. Mountain Research and Development 18 (4), 309-320.

García-Ruiz, J.M.; López-Bermúdez, F. (2009). *La erosión del suelo en España*. Sociedad Española de Geomorfología, 441 pp., Zaragoza.

García-Ruiz, J.M. (2010). *The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review*. Catena 81, 1-11.

García-Ruiz, J. M.; Lana-Renault, N. (2011). *Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region—a review*. Agriculture, ecosystems & environment, 140(3): 317-338.

Gasith A, Resh VH (1999) Streams in Mediterranean climate regions: Abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. Annual Review of Ecology and Systematics 30: 51–81.

Goudie, A. (1986). *The human impact on the natural environment*. Blackwell, 338 pp., Oxford.

- Jiménez, J. & Lacomba, I. (1989). The influence of water demands on Otter (*Lutra lutra*). Distribution in mediterranean Spain. En: Reuther, C. I Röechter, R. (eds.). Proceedings V. Int. Otter Coll., Hankensbütel 1989 *Habitat*, 6: 249-255.
- Kondolf, G. M.; Piégay, H.; Landon, N. (2002). *Channel response to increased and decreased bedload supply from land use change: contrasts between two catchments*. *Geomorphology*, 45(1), 35-51.
- Kondolf, G.M.; Piégay, H. (Eds.). (2003). *Tools in Fluvial Geomorphology*. Wiley, 696 pp, Chichester.
- Kovalenko, K. E.; Thomaz, S. M.; Warfe, D. M. (2012). *Habitat complexity: approaches and future directions*. *Hydrobiologia*, 685(1), 1-17.
- Lamb, Hubert H. (1995). *The Little Ice Age*. En: *Climate, history and the modern world*. London: Routledge. pp. 211–241.
- Lapparent, A. de, (1907). *Leçons de géographie physique*. Masson, 728 pp, Paris.
- Lara, F. et al. (2007). *La vegetación de ribera de la mitad norte española*, 2a ed. CEDEX. Madrid.
- Liébault, F.; Piégay, H. (2002). *Causes of 20th century channel narrowing in mountain and piedmont rivers of southeastern France*. *Earth surface processes and landforms*, 27(4): 425-444.
- López-Martín, J. M., J. Jiménez & J. Ruiz-Olmo (1998). Caracterización y uso del hábitat de la Nutria *Lutra lutra* (Linné, 1758) en un río de carácter mediterráneo. *Galemys*, 10 (n.e.): 175-190.
- Mann, M. E. (2002). *Little Ice Age*. En: Michael C MacCracken and John S Perry. *Encyclopedia of Global Environmental Change, Volume 1, The Earth System: Physical and Chemical Dimensions of Global Environmental Change* John Wiley & Sons.
- Martínez Santa-María, C.; Fernández Yuste, J.A. (2006). *Índices de alteración hidrológica en ecosistemas fluviales*. Centro de estudios y experimentación de obras públicas (CEDEX). Ministerio de Medio Ambiente. Ministerio de Fomento.
- Mate I., J. Barrull., X. Puig., i C. Flaquer (2007). *Inventari de cavitats i habitacles utilitzats com a refugi pels quiròpters al Parc Natural de la Serra de Montsant. Campaña 2007*. Parc Natural de la Serra de Montsant, Generalitat de Catalunya, 116 p.
- McCoy E.D.; Bell S.S. (1991) *Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic*. In: *Habitat Structure: The Physical Arrangement of Objects in Space*. Chapman and Hall, 3–27 pp., London.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2018). *Inventario de Presas y Embalses*. Disponible en línea: <http://sig.mapama.es/snczi/>.
- Morisawa, M. 1985. *Rivers, Forms and process*. Longman, Geomorphology Text, 7. London
- Munné, A., N. Prat, C. Solá, N. Bonada i M. Rieradevall. 2003. *A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 147-163.
- MN Consultores en Ciencias de la Conservación (2011). *Pla Especial de Protecció del Medi Natural i el Paisatge de l'ENP Serra de Montsant*. Generalitat de Catalunya (pendiente de tramitación)
- MN Consultores en Ciencias de la Conservación (2016). *Aplicación experimental y evaluación del "Protocolo de caracterización hidrogeomorfológica [M-R-HMF-2015] de las masas de agua tipo río" (río Ucero, Soria)*. Confederación Hidrográfica del Duero y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

- Naiman R.J., Bunn S.E. Nilsson C., Petit G.E., Pinay G. Y Thompson L.C. (2002). *Legitimizing Fluvial Ecosystems as Users of Water: An Overview*. *Environmental Management* Vol. 30, No 4, pp 455-467
- Nilsson C., y Svedmark M., (2002). *Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: riparian plant communities*. *Environmental Management* Vol. 30, No 4: 468-480
- Palmer, M. A.; Menninger, H. L.; Bernhardt, E. (2010). *River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice?*. *Freshwater biology*, 55(s1), 205-222.
- Pascual, R. (2007). *Flora de la Serra de Montsant*, vol 1 y 2. Rafael Dalmau ed., Barcelona.
- Prenda, J., P. López-Nieves & R. Bravo (2001). Conservation of otter *Lutra lutra* in a Mediterranean area: the importance of habitat quality and temporal variation in water availability. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 11: 343-355.
- Departament de Medi Ambient. *Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN)* (1996). Generalitat de Catalunya. ISBN 84-393-4044-3.
- Poff, N.L., J.D. Allan, M. B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B. Richter, R. Sparks, and J. Stromberg. 1997. *The natural flow regime: a new paradigm for riverine conservation and restoration*. *BioScience* 47: 769-784.
- Poff, N. L., & Zimmerman, J. K. H. (2010). *Ecological responses to altered flow regimes: A literature review to inform the science and management of environmental flows*. *Freshwater Biology*, 55, 194–205.
- Ruiz-Olmo, J. (1995). *Estudio bionómico sobre la nutria (Lutra lutra) en aguas continentales de la Península Ibérica*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- Ruiz-Olmo, J. & Delibes, M. (1998). *La nutria en España ante el Horizonte del año 2000*. SECEM, Málaga, 300pp
- Ruiz-Olmo, J. & López-Martín, JM. (1999). La nutria en la Cuenca del río Matarranya. *Quercus* 167:14-21
- Ruiz-Olmo, J. (2001). *Pla de conservació de la llúdriga a Catalunya: biologia i conservació*. Quaderns de medi ambient. Generalitat de Catalunya.
- Sala, O. E., Chapin, F. S., et al. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459): 1770-1774.
- Schumm, S., (1977). *The Fluvial System*. Wiley, 338 pp., New York.
- Steiger, J.; Tabacchi, E.; Dufour, S.; Corenblit, D.; Peiry, J. L. (2005). *Hydrogeomorphic processes affecting riparian habitat within alluvial channel–floodplain river systems: a review for the temperate zone*. *River Research and Applications*, 21(7), 719-737.
- Thornes, J.B. (1999). *The hydrological cycle and the role of water in Mediterranean environments*. En: Rural planning from an environmental systems perspective (F.B. Golley and J. Bellot, eds.), Springer, pp. 85-107, Rotterdam.
- Tokeshi, M.; Arakaki, S. (2012). *Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond*. *Hydrobiologia*, 685(1), 27-47.
- Ward, J. V.; Tockner, K. (2001). *Biodiversity: towards a unifying theme for river ecology*. *Freshwater Biology*, 46(6), 807-820.

Williams, G.P.; Wolman, M.G. (1984). *Downstream effects of dams on alluvial rivers*. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 1286, 83 pp.

Anejo 02 – DOSIER FOTOGRÁFICO



Imagen 1. Ortofotografía aérea del vuelo americano de 1956 en la zona del río Siurana a su paso por Poboleda. Destaca un lecho fluvial amplio y muy dinámico, con barras, terrazas y un canal de aguas bajas serpenteante en su interior, todo ello resultado de la inexistencia de regulación hidrológica y de unos usos del suelo (claro predominio de los cultivos sobre las cubiertas forestales) que favorecían una potente acción morfodinámica.



Imagen 2. Fotografía del río Siurana, en el punto en el que recibe las aguas del río Montsant (a la izquierda). Destaca un lecho activo, donde se combinan sedimentos de diferente granulometría, sobretudo guijarros, gravas y arenas.



Imagen 3. Talud generado por el fenómeno de erosión en curva en el Río Siurana, aguas abajo de Poboleda. Se observa la heterogeneidad granulométrica y litológica de los sedimentos, característicamente orientados a lo largo de la dirección de la corriente.



Imagen 4. Zonas morfodinámicamente activas del río Siurana, aguas debajo de Gratallops, después de haber recibido las aportaciones del río Cortiella. Se observa la formación de barras con sedimentos de granulometría diversa, lo que favorece la generación de una gran diversidad de microhábitats.



Imagen 5. El barranco de los Pèlics, un curso típico de las cabeceras de la cuenca del Siurana. En estos tramos altos predomina la acción erosiva, favorecida por la pendiente y la escasez de caudal sólido, que en este caso origina un paisaje fluvial caracterizado por las transiciones entre saltos y pozas.



Imagen 5. El río Siurana, a su paso por el Mas de les Pereres, aguas abajo de Poboleda. Se trata de un tramo con amplias terrazas que sustentan un interesante y productivo complejo agroforestal.



Imagen 7. El río Siurana, bajo Gratallops, en un sector de valle angosto, que impide el desarrollo de terrazas fluviales masivas. En este tipo de tramos, a pesar de su menor productividad, se combina una buena diversidad de hábitats para las especies acuáticas.



Imagen 8. Tramo final del río Siurana, cerca de su desembocadura al Ebro. Lechos muy amplios, con abundantes sedimentos y un flujo mayoritariamente hiporreico definen el paisaje fluvial. La vegetación se restringe a núcleos de tamarices y retazos de formaciones helofíticas donde existe una mayor accesibilidad al freático aluvial.



Imagen 8. A su paso por Poboleda, el río Siurana se ve orlado por alisedas, verdaderas reliquias biogeográficas en un contexto mediterráneo.

